

**ÇİLEKTE SALİSİLİK ASİT UYGULAMASININ
TUZ STRESİNE
DAYANIKLILIK ÜZERİNE ETKİSİ**

Ömer TOHMA

**Y. Lisans Tezi
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
Doç. Dr. Ahmet EŞİTKEN
2007**

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ÇİLEKTE SALİSİLİK ASİT UYGULAMASININ
TUZ STRESİNE
DAYANIKLILIK ÜZERİNE ETKİSİ**

Ömer TOHMA

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ERZURUM

2007

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Y. Lisans Tezi

ÇİLEKTE SALİSİLİK ASİT UYGULAMASININ TUZ STRESİNE DAYANIKLILIK ÜZERİNE ETKİSİ

Ömer TOHMA

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Ahmet EŞİTKEN

Camarosa çilek çeşidi ile yapılan çalışmada, farklı yoğunlukta tuz (2 (kontrol), 4 ve 6 mS cm⁻¹) uygulanan bitkilere farklı salisilik asit (SA) dozları (0.0, 0.1, 0.25, 0.5 ve 1.0 mM) uygulamasının meydana gelen fizyolojik değişimler (membran geçirgenliği, protein, klorofil ve prolin), bitki besin elementi içeriği (N, P, K, Ca, Mg, Na, Cl, Fe, Cu, Mn, ve Zn) ve bitki gelişimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Denemede tuzlu şartlarda SA uygulamasının membran geçirgenliğini azalttığı ve protein, prolin, klorofil b ve toplam klorofil miktarını artırdığı saptanmıştır. Kontrolde 6.27 olarak belirlenen membran geçirgenliği 1.0 mM SA uygulamasında 5.29 olarak bulunmuştur. Protein ve prolin miktarı kontrolde sırasıyla 14.14 mg/g ve 28.6 µM/g olarak belirlenirken 0.25mM SA uygulamasında 19.65 mg/g ve 44.5 µM/g olarak bulunmuştur. En yüksek klorofil b (33.5 mg/l) ve toplam klorofil (57.8 mg/l) miktarı 0.1 mM SA uygulamasında tespit edilmiştir. Yapılan SA uygulamaları özellikle Na, Cl ve Ca içeriği üzerine önemli etkiler yapmıştır. Kontrolde yapraklarda Na, Cl ve Ca sırasıyla 256 ppm, 21.3 ppm ve %0.86 olarak belirlenirken 0.5 mM SA uygulamasında Na 177 ppm ve 0.25 mM SA uygulamasında Cl 16.8 ppm ve Ca %1.07 olarak saptanmıştır. Tuzlu şartlarda yapılan SA uygulamalarının bitki gelişimini önemli derece olumlu etkilediği ve SA'in tuzun toksik etkilerinin ortaya çıkmasını geciktirdiği belirlenmiştir.

2007, 61

Anahtar Kelimeler: Çilek, Tuz stresi, Salisilik asit

ABSTRACT

Master Thesis

The Effect of Salicylic Acid Treatment on Salt Stress Resistance in Strawberry

Ömer TOHMA

Ataturk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Horticulture

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ahmet EŞİTKEN

This study was conducted to determine the effect of different salicylic acid doses (0, 0.1, 0.25, 0.5 and 1.0 mM) on physiological changes (membran permeability, protein, chlorophyll and prolin), ionic compositron (N, P, K, Ca, Mg, Na, Cl, Fe, Cu, Mn and Zn) and plant growth in strawberry cv. Camarosa under saline condition (NaCl, 2 (control), 4 and 6 mS cm⁻¹). It was reported that application of salicylic acid decrease membrane permeability and increase amount of protein, prolin, chlorophyll b and total chlorophyll. When the membrane permeability was found as 6.27 in control, it was determined as 5.29 at application of 1.0 mM SA. When the amount of protein and prolin was determined as 14.14 mg/g and 28.6 µM/g in control, it was found as 19.65 mg/g and 44.5 µM/g in application of 0.25 mM SA, respectively. The highest amount of chlorophyll b (33.5 mg/g) and total chlorophyll (57.8 mg/l) was reported in application 0.1 mM SA. Applications of SA, created important effects especially, on Na, Cl and Ca contents of plants. When the amount of Na, Cl and Ca in leaves of control plants was determined as 256 ppm, 21.3 ppm and %0.86, respectively, the amount of Na in application of 0.5 mM SA was found as 117 ppm and the amount of Cl and Ca in application of 0.25 mM SA was reported as 16.8 ppm and % 1.07, respectively. It was defined that applications of SA, affect affirmatively on plant growth under saline condition and SA delayed arising toxic effects of salt.

2007, 61

Keywords: strawberry, salt stress, salicylic acid

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarımnda yöneticiliğimi üstlenip bana yön gösteren Sayın Hocam Doç. Dr. Ahmet EŞİTKEN'e (Bahçe Bitkileri Bölümü Öğretim Üyesi), yardımlarından dolayı Sayın Prof.Dr.Muharrem GÜLERYÜZ'e (Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Bölüm Başkanı), Sayın Doç.Dr.Metin TURAN'a (Toprak Bölümü Öğretim Üyesi), Sayın Doç.Dr.Ökkeő ATICI'ya (Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Öğretim Üyesi) ve tez çalıőmalarım süresince yakın ilgi ve yardımlarını gördüğüm Bahçe Bitkileri Bölüm elemanlarına teşekkür ederim.

Ömer TOHMA
Ađustos, 2007

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM	15
3.1. Materyal	15
3.2. Yöntem	15
3.2.1. Membran Geçirgenliği Tayini	16
3.2.2. Klorofil Miktarının Tayini	17
3.2.3. Prolin Miktarının Tayini	17
3.2.4. Kantitatif Prolin Tayini	18
3.2.5. Bitki Yaprak ve Köklerinin Makro ve Mikro Besin Element Düzeylerinin Tespiti	19
3.2.5.1. Bitkide Toplam Azot (N) Miktarının Belirlenmesi	19
3.2.5.2. Fosfor (P) Seviyesinin Tespiti	19
3.2.5.3. Diğer Mineral Seviyelerinin (Ca, K, Mg, Na, Fe, Mn, Zn ve Cu) Saptanması	19
3.2.5. 4. Klor (Cl) Seviyesinin Tespiti	19
3.2.6. Yaş Kök ve Yaprak Ağırlıkları	20
3.2.7. Kuru Kök ve Yaprak Ağırlıkları	20
3.2.8. Kök Boyu Uzunluğu	20
3.2.9. Yaprak Alanı	20
3.2.10. İstatistik Analizler	20
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	21
4.1. Fizyolojik değişimler	21
4.1.1. Membran geçirgenliği	21
4.1.2. Protein miktarı	22
4.1.3. Prolin miktarı	23
4.1.4. Klorofil miktarı	25
4.2. Bitki besin elementi değişimleri	28
4.2.1. Azot miktarı	28
4.2.2. Fosfor miktarı	29
4.2.3. Potasyum miktarı	31
4.2.4. Kalsiyum miktarı	32
4.2.5. Magnezyum miktarı	34
4.2.6. Sodyum miktarı	34
4.2.7. Klor miktarı	36
4.2.8. Demir miktarı	38

4.2.9. Çinko miktarı.....	39
4.2.10. Mangan miktarı.....	41
4.2.11. Bakır miktarı.....	42
4.3. Vejetatif gelişmedeki değişmeler.....	44
4.3.1. Yaprak alanı.....	44
4.3.2. Taze yaprak ağırlığı.....	46
4.3.3. Kuru yaprak ağırlığı.....	47
4.3.4. Taze kök ağırlığı.....	48
4.3.5. Kuru kök ağırlığı.....	49
4.3.6. Kök uzunluğu.....	50
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	52
5.1. Fizyolojik değişimler üzerine etkisi.....	52
5.2. Bitki besin elementlerine etkisi.....	55
5.3. Vejetatif gelişmeye etkisi.....	58
KAYNAKLAR	59
ÖZGEÇMİŞ	62

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

mM	:Milimol
mS cm ⁻¹	:Tuz Elektriki İletkenlik
SA	:Salisilik asit
ppm	:Milyonda bir kısım

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Farklı dozlarda tuz ve salisilik asit uygulamalarının membran geçirgenliği üzerine etkileri.....	22
Çizelge 4.2. Farklı dozlarda tuz ve salisilik asit uygulamalarının yaprak protein miktarı üzerine etkileri.....	23
Çizelge 4.3. Camarosa çilek çeşidinde tuz ve SA uygulamalarının prolin miktarı üzerine etkileri.....	24
Çizelge 4.4. SA ve tuz konsantrasyonlarının klorofil a içeriğine etkisi.....	25
Çizelge 4.5. SA ve tuz uygulamalarının klorofil b miktarına etkisi.....	26
Çizelge 4.6. Farklı dozlarda SA tuz uygulamasının toplam klorofil miktarına etkisi	27
Çizelge 4.7. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının yaprak ve kökte azot miktarına etkileri.....	29
Çizelge 4.8. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının yaprak ve kök fosfor içeriği üzerine etkisi.....	30
Çizelge 4.9. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının yaprak ve kök potasyum içeriği üzerine etkileri.....	32
Çizelge 4.10. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının yaprak ve kök kalsiyum içeriği üzerine etkileri.....	33
Çizelge 4.11. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının yaprak ve kök Mg içeriği üzerine etkileri	35
Çizelge 4.12. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının yaprak ve kök sodyum içeriği üzerine etkileri.....	36
Çizelge 4.13. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının yaprak ve kök klor miktarı üzerine etkisi.....	37
Çizelge 4.14. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının yaprak ve kök demir içeriği üzerine etkisi.....	39
Çizelge 4.15. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının yaprak ve kök çinko içeriği üzerine etkisi.....	40
Çizelge 4.16. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının yaprak ve kök mangan içeriği üzerine etkisi.....	42

Çizelge 4.17. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının yaprak ve kök bakır içeriği üzerine etkisi.....	43
Çizelge 4.18. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının yaprak alanı üzerine etkileri.....	46
Çizelge 4.19. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının yaş yaprak ağırlığı üzerine etkileri.....	47
Çizelge 4.20. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının kuru yaprak ağırlığı üzerine etkileri.....	48
Çizelge 4.21. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının yaş kök ağırlığı üzerine etkileri.....	49
Çizelge 4.22. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının kuru kök ağırlığı üzerine etkileri.....	50
Çizelge 4.23. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının kök uzunluğu üzerine etkileri.....	51

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Salisilik asidin oluşum yolu.....	5
Şekil 3.1. Serada denemenin kuruluş planı.....	16
Şekil 4.1. 6 mS cm ⁻¹ uygulamasında kontrol bitkisinin görünüşü.....	45
Şekil 4.2. 6 mS cm ⁻¹ tuz uygulamasında 0.1 mM SA uygulaması yapılmış bitki....	45

1. GİRİŞ

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

Bitkiler, yaşadıkları çevrelerde yaşamlarını sürdürmelerini ve gelişme şartlarını kısıtlayıcı değişik olumsuz koşullara maruz kalırlar. Yeryüzünde, kurak zonlar, tuzlu topraklara sahip bölgeler, kuzey ve güney kutupları ile yüksek dağlar gibi geniş alanlar bulunmakta ve bu alanlarda bitki büyümesini kolaylaştırıcı koşullar, kısa süreli olarak gerçekleşebilmektedir. Bu tür alanlar gibi bitkide metabolizmayı, büyüme ve gelişmeyi etkileyen ve engelleyen, uygun olmayan koşullar stres olarak bilinir. Bitkiler yaşamları boyunca çok sayıda stres faktörleri ile karşılaşabilirler. Bitki üzerinde ender olarak tek başlarına etki yapabilen bu stres faktörleri genellikle etkilerini eş zamanlı olarak gerçekleştirmektedir. Stres faktörleri enfeksiyon oluşturan mikroorganizmalar (fungus, bakteri, virüs), zararlılar (böcek, nematod) ve diğer organizmalarla rekabeti içeren biyotik faktör ve sıcaklık, su, radyasyon, kimyasal, manyetik gibi çevredeki değişimler abiyotik (fizikokimyasal) faktör olarak adlandırılmaktadır. (Gürel ve Avcıoğlu., 2001)

Toprak tuzluluğu, dünya tarımında en önemli abiyotik stres kaynaklarından birisi olup toprakların giderek tuzlulaşmasıyla birlikte sulama suyunda tuzun arışı dünyanın birçok yarı kurak ve kurak bölgelerinde tarımsal üretkenliği engellemektedir. Toprak

tuzluluğu; toprağın esas yapısından, düşük kaliteli su kullanımından, aşırı su, drenaj eksikliği ve aşırı gübre kullanımından ortaya çıkabilmektedir. Her yıl sulama suyunun azalmasıyla beraber kalitesinin düşmesi işlenebilir arazinin tuzlulaşmasını artırmaktadır. Bu artış toprakta yüksek bir ozmotik basınç oluşturduğundan suyu tutmakta ve bitkinin suyu almasını engellemektedir. Suyun ozmotik olarak tutulmasının yanı sıra, protoplazmayı etkileyen spesifik bazı iyonların doğrudan girişi; bitkilerin fizyolojik ve biyolojik aktivitelerini bozarak verimin düşmesi, nekrozlaşma, bitkinin zayıf gelişmesi ve ölüm, gibi olumsuz durumlara yol açmaktadır. Bitkilerin tuzluluğa karşı ilk tepkilerinden birisinin azalan fotosentezle ilişkili olarak yaprak büyüme oranında azalmanın meydana gelmesidir. Ayrıca, bitki büyümesi, meristematik bölünmelerle meydana gelen genç hücrelerin kitlesel ve dönüşümsüz genişlemesi ile olduğu için, tuzlulaşma hem bitki büyümesini hem de kök, gövde ve yaprak dokularında hücre genişlemesini engelleyebilmektedir. Bitki gelişmesinde tuzun zararlı etkileri şu şekilde özetlenebilir (Gürel ve Avcıoğlu, 2001);

A) Köklerde su alımının azalması: Toprakta tuzun varlığı kurak şartlar altında önemli derecede şiddetlenerek kök hücrelerinin ozmotik potansiyelini artırmaktadır. Ekstrem tuz stresi altında kökler yalnızca topraktan suyu almakta başarısız olmamakta bunun yanı sıra bünyelerindeki suyu kaybedebilmektedirler.

B) Hücre duvarlarının genişlemelerinin engellenmesi: Gelişme doku hacminde dönüşümsüz bir ilerlemedir. Bu, hücre genişlemesi veya hücre bölünmesi ile gerçekleşebilir. Bu bakımdan tuzlu ortamdaki bir bitkide tuz hücre genişlemesini durdurarak büyümeyi engellemekte fakat bu geri dönüşümlü bir olay olabilmektedir.

C) Yaprak yanıklığı, uç yanıklığı ve benekli nekrozlar, azalan fotosentez: Na katyonu ve Cl anyonu ile yeşil aksamda meydana gelen zararlı etkiler radyoaktif markerlerle belirlenmiştir. Fotosentetik kapasite açısından sonuçta her iki iyon kayda değer biçimde fotosentezi ve karbonhidrat asimilasyonunu engelleyebilir ve bu yüzden şayet düzeltilmezse ürünlerin ekonomik değerinde olumsuz sonuçlara sebep olabilmektedir. NaCl'ün zarar belirtileri sodyumunkinden çok daha önce başlamaktadır. Tipik olarak

klor stresinin belirtisi yaprak ortasında yanma ve yeşil uç yanıklığıdır. Uç yanıklığı ve yanık kloroza neden olmaktadır. İleri safhalarda nekrotik doku yaprağın %50'sini veya daha fazlasını kaplayabilmekte ve böylece ağacın fotosentetik aktivitesinde büyük bir azalışa neden olmaktadır.

Çeşitli bitkilerde sodyumun dağılımı büyük önem taşımaktadır. Yapraklarda bu iyonun konsantrasyonları çok düşük olmasına karşın köklerde yaygın olarak daha fazla bulunur.

D) Hücre bölünmesi, hücre genişlemesi, yaprak büyüklüğü ve tüm bitkinin gelişmesinde azalma: Bitkiler bu tür abiyotik şartlara uyum sağlamak için kendi fizyolojik aktivitelerini değiştirmekte, yeni savunma stratejileri geliştirmekte ve böylece olumsuz şartlara karşı duyarlılığını azaltmaya çalışmaktadır. Bitkilerin tuz stresine karşı geliştirdikleri savunma stratejileri şunlardır;

1) Osmoregülasyon: Tuz toleransının bir yolu kök-membran ilişkili mekanizmalarla sodyum ve klor girişinin engellenmesidir. Diğer bir yolu osmoregülasyondur. Bitkiler tuzla karşılaştığında bünyesel ozmotik potansiyellerini düzenlerler. Osmoregülasyonla bünyesel ozmotik potansiyellerini artıran bitkiler topraktaki suyu daha kuvvetli absorbe edebilirler ve böylece toprakta tuz tarafından sıkıca tutulan suyu bünyelerine alabilme yeteneği kazanırlar. Ancak adaptasyon toprak tuzunun veya bitki toleransının eşik değer seviyesine ulaşıncaya kadar devam edebilmektedirler. Bu eşik değer üstünde bitki ozmolaritesini yükseltmeyeceği için tipik tuz stres semptomları ortaya çıkmaktadır. Kurak stresinde üstesinden gelme stratejilerindeki gibi tuz stresinde de osmoregülasyonu düzenlemede prolin, glisin, betain gibi aminoasitler ve buna benzer organik çözeltiler sentezlenmektedir.

2) İyon dışarı atma: Tuz bezleri ile ya da membran kanal pompalarıyla toksik etki yapabilecek iyonlar (Na ve Cl gibi) bitki dışına atılabilmektedir.

3) Sodyum/hidrojen engelleyicileri ile engelleme: Membrana bağlı ATPaz/Hidrojen pompası ile hücre membranında yoğunluğu artırılan H^+ iyonlarının sayesinde hücrelerin

içerisine Na^+ iyonunun girişi engellenmekte ve böylece Na^+ 'nın zararlı etkileri azaltılabilmektedir.

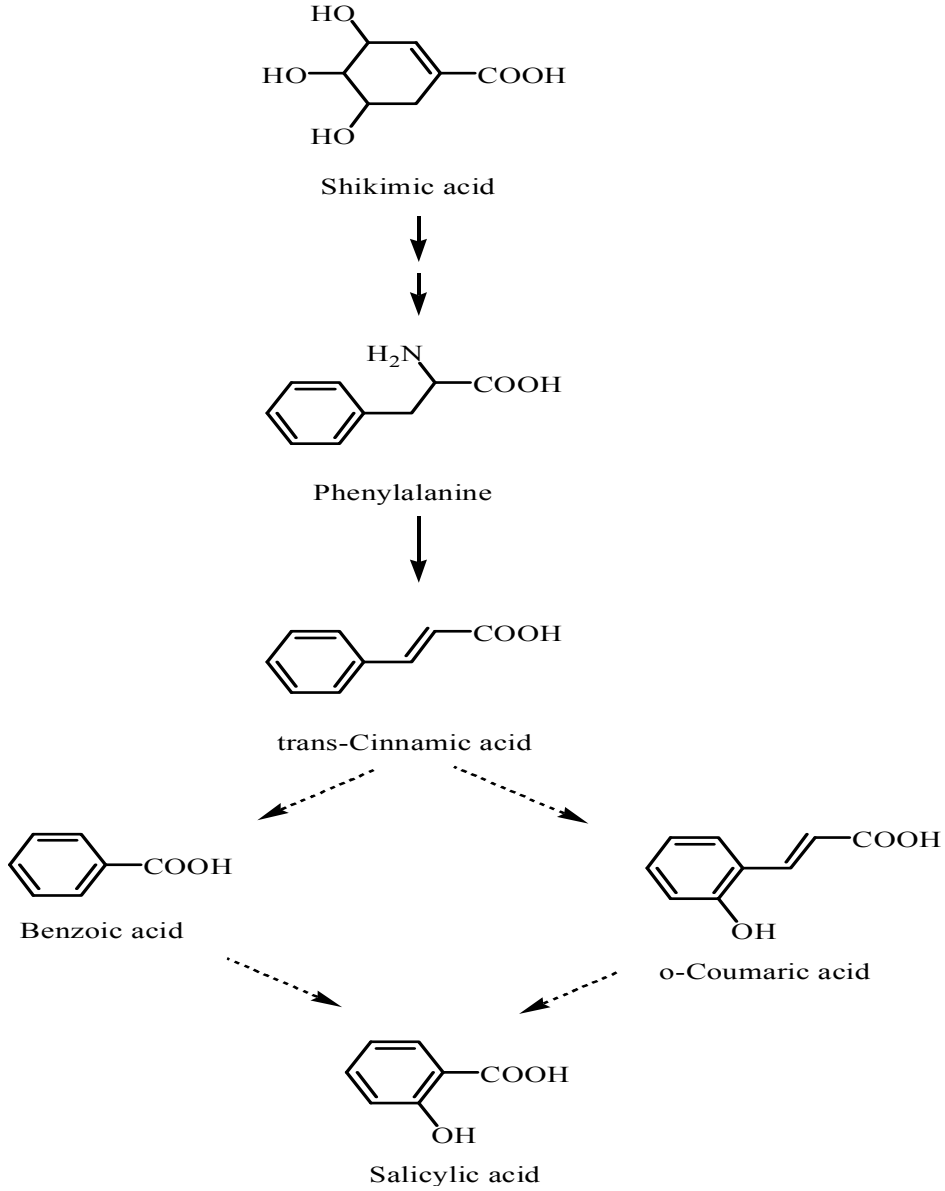
4) Hormonal Uyarılama: ABA, sitokininler, giberillinler, oksinler ve etilen bir veya birkaç yolla tuz stersinden dolayı bitkilerin aklimasyonunda etkilidirler. Bitkilerin tuza toleransı açısından en belirgin etki gösteren hormon ABA'dır. Son zamanlarda ABA'ya ek olarak bitki içinde düzenleyici olarak görev alan yeni bir hormon, salisilik asit belirlenmiştir. Bu hormon sayesinde bitkiler maruz kaldıkları çeşitli stres faktörleriyle baş ederek adaptasyon kazanabilmektedirler. Salisilik asidin patojen saldırısına karşı ve olumsuz abiotik değişimlerde birçok bitki türünde savunma mekanizması olarak önemli rol oynadığı bulunmuştur.

Hormonal uyarılamadan yola çıkarak çeşitli hormonlar stres şartlarına dayanıklılık sağlamak amacıyla denenmiş ve bu hormonların bitkilerdeki tuz stresi üzerine etkileri incelenmiştir. Fizyolojik aktiviteleri değiştiren son zamanlarda araştırmalarda yaygın bir şekilde kullanılmaya başlayan, aspirinin temel kaynağı ve fitohormonlardan sayılan salisilik asidin bütün bitkilerde mevcut olduğu belirlenmiştir. Ayrıca abiyotik şartların yanı sıra bitkide meydana gelen biyotik durumların anormal değişmesinin salisilik asidi harekete geçirdiği de tespit edilmiştir. Yine bu hormonun nekrozlu ve enfeksiyonlu bölgelerde yoğun halde bulunduğu ve olası bir stres durumunda aktif olduğu saptanmıştır.

Bitkiler insan hastalıkları ve rahatsızlıklarını tedavi etmede kullanılan birçok maddenin kaynağıdır. Bu maddelerden biriside salisilik asittir. İlk olarak Amerikan yerlilerinin ve Yunanlıların söğüt ağacının kabuk ve yapraklarını baş ağrısı gibi bazı hastalıkları tedavisinde kullandıkları bilinmektedir. Bu bilgilerden yola çıkan Johann Buchner 1828'de Almanya'da söğüt kabuğundan başlıca salisilat ve salisil alkolün glikoziti olan salisinin iz miktarlarını ilk defa izole etmiştir. İlk salisilik asit ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_3$) üretimine 1874 yılında Almanya'da başlanmış ve 1898'te Bayer kooperatifi tarafından ticari ismi asetilsalisilik asit olan aspirin tanıtılmıştır. Günümüzde salisilik asidin birçok bitkide

geniş çapta bulunduğu ve önemli bir gelişme maddesi olduğu bazı bilim adamları tarafından kabul edilmiştir. (Arteca, 1996).

Bitkilerde Salisilik asit Şikimik asitten benzoik asit ve kumarik asit yolu ile sentezlenmektedir (Şekil 1.1).



Şekil.1.1. Salisilik asidin oluşum yolu

Salisilik asidin bitkilerde taşınımı hakkında kesin bir bilgi olmamakla beraber, fiziksel özellikleri bozulmadan floemde taşınabildiği hakkında güçlü kanıtlar bulunmaktadır.

Özellikle biyotik (hastalık ve zararlı) ve abiyotik (sıcak, soğuk, ışık, kuraklık, tuzluluk gibi) stres etkenleri ile karşılaştığında bitkiler hızlı bir şekilde salisilik asit üretmekte ve salisilik asit bitkilerin savunma mekanizmalarında önemli görevler yapmaktadır. Ayrıca, SA'nın olumsuz şartlarda bitkilerde çiçeklenmeyi uyarıcı etkilerinin olduğu da tespit edilmiştir (Arteca,1996).

Günümüzde yaygınlaşan yoğun tarım ve özellikle sera tarımından dolayı her geçen yıl toprak tuzlularak bitkilerin yetişme alanlarını kısıtlamakta veya bitkilerin verimini azaltmaktadır. Serada toprağın yoğun kullanılmasından kaynaklanan tuzlulaşma bitkide vejetatif gelişmenin zayıflaması ve verimin düşmesi gibi olumsuz durumlara yol açmaktadır. Bu olumsuz etkileri azaltmak ve bitkinin tuza toleransını artırmak amacıyla farklı uygulamalar denenmektedir. Son yıllarda bu amaçla salisilik asidin etkisini araştıran çalışmalarda yaygınlaşmaktadır. Bununla beraber, salisilik asidin tuzlu şartlarda dayanıklılık üzerine etkisi henüz tam olarak açıklanamamıştır. Bu konuda yapılan çalışmalar oldukça azdır. Ayrıca, tuzlu ortamlarda yetiştirilen farklı kültür bitkilerinde SA'nın dayanıklılık üzerine etkileri azda olsa araştırılmış olmasına rağmen, çilekte tuzluluk şartlarında SA'nın etkileri konusunda yeterince araştırma bulunmamaktadır.

Bundan dolayı bu çalışmanın amacı; tuz stresine çok hassas olan çilek bitkisinde, salisilik asit uygulamasının bitkinin tuz stresine dayanıklılığı ve bu esnada meydana gelen bazı fizyolojik değişimleri üzerine etkisini araştırmaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Janda *et al* (1999) hidroponik yetiştirme şartlarında mısırdaki yürüttükleri bir çalışmada, gübre çözeltisine 0,5mM SA ilave edilmesinin don stresine karşı koruma sağladığını belirlemişler ve bu etkinin SA uygulanmamış mısır bitkilerinde don toleransını artıran antioksidan enzimlerinin sentezinin yapılmasından kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir.

Senaratna *et al* (2000) domates ve fasulyede yaptıkları çalışmada SA ve türevlerinin (asetil salisilik asit, aspirin) fizyolojik olarak aktif konsantrasyonlarının sıcaklık, don ve kuraklık stresine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, 0,1-0,5mM SA veya ASA (asetil salisilik asit) uygulanmış tohumlardan elde edilen bitkilerin sıcaklık, don ve kuraklık stresine karşı toleranslarının arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, yaprakta 0,5 mM SA veya ASA püskürtmesi yapılan bitkilerde de sıcaklık, don ve kuraklık stresine dayanıklılık incelenmiş yapraktan yapılan uygulamanın tohum uygulanması gibi etkileri olmadığı saptanmıştır.

Wang *et al* (2001) *Iris hexagona* ile yaptıkları bir çalışmada, tuz uygulamasının yaprak, gövde, meyve ve tohumda ABA, IAA, SA ve jasmonik asit (JA) içeriğine etkisi araştırmışlardır. Araştırmacılar, bitkinin tuza tepki olarak genellikle bünyesel ABA ve JA miktarının arttığını buna karşılık IAA ve SA miktarının ise azaldığını ve bu fitohormonların stres şartlarına uyum sağlamada birbirinden ayrı ve interaktif etkilerinin olduğunu belirtmişlerdir.

Sakhabutdinova *et al* (2003) buğday bitkisine uygulanan salisilik asitle çeşitli çevre stresleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırmacılar, 0,05mM salisilik asit uygulamasının buğday bitkilerinde bitki gelişmesini teşvik eden köklerin apikal ucunda hücre bölünmesini artırdığını ve salisilik asidin buğday bitkilerinde hem ABA hem de IAA birikimine neden olduğunu ve buna bağlı olarak SA'nın koruyucu ve büyümeyi teşvik edici etkilerini bulunduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, SA uygulamasının fide

gelişiminde tuzluluğun zararlı etkilerini ve su eksikliğini azaltıcı ve gelişme sürecinde restorasyonu hızlandırıcı etkilerinin olduğunu belirlemişlerdir.

Taşgin *vd.* (2003) kışlık buğdayla yaptıkları bir çalışmada, kontrollü şartlar altında (20-18°C'de 15-30-45 gün, 15-10°C'de 15gün, 15-5°C'de 30 gün ve 5-3°C'de 45 gün) yetiştirdikleri bitkilere 0,01, 0,1 ve 1 mM SA uygulamalarının don banyosu ve elektrik kondüktivite ile yapraktaki zararlanmalar üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Soğuk aklımasyonuna tabi tutulan ve Salisilik asit uygulanıp soğuk kontrollü (15-10°C, 15 ve 30 gün) şartlarda yetiştirilen bitkilerde don zararının daha az olduğu saptanmıştır. SA uygulamasının olumlu etkisinin soğuk şartlar altında apoplastik protein oluşumunu etkileyerek buz çekirdek aktivitesinde bir artışa sebep olup don (-1 ve -20 °C) toleransını artırmasından kaynaklanabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Martinez *et al* (2004) *Arabidopsis thaliana* ile yaptıkları bir çalışmada, UV-C'nin çiçeklenme üzerine olumsuz etkisinin SA yoluyla çiçeklenmeye geçişi aktivite ettiğini belirlemişlerdir. Çalışmadan, UV-C den yoksun stressiz bitkilerin SA sentezlemediğinden geç çiçeklendiği UV-C li stres şartlarında SA sentezlendiğinden bitkilerde erken çiçeklenmenin meydana geldiği tespit edilmiştir.

Wang ve Li, (2006) üzümde yaptıkları çalışmada, SA uygulamasının sıcak ve soğuk stresine etkilerini araştırmışlardır. Denemede SA uygulamasının sıcak veya soğuk toleransını artırdığını sıcak veya soğuk stresleri altındaki asma bitkilerinin yapraklarındaki nispi elektrolit sızıntısı ve tiobarbütirik asit miktarını azalttığını saptamışlardır. Dışardan salisilik asidin ön uygulamasının normal sıcaklık, sıcak ve soğuk stresleri altında üzüm yapraklarında nispi olarak daha yüksek askorbat peroksidaz, glutathion redüktaz, monodehidroaskorbat ve askorbat glutathion havuzunda redoks oranı oluşmasını sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca, salisilik asit uygulanan bitkilerin mezofil hücrelerinde stolozik kalsiyumun kontrol bitkilerindekine göre daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Kaydan ve Yağmur (2006), buğday ve yeşil mercimek üzerine yaptıkları araştırmada, farklı salisilik asit dozları (0mg da^{-1} , 1.281 mg da^{-1} , 128.1mg da^{-1} , 12.810g da^{-1}) ve uygulama şekillerinin (tohuma ve yapraktan püskürtme) verim ve verim ögeleri üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada elde edilen sonuçlara göre; buğday denemesinde bitki boyu hariç verim ve verim unsurları üzerine uygulama şekillerinin etkili olmadığı ancak, salisilik asit dozlarının metrekarede fertil başak sayısı ve bin tane ağırlığı dışındaki tüm özellikleri artan dozlara doğru orantılı olarak arttırdığı belirlenmiştir. En yüksek tane verimi $276,58\text{kg da}^{-1}$ ile $128,1\text{mg da}^{-1}$ salisilik asit dozundan elde edilmiş ve birim alana tane veriminin % 24,8 olduğu belirlenmiştir. Mercimek denemesinde ise; metrekarede bitki sayısı, bitki boyu ve bin tane ağırlığına salisilik asit dozları ve uygulama şekillerinin etkili olmadığı belirlenmiştir. Salisilik asit dozlarının artması ile toplam dal sayısı, bitkide tane sayısı, bitkide tane verimi ve birim alan tane veriminin arttığı, tohuma ve yapraktan püskürtme şeklinde salisilik asit uygulaması ile bitkide toplam dal sayısı ve bitkide tane sayısının etkilendiği saptanmıştır. En yüksek birim alan tane veriminin, $141,60\text{kg da}^{-1}$ ile $128,1\text{mg da}^{-1}$ salisilik asit dozu ve yapraktan uygulama şeklinde elde edildiği belirlenmiştir.

Pal *et al* (2002) mısırdaki yaptıkları çalışmada kadmiyum stresi altındaki bitkilere uygulanan salisilik asidin etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, salisilik ve Cd uygulandığında zararın salisilik asit uygulanmamışlara nazaran daha az olduğunu ancak salisilik asit uygulamasının da oksidatif stres ve kök sisteminde zarara neden olduğunu ve fitoselatin sentez engellediği saptanmıştır. Bundan dolayı, salisilik asit uygulamasının Cd stresinden önce yapıldığında zararlı etkinin arttığı tespit edilmiştir.

Çanakçı ve Munzuroğlu (2004) yaptıkları çalışmada sera koşullarında yetiştirilen bir haftalık fasulye fidelerinden alınan çeliklerde ağırlık ve yaş-kuru ağırlık değişimi, pigment ve protein miktarı üzerine 50ppm asetilsalisilik asit (ASA) ile % 1 NaCl 'nin karşılıklı etkilerini araştırmışlardır. Deneme çözeltileri çeliklerin kesik gövde uçlarına kapalı bir sistem yoluyla uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; yaş ağırlık artışı bakımından 50ppm ASA uygulanmış çelikler ile kontrol grubuna ait çelikler arasında istatistik açıdan fark belirlenemezken 50 ppm ASA+%1 NaCl uygulanmış çeliklerdeki

yaş ağırlık kaybının %1 NaCl uygulanmış çeliklere göre daha az olduğu saptanmıştır. Tuz stresine maruz bırakılmış çeliklerin su içerikleri ASA uygulanmış çeliklere göre daha düşük olduğundan ASA uygulamasının kuru madde miktarını azalttığı tespit edilmiştir. Su içeriğinin gruplara göre ve sırasıyla çoktan aza doğru kontrol, 50 ppm ASA, 50 ppm ASA+%1 NaCl, %1 NaCl şeklinde olduğu çeliklerdeki klorofil b ve toplam pigment II miktarının gruplara göre ve sırasıyla çoktan aza doğru 50 ppm ASA, kontrol, 50 ppm ASA+%1 NaCl, %1 NaCl şeklinde olduğu klorofil a ve total pigment I miktarının gruplara göre ve sırasıyla çoktan aza doğru kontrol, 50 ppm ASA, 50 ppm ASA+%1 NaCl, %1 NaCl şeklinde olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, asetilsalisilik asitin tuzun yarattığı osmotik etkiye karşı; çeliklerde yaş ağırlık kaybını, klorofil b ve total pigment II yıkımını belirli oranlarda engellendiği ve ayrıca çeliklerde strese bağlı olarak ortaya çıkan protein yıkımını azalttığını saptamışlardır.

Kaya *vd.* (2002) yüksek NaCl (35 Mm) ve pH (8,5) şartlarında yetiştirdikleri *Oso Grande*, çilek çeşidinde yetiştirme ortamına ilave edilen K'un etkisini araştırmışlardır. Bitkilere normal besin çözeltisi, normal besin çözeltisi+35mM NaCl ve normal besin çözeltisi+35mM NaCl+3mM K₂SO₄ uygulamaları yapılmıştır. Ayrıca, iki pH seviyesi (5,5-8,5) denenmiştir. Sonuç olarak, yüksek NaCl ve pH da yetiştirilen bitkilerin normal besin çözeltisinde yetiştirilenden daha az kuru madde, meyve ve klorofille sahip olduğu besin çözeltisine ilave edilen K' un klorofil, meyve ve kuru madde miktarının artmasına neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, yüksek tuzun bitki gelişmesi üzerine zararlı etkisinin yüksek pH (8,5) şartlarında daha da belirginleştiği saptanmıştır. Membran geçirgenliğinin pH' nın 5,5 ten 8,5 e artması ve 35mM NaCl ilavesiyle yükseldiği ve Na konsantrasyonunun artan NaCl ve pH ile fazlaştığı tespit edilmiştir.

Kaya *vd.* (2003) besin çözeltisi içerisinde yüksek NaCl (35 mM) uygulaması yapılan *Oso Grande* ve *Camarosa* çilek bitkilerinde ilave KNO₃ ve Ca(NO₃)₂ uygulamalarının tuz stresine etkileri araştırılmıştır. Gübre çözeltileri içerisinde Ca(NO₃)₂ ve KNO₃ ilavesinin bitki ve meyvedeki tuzluluğun olumsuz etkilerini önemli derecede azalttığı belirlenmiştir.

Molina *et al* (2002) domateste yaptıkları çalışmada, salisilik asit, antioksidan, lipoksigenaz enzim aktiviteleri üzerine adaptasyon ve tuzun etkilerini araştırmışlardır. Adaptasyon kazanmış hücreler adaptasyon kazanmamış hücrelerden daha düşük salisilik asit muhtevası içerdiği bulunmuştur. Çalışmada tuz stresine adaptasyon kazanmış bitkilerde adaptasyon kazanmamış olanlardan daha düşük salisilik asit, mangan içeren süperoksit dismutaz (Mn-SOD) ve lipoksigenaz (LOX) enzim aktiviteleri ve daha yüksek gulutation reduktaz (GR) ve askorbat peroksidaz aktivitelerinin olduğu tespit edilmiştir. 200µM salisilik asit+100 mM NaCl uygulamasının hem adaptasyon kazanmış hem adaptasyon kazanmamış olanlarda askorbat peroksidaz aktivitelerini engellediğini, adaptasyon kazanmış olanlarda mangan içeren süperoksit dismutaz (Mn-SOD) oluşumunu uyardığını ve adaptasyon kazanmamış olanlarda lipit peroksidaz aktivitesini artırdığını saptamışlardır.

Tari *et al* (2002) domateste yaptıkları çalışmada, bitkilere uzun süre 10^{-7} - 5×10^{-4} M SA uygulamasının 100 mM NaCl ile oluşturulan tuz stresine tolrans sağlamada etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonunda, SA uygulamasının yapraklarda Na içeriğini artırdığı ve böylece bitkinin ozmotik dengeyi sağlamaya çalıştığını, klorofil a ve karotenoid içeriğindeki azalmayı engellediğini ve kök ve yapraklarda toplam ve indirgen şeker içeriğinde azalmaya sebep olduğunu bulmuşlardır.

Pırlak ve Eşitken (2004) iki farklı çilek çeşidi (Fern ve Camarosa) üzerinde yürüttükleri bir çalışmada, çeşitlere 3 farklı elektrik iletkenlik değerine sahip (2.0, 5.0 ve 7,5mS cm⁻¹) tuz uygulamışlardır. Elektrik iletkenliği değerindeki artışın çeşitlerin bitki gelişimini olumsuz yönde etkilediği ayrıca, gübre çözeltisi içerisindeki Na ve Cl konsantrasyonunun artışına paralel olarak bitkideki N, P ve K miktarının azaldığını; ancak prolin miktarının ise arttığını belirlemişlerdir.

Turhan ve Eriş (2004) Camarosa çilek çeşidi ile yaptıkları çalışmada, değişik konsantrasyonlardaki (0, 500, 1000 ve 2000 mg/l NaCl) tuz uygulamalarının bitkinin iyonik ve morfolojik kompozisyonu üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmada, NaCl artışına bağlı olarak bitkide ciddi zararların olduğu, yapraklarda Na, Cl, Ca ve

Mg artışına karşılık K ve P azaldığını saptamışlardır. Tuz uygulamalarının bitki kökünde Na ve Cl miktarını artırırken K ve Mg miktarını azalttığı, Ca ve P miktarına etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Saied *et al* (2005) Elsanta ve Korana çilek çeşitleri ile yapmış oldukları çalışmada 0,3dS/m, 2,6dS/m ve 5,1dS/m elektrik iletkenliğine sahip tuz çözeltileri ile bitkileri sulamışlar ve etkisini incelemişlerdir. Araştırmada, tuz çözeltisinin uygulanmasının Koronada %44'e ve Elsantada %90'a kadar bitki gelişimini azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca, her iki çilek çeşidinde Na içeriğinin tüm tuz seviyelerinde 3mg/g kuru ağırlığın altında olmasından dolayı çilek bitkisinin bir Na atıcı olduğu ileri sürülmüştür. Klor miktarının Elsantada en fazla yaprak sapında bulunmasına karşın, Koronada çiçek taçlarında ve köklerde tutulduğu da saptanmıştır Tuz stresinin Koronada %27'ye ve Elsantada %74'e kadar meyve verimini azalttığı belirlenmiştir.

Khodary (2004) 50, 100 ve 150 mM NaCl uygulanmış mısır bitkisinde 0,01 mM salisilik asit uygulamasının etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, tuzlu şartlarda salisilik asidin sürgün ve gövde uzunluğu, taze ve kuru ağırlıkları ve yaprak alanı, Riboluse 1,5 bifosfat karboksilaz (rubisko) aktivitesi, fotosentetik pigment (klorofil a,b ve karotenoidler) içeriği, CO₂ fiksasyon oranı ve şeker seviyesi üzerine etkilerini incelemiştir. Sonuç olarak, NaCl'in belirlenen tüm gelişme parametrelerini (rubisko aktivitesi fotosentez randımanı ve pigmentleri, şeker içeriği) azalttığını ve bu azalmanın NaCl miktarına bağlı olarak arttığını, salisilik asit püskürtmesinin mısır bitkilerinde NaCl'nin zararlı etkilerine karşı büyüme kriterlerini geliştirerek ve fotosentez aktivitesini uyararak toleransı artırdığını tespit etmiştir.

Tayeb (2005) yaptığı çalışmada, ekim öncesi 1mM salisilik asit çözeltisi uygulanan arpa tohumlarına 0, 50, 100, 150 ve 200 mM NaCl uygulamasının etkisini araştırmışlardır. Artan NaCl seviyesinin çimlenme yüzdesini azalttığı ve 15 günlük fidelerde hem kök hem yapraklarda büyüme parametrelerini (taze ve kuru ağırlık), potasyum, kalsiyum fosfor ve şeker içeriğini yaprak nispi su miktarı ve fotosentetik pigmentler (Klorofil a,b ve karotenoidler) içeriğini azalttığını tespit etmiştir. Buna karşılık Na, çözünebilir

şekerler ve proteinler, prolin muhtevası içeren serbest aminoasitler ve lipid peroksidasyon seviyesi ve peroksidaz aktivitesinin birlikte arttığını belirlemiştir. Ayrıca yapraklarda elektrolit sızıntısının tuz seviyesiyle arttığını saptamıştır. Salisilik asit uygulamasının fidelerde yaprak nispi su içeriğini, taze ve kuru ağırlıkları, fotosentetik pigmentleri, çözünebilir sakaridler, fosfor içeriğini ve peroksidaz aktivitesini artırdığını, buna karşılık tuzlu şartlar altında salisilik asit uygulamasıyla Na⁺, çözünebilir protein içeriği, lipid peroksidasyon seviyesi, elektrolit sızıntısının önemli derecede azaldığını belirlemiştir. Sonuç olarak uygulanan salisilik asidin fotosentetik pigmentler için yüksek koruyucu reaksiyonlara yol açarak tuz stresine ön uyarımlı tepkiye neden olduğunu ve bitki büyümesini teşvik eden membran bütünlüğünü sağladığını ortaya çıkarmıştır.

Szepesi *et al* (2005) domateste yaptıkları çalışmada salisilik asit uygulamasının tuz stresine aklimasyon üzerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada Salisilik asit uygulamasının konsantrasyona bağlı olarak antioksidan enzim aktivitesini ve fidelerin stres toleransını arttırdığını belirlemiştir.

Szalai *et al* (2005) yaptıkları çalışmada mısır (*Zea mays* L.) bitkilerindeki salisilik içeriğinin tuz stresi üzerine etkisini incelemiştir. İki haftalık mısır bitkilerine yedi gün boyunca 50 veya 100mM NaCl uygulanmış ve 1., 3. ve 7. gün uygulamalarından sonra yaprak ve köklerde salisilik asit ve antioksidan enzim aktivitesi analiz edilmiştir. Çalışmada 100mM NaCl uygulanan mısır bitkilerinde yedi günden sonra toplam ürün azaldığı, katalaz ve askorbat peroksidaz aktivitesinde hiçbir değişim olmadığı, Gulutation redüktaz, gulutation -5 -transferaz ve guaiacol peroksidaz aktivitelerinin arttığı bünyesel serbest ve bağlı salisilik asit seviyesinde değişim olmadığı belirlenmiştir.

Qing-Mao *et al* (2007) hıyarda yaptıkları çalışmada, yaprak ve kökten SA ön uygulamasının tuz stresine etkisini incelemiştir. Yaprak ve kökten 50 mg/l SA uygulamasının şeker içeriğini % 110,4 ve prolin içeriğini % 82,2 oranında arttırdığını, ayrıca süperoksit dismutas, peroksidaz ve katalaz aktivitelerini ve su içeriğini

arttırdığını buna karşılık malondialdehit ve elektrolit sızıntının azalttığını belirlemişlerdir. Bunlara ilave olarak salisilik asit ön uygulamasının NaCl stresli bitkilerde bitki boyu, gövde çapı ve toplam kütle gibi gelişme parametrelerinde önemli iyileştirmeler yaptığını saptamışlardır. Sonuç olarak salisilik asit uygulamasının osmatik regülasyon, su dengesi, antioksidasyon ve membran stabilitesi yoluyla hıyar fidelerinin NaCl toleransında önemli etkilerinin olabileceğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. MATERYAL

Bu çalışmada Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Seralarında 2006-2007 döneminde yürütülmüştür. Araştırmada materyal olarak Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait 6 nolu deneme alanında bulunan fidelikten temin edilen Camarosa çeşidine ait fideler kullanılmıştır.

Camarosa çeşidi, dünyada üretimi en fazla olan, verimli, kısa gün çilek çeşididir. Chandler'den daha erkenci ve iri meyvelidir. Meyveleri parlak kırmızı, sert ve yola dayanıklıdır. Sera ve açıkta çilek yetiştiriciliğine uygundur. Meyveleri antraknoz'a hassastır (Anonim 2005).

3.2.YÖNTEM

Deneme, Faktöriyel Deneme Deseninde Tam Şansa Bağlı Deneme Planına göre kurulmuştur. Araştırmada, 3 tuz konsantrasyonu x salisilik asit dozu x 3 tekerrür x her tekerrürde 5 fide olacak şekilde toplam 225 adet fide kullanılmıştır. Soğuklama isteği karşılanmış Camarosa çeşidi çilek fideleri serada 2:1 kum: toprak karışımı doldurulmuş plastik torbalara dikilmiştir. Dikimden itibaren 3-4 yaprak oluncaya kadar bitkilere yalnızca su verilmiştir. Denemede pH' sı NaOH ve HCl ile 5,5' e ayarlanmış salisilik asidin 5 dozu (0.0, 0.1, 0.25, 0.5 ve 1.0 Mm) kullanılmıştır. Uygulama buharlaşmanın az olduğu sabah vaktinde yapılmıştır. Denemede bitkilerin beslenmesinde 12-36-12 (N-P_K)+me gübre çözeltisi kullanılmıştır. Gübre çözeltisine NaCl ilavesi yapılarak 3 farklı tuz (2 (kontrol), 4 ve 6 mS cm⁻¹) konsantrasyonu elde edilmiştir. Gübre çözeltisinin pH'sı 6.5'e ayarlanmıştır. NaCl ilavesi yapılmış gübre çözeltilerinin uygulamalarına SA uygulamasından 24 saat sonra başlanmış ve deneme sonuna kadar

sadece bu gübre çözeltileri ile sulamalar yapılmıştır. Tuz çözeltisinin uygulamasından 5, 10 ve 15 gün sonra bitkilerin bir kısmı sökülmüş ve yaprakta membran geçirgenliği, klorofil, protein, prolin ve yaprak ve kökte besin elementi analizi yapılmıştır. Ayrıca 2 ay boyunca bitkilerin gelişmeleri incelenmiştir. İki aylık bitki gelişiminin sonunda yaprak alanı, yaş kök ve yaprak ağırlığı, kök uzunluğu ve kuru yaprak ve kök ağırlığı bunların yanı sıra bitkilerde genel morfolojik görünüm incelenmiştir.

6mS cm ⁻¹					4mS cm ⁻¹					2mS cm ⁻¹ (kontrol)				
Kontrol	0,1mM SA	0,25mM SA	0,5mM SA	1mM SA	Kontrol	0,1mM SA	0,25mM SA	0,5mM SA	1mM SA	Kontrol	0,1mM SA	0,25mM SA	0,5mM SA	1mM SA

Şekil.3.1 Serada denemenin kuruluş planı

3.2.1. Membran Geçirgenliği Tayini

Membran geçirgenliği için her biri 1cm² büyüklüğünde 3 yaprak diski alınmış ve cam tüpler içersinde 3 kez deiyonize sudan geçirilmiştir. Bu işlemin ardından 10 ml su ekleyip kapalı viollerde 24 saat 25°Cde çalkalayıcıda çalkalanmıştır. Hemen ardından EC ölçülmüş (C₁), aynı örnekler 20 dakika 120°C de otoklavda bekledikten sonra 25°C de yine EC ölçümü yapılmıştır (C₂). Membran geçirgenliği aşağıdaki formülle belirlenmiştir (Lutts *et al.*, 1996).

$$\text{Membran geçirgenliği} = C_1 / C_2 \times 100$$

3.2.2. Klorofil Miktarının Tayini

Bitki yapraklarındaki klorofil tayini Arnon'a (1949) göre belirlenmiştir. 0,5 gram yaprak %80 aseton içerisinde havanda homojenize edildikten sonra masa santrifüjünde 15 dakika süre ile 5000xg'de santrifüjlenmiştir. Daha sonra süpernatant %80 aseton ile 100 mililitreye tamamlanmıştır. Bu örneğin spektrofotometrede 645–663 nanometredeki absorbans değerleri okunmuştur. Elde edilen değerler aşağıdaki denklemde yerine konularak klorofil miktarları 'mg klorofil /g taze yaprak olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Klorofil a (mg/l): } 12,7A_{663} - 2,69A_{645}$$

$$\text{Klorofil b (mg/l): } 22,9A_{645} - 4,68A_{663}$$

$$\text{Toplam Klorofil: Klorofil a + Klorofil b}$$

3.2.3. Prolin Miktarının Tayini

Prolin tayini spektrofotometrik olarak asit-ninhidrin metoduyla belirlenmiştir (Bates *et al*, 1973). Bu işlem için saf prolin kullanılarak standart bir grafik çizilmiştir. 1 ml'sinde 200 µg prolin içeren stok çözülden tüplere 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 1.2, 1.4, 1.6, 1.8 ve 2.0 ml alınarak her tüpün üzeri saf su ile 2 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra tüplere 2 ml glasiyal asetik asit ve 2 ml asit-ninhidrin çözeltisi ilave edilmiştir. Bu örnekler hemen 100 °C'ye ayarlı bir etüve alınmışlardır. 1 saat sonra, buz banyosunda 10 dk. tutularak reaksiyon durdurulmuştur. Her tüpe 4 ml toluen ilave edilip, bir vorteksle 20-30 sn iyice karıştırılmıştır. Sonra her tüpte üstte kalan faz bir otomatik pipetle alınarak 520 nm'de absorbansları ölçülmüştür. Kör numune için toluen kullanılmıştır. Bu değerler kullanılarak standart grafik çizilmiştir (Şekil 2,3). Yapraklarda prolin tayini için ise 0,1g doku 10 ml % 3'lük sülfosalisilik asit içinde bir porselen havanda homojenize edilmiştir. Homojenat Whatman-42 filtre kâğıdıyla analitik bir huniden süzölmüştür. Süzüntüden 2 ml alınarak yukarıda standart grafik için anlatılan işlemlerden geçirilmiştir. Daha sonra elde edilen A_{520} değerleri standart grafik

üzerinden μg prolin olarak belirlenmiştir. Bu değerler aşağıdaki formülde yerine konulup μ molar / g taze yaprak prolin cinsinden hesaplanmıştır.

$$\frac{(\mu\text{g prolin} / \text{ml} \times \text{ml toluen}) / (115,5 \mu\text{g} / \text{mM})}{\text{g doku} / 5} = \mu\text{Mprolin} / \text{g tazeyaprak}$$

3.2.4. Kantitatif Protein Tayini

Çözünebilir protein miktarı, spektrofotometrik olarak tayin edilmiştir (Bradford,1976). Bu yöntem proteine coomassie-brillant blue G-250'nin bağlanması esasına dayanmaktadır. Oluşan kompleks 595 nm'de maksimum absorbans göstermektedir.

Bitki dokuları, ağırlıklarının 10 misli 0,05M soğuk fosfat tampon çözeltisinde (pH=6,5) bir havanda ezilerek homojenize edilmiştir. Homojenat, 4 katlı bir tülbent bezden süzöldükten sonra, süzöntü 4500xg dönüş hızında 20 dk süre ile santrifüj edilmiştir. Tüplerin süpernatantı alınarak protein tayininde kullanılmıştır. Kantitatif belirleme için gerekli standart grafik aşağıdaki gibi hazırlanmıştır. 1 ml'sinde 1 mg protein içeren standart sığır albümin çözeltisinden tüplere 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, μg protein içerecek şekilde aktarılmış, saf su ile toplam hacimleri 0.1 ml'ye tamamlanmıştır. Bu tüplere, 5 ml coomassie reaktifi ilave edilip bir vortex ile iyice karıştırılmıştır. Kör olarak 0.1 ml tampon ve 5 ml coomassie reaktifinin karışımı kullanılmıştır. 595 nm'de absorbans değerlerine karşılık gelen μg protein miktarı bir grafik haline getirilerek, deney örnekleri protein miktarlarını belirlemede kullanılmıştır.

Yukarıda açıklamada yapıldığı şekilde, bitki yapraklarından elde edilen örnekler de benzer şekilde coomassie reaktifi ile muamele edildikten sonra 595 nm'de absorbansı ölçölüp, standart grafik üzerinden protein miktarları 'mg protein/g taze yaprak' olarak verilmiştir.

3.2.5. Bitki Yaprak ve Köklerinin Makro ve Mikro Besin Element Düzeylerinin Tespiti

3.2.5.1. Bitkide Toplam Azot (N) Miktarının Belirlenmesi

Bitki  rneklerinin azot (N) içeriği salisilik-sülfirik asit karışımıyla yaş yakmaya tabi tutulduktan sonra, mikrokjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Kacar 1972).

3.2.5.2. Fosfor (P) Seviyesinin Tespiti

Nitrik-Perklorik asit ile yaş yakılan bitki örneklerinde fosfor (P), vanadomolibdat sarı renk yöntemi kullanılarak spektrofotometrede okunduktan sonra tespit edilmiştir (Kacar 1972;)

3.2.5.3. Diğer Mineral Seviyelerinin (Ca, K, Mg, Na, Fe, Mn, Zn ve Cu) Saptanması

Bitkide Ca, K, Mg, Na, Fe, Mn, Zn ve Cu elementlerinin belirlenmesinde nitrik-sülfirik-perklorik asit karışımı ile yaş yıkama yöntemi kullanılmıştır. Daha sonra bu elementlerin miktarları atomik absorpsiyon spektrofotometresinde okunarak tespit edilmiştir (Kacar 1972).

3.2.5.4. Klor (Cl) Seviyesinin Tespiti

Yaprak ve kökte klor (Cl) tayini Kacar (1972)'a göre yapılmıştır. Bunun için 0.1 g kurutulmuş örnek üzerine 25 ml deiyonize saf su ilave edilmiş ve 10 dk 4000 rpm'de santrifüjlenmiştir. Berrak  zeltiden 20 ml alınmış üzerine 1 ml KCrO₄ ilave edilerek AgNO₃ ile titre edilmiştir.

3.2.6. Yaş Kök ve Yaprak Ağırlıkları

Sökülen bitkiler kök boğazı kısmından ikiye bölünmüş ve kök ve yaprak kısımları tartılıp adedine bölünerek saptanmıştır.

3.2.7. Kuru Kök ve Yaprak Ağırlıkları

Yaş ağırlığı belirlenen kök ve yapraklar 65-70 C⁰ de kurutulmuştur. Kuru kök ve yaprak ağırlıkları, kuruyan maddenin tartılıp adedine bölünmesiyle belirlenmiştir.

3.2.8. Kök Boyu

Sökülen bitkilerde, gövde büyüme noktasından saçak köklerin bitimine kadar olan mesafe ölçülmüş ve ölçülen değerler toplandıktan sonra ortalaması alınmıştır.

3.2.9. Yaprak Alanı

Denemenin sonlarına doğru yaprakların son halini aldığı dönemde 10 adet yaprak 0.01 cm² hassasiyetinde CI 202 portable marka Areameter ile ölçülerek belirlenmiştir. Elde edilen 10 adet yaprak alanının ortalaması alınarak her uygulama için ortalama yaprak alanı hesaplanmıştır.

3.2.10. İstatistik Analizler

Tüm verilerin Varyans Analizleri ile Duncan's çoklu karşılaştıran testleri Costat paket programında yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu araştırmada farklı salisilik asit konsantrasyonları (0, 0,1, 0,25, 0,5 ve 1,0mM SA) uygulamasının değişik tuz dozlarına sahip (2 (kontrol), 4 ve 6 mS cm⁻¹) gübre çözeltisiyle sulanan Camarosa çilek çeşidinde bazı fizyolojik özellikler (membran geçirgenliği, protein, prolin ve klorofil), bitki besin elementi içeriklerine ve bitki gelişimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, salisilik asit uygulaması ve tuzlu gübre çözeltisi ile sulamaya başlamada 5, 10 ve 15 gün sonra yaprak ve kök örnekleri alınmış ve bu örneklerde fizyolojik değişimler ve besin elementi içerikleri ve ayrıca iki ay boyunca tuzlu gübre çözeltisi uygulanan bitkilerde büyüme ve gelişme durumları incelenmiştir.

4.1 Fizyolojik Değişimler

4.1.1 Membran Geçirgenliği

Salisilik asit ve tuz uygulanmış bitkilerden 5., 10. ve 15. günde alınan yaprak örneklerinde yapılan membran geçirgenliği analizlerinde tuz ve salisilik asit uygulamalarının membran geçirgenliği üzerine istatistiki olarak önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca örnekleme dönemlerinde membran geçirgenliğinin istatistiki olarak farklı olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Bitkilere uygulanan gübre çözeltisinin tuz konsantrasyonunun 2mS cm⁻¹ (kontrol)'den (4.72) 6mS cm⁻¹'e (6.49) yükselmesi membran geçirgenliğini istatistiki olarak önemli seviyede artırmıştır (P<0,001). Bunun yanı sıra, bütün örnekleme dönemlerinde tuz konsantrasyonunun artması membran geçirgenliğinin yükselmesine sebep olmuştur. Ayrıca, genel olarak bütün örnekleme dönemlerinde ve tuz konsantrasyonlarında SA dozlarının yükselmesi membran geçirgenliğinin düşmesine sebep olmuştur. Tuz, salisilik asit ve dönem interaksiyonlarında ise sadece dönem x tuz interaksiyonu önemli olarak (P<0,05) belirlenmiştir. Bu interaksiyonun önemli çıkmasına tuz konsantrasyonu artışı ile membran geçirgenliği artarken örnekleme dönemi geciktikçe membran

geçirgenliğinin azalması neden olmuştur. Buna karşılık, uygulanan SA dozunun yükselmesi membran geçirgenliğini istatistiki olarak çok önemli seviyede azaltmıştır ($P<0,001$). Kontrolde 6.27 olan membran geçirgenliği 1mM SA uygulamasında 5.29'a düşmüştür. Yaprak örneklerinin alınma zamanı da membran geçirgenliğini istatistiki olarak önemli derecede etkilemiş ($P<0,01$) ve örnekleme zamanı geciktikçe membran geçirgenli azalmıştır. 5. gün alınan yaprak örneklerinde membran geçirgenliği 5.98 iken 10. gün 5.51' e ve 15. gün 5.41' e düşmüştür.

Çizelge 4.1. Farklı dozlarda tuz ve salisilik asit uygulamalarının membran geçirgenliği üzerine etkileri

	Tuz Konsantrasyonu (mS cm^{-1})									
	2	4	6	2	4	6	2	4	6	
SA (mM)	1. örnekleme			2. örnekleme			3. örnekleme			Ort..
Kontrol	5,10	6,35	7,85	5,00	6,13	7,60	5,15	6,35	6,90	6,27 a
0,10	4,98	5,15	6,75	4,60	5,70	5,95	4,80	5,90	5,90	5,53 b
0,25	4,85	5,65	6,90	4,55	5,15	6,20	4,80	5,75	5,65	5,50 b
0,50	4,80	6,35	7,10	4,60	5,55	6,30	4,50	5,25	5,60	5,56 b
1.00	4,78	5,75	7,30	3,95	5,10	6,20	4,30	5,10	5,15	5,29 b
Ort.	5,98 a			5,51 b			5,41 b			
Tuz ort.	2	4,72 c		LSD	Dönem (0.01)		0,42**			
	4	5,68 b			SA (0.01)		0,54***			
	6	6,49 a			Tuz (0.01)		0,42***			

***: $p<0,001$, **: $p<0,01$

4.1.2. Protein Miktarı

Denemede, çilek bitkilerine SA ve tuz uygulamalarının yaprakta protein miktarını istatistiki olarak önemli ($P<0,001$) seviyede etkilediği; buna karşılık yaprak örneklerinin alınma dönemlerinin protein içeriğine önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Camarosa çilek çeşidinin bitkilerine uygulanan tuz konsantrasyonunun yükselmesi yapraktaki protein miktarının düşmesine sebep olmuş, kontrol (2 mS cm⁻¹) uygulamasında 25.76 mg/g olan protein miktarı 4 mS cm⁻¹ tuz konsantrasyonunda 14.11 mg/g'a 6 mS cm⁻¹ konsantrasyonunda ise 12.95 mg/g'a düşmüş, kontrol uygulamasının diğer iki uygulamadan istatistiki olarak farklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). SA uygulamalarında genel olarak yaprak protein içeriğini istatistiki olarak önemli derecede artırmıştır. Kontrolde 14.14mg/g olan protein miktarı 0.1 mM SA' de 17.80 mg/g'a, 0.25 mM SA' de 19.65 mg/g'a, 0.50 mM SA'de 18.07 mg/g'a ve 1.0 mM SA uygulamasında 18.38 mg/g'a yükselmiş ve bütün SA uygulamaları kontrolden istatistiki olarak farklı bulunmuştur. Yaprak örneklerinin alınma zamanı istatistiki olarak protein içeriği üzerine etki yapmamakla beraber en yüksek protein miktarı 5. gün (18.30 mg/g) alınan yaprak örneklerinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı dozlarda tuz ve salisilik asit uygulamalarının yaprak protein miktarı (mg/g) üzerine etkileri

	Tuz Konsantrasyonu (mS cm ⁻¹)									
	2	4	6	2	4	6	2	4	6	
SA (mM)	1. örnekleme			2. örnekleme			3. örnekleme			Ort..
Kontrol	19,3	13,5	13,7	23,7	9,3	5,8	23,9	12,0	9,8	14,14 b
0,10	24,4	15,5	14,5	26,6	14,8	9,3	26,6	12,8	15,9	17,80 a
0,25	27,8	15,6	16,8	29,4	14,5	16,4	25,1	16,6	14,9	19,65 a
0,50	26,5	15,9	14,0	26,1	14,8	12,9	29,5	12,6	15,4	18,07 a
1.00	27,3	12,2	13,8	27,0	18,9	10,7	28,5	13,1	14,2	18,38 a
Ort.	18,30			17,32			17,47			
Tuz ort.	2	25,76 a		LSD	Dönem		ÖD			
	4	14,11 b			SA (0.01)		2,55***			
	6	12,95 b			Tuz (0.01)		1,98***			

ÖD: Önemli Değil; ***: p<0,001

4.1.3. Prolin Miktarı

Yapraklarda prolin miktarı uygulanan tuzlu gübre çözeltileri ve salisilik asit dozları tarafından istatistiki olarak önemli seviyede etkilenmiştir. Ayrıca, yaprak örneklerinin alınma zamanı da prolin miktarını önemli seviyede etkilemiştir (Çizelge 4.3).

Bitkilere uygulanan tuz konsantrasyonunun artması prolin miktarının yükselmesine sebep olmuş ve kontrolde 28.4 $\mu\text{M/g}$ olan prolin miktarı 6 mS cm^{-1} uygulamasından 43.4 $\mu\text{M/g}$ 'a çıkmış ve bu ortalamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Aynı şekilde, SA uygulamalarında prolin içeriğini istatistiki olarak önemli derecede etkilemiştir. Genel olarak, bütün SA dozlarında kontrolden daha yüksek prolin miktarı belirlenmesine rağmen sadece 0.25 mM SA dozu kontrolden istatistiki olarak farklı bulunmuştur ($P<0.001$). Bitkilere uygulanan 0.25 mM SA prolin miktarını kontrole göre % 55.6 oranında artırmıştır. Diğer SA dozları ile kontrol arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar belirlenememiştir. Tuz ve SA uygulamalarına benzer şekilde yaprak örneklerinin alınma zamanı da prolin içeriğini önemli seviyede etkilemiş ($P<0.001$) ve yaprak örneklerinin alınma zamanı geciktikçe prolin miktarı artmıştır. 5. gün alınan yapraklarda 23.3 $\mu\text{M/g}$ olan prolin miktarı 10. gün 36.4 $\mu\text{M/g}$ 'a ve 15. gün 49.6 $\mu\text{M/g}$ 'a yükselmiştir. Ayrıca, genel olarak bütün tuz konsantrasyonlarında, SA uygulamaları kontrol uygulamasına göre daha yüksek prolin miktarının oluşmasına sebep olmuştur.

Çizelge 4.3. Camarosa çilek çeşidinde tuz ve SA uygulamalarının prolin ($\mu\text{M/g}$) miktarı üzerine etkisi

	Tuz Konsantrasyonu (mS cm^{-1})									
	2	4	6	2	4	6	2	4	6	
SA (mM)	1. örnekleme			2. örnekleme			3. örnekleme			Ort..
Kontrol	15,6	19,0	26,0	17,3	25,7	28,2	31,2	43,0	51,9	28,6 b
0,10	19,0	20,3	28,6	23,7	53,8	33,3	36,4	64,3	55,8	37,3 ab
0,25	25,8	19,9	44,2	35,5	69,4	36,6	38,9	53,9	86,5	44,5 a
0,50	27,7	19,9	21,0	26,0	31,1	67,9	36,5	46,7	38,5	35,0 ab
1.00	31,2	12,2	20,1	28,6	23,8	44,7	32,9	48,7	79,0	36,7 ab
Ort.	23,31 c			36,39 b			49,6 a			
Tuz ort.	2	28,4 b		LSD	Dönem (0.01)		10,5 ***			
	4	37,4 ab			SA (0.01)		13,6***			
	6	43,4 a			Tuz (0.01)		10,5**			

***: $p<0,001$, **: $p<0,01$

4.1.4. Klorofil Miktarı

Yapılan uygulamaların yaprak klorofil a miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, yalnızca tuz konsantrasyonlarının önemli ($P<0.05$) etkilerinin olduğu, SA uygulamasının ve yaprak örneği alma zamanının istatistiki olarak önemli etkilerinin olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Buna karşılık klorofil b ve toplam klorofil miktarı üzerine yapılan tuz ve SA uygulamaları ve yaprak örneklerinin alınma dönemi istatistiki olarak önemli etkiler yapmıştır ($P<0.001$) (Çizelge 4.5 ve 4.6).

Klorofil a üzerine istatistiki olarak önemli etkisi olan tuz konsantrasyonunun artması klorofil a miktarının düşmesine sebep olmuştur. Kontrol (2 mS cm^{-1}) uygulamasında 24.3 mg/l olan klorofil a miktarı 4 mS cm^{-1} uygulamasında 24.4 mg/l olarak belirlenmiş ve aralarında önemli bir farkın olmadığı, fakat 6 mS cm^{-1} uygulamasında klorofil a miktarı 23.4 mg/l 'ye düşmüş ve diğer iki uygulamadan istatistiki olarak farklı olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.4. SA ve tuz konsantrasyonlarının klorofil a (mg/l) içeriğine etkisi

	Tuz Konsantrasyonu (mS cm^{-1})									
	2	4	6	2	4	6	2	4	6	
SA (mM)	1. örnekleme			2. örnekleme			3. örnekleme			Ort..
Kontrol	24,7	22,8	20,4	26,0	25,4	20,5	24,3	24,7	24,9	23,7
0,10	24,0	25,1	24,2	23,9	25,6	24,2	23,7	23,9	24,3	24,3
0,25	23,9	25,1	25,1	23,7	24,0	24,4	24,8	23,9	24,3	24,4
0,50	24,6	23,3	24,2	23,8	25,0	19,8	24,2	23,9	24,7	23,7
1.00	25,0	25,1	22,5	24,0	24,6	24,0	24,3	23,6	23,6	24,1
Ort.	24,0			23,9			24,2			
Tuz ort.	2	24,3 a		LSD	Dönem		Ö.D.			
	4	24,4 a			SA		Ö.D.			
	6	23,4 b			Tuz (0.05)		0,8 *			

ÖD: Önemli Değil, *: $P<0,05$

Tuz dozları ve SA konsantrasyonları yaprak klorofil b içeriğini istatistiki olarak önemli derecede etkilemiştir ($P<0.001$). Bitkilere uygulanan tuz dozlarının yükselmesi klorofil

b miktarını önemli ölçüde azaltmıştır. Kontrol (2 mS cm^{-1}) uygulamasında 35.0 mg/l olan klorofil b miktarı 4 mS cm^{-1} uygulamasında 31.4 mg/l 'ye ve 6 mS cm^{-1} uygulamasında 24.6 mg/l 'ye düşmüş ve bütün uygulamalar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Buna karşılık, SA dozlarının yükselmesi yaprak klorofil b miktarının önemli ölçüde yükselmesini sağlamıştır. Kontrol uygulamasında 25.2 mg/l olarak belirlenen klorofil b içeriği 0.1 mM SA uygulamasında 33.5 mg/l 'ye yükselmiş ve 0.1 mM SA uygulaması klorofil b miktarı kontrole göre %32.9 oranında artmıştır. Diğer SA konsantrasyonları da aynı şekilde klorofil b miktarının kontrole göre önemli derecede artmasını sağlamıştır. Yaprak örneklerinin alınma zamanı da klorofil b içeriği üzerine etkiye sahiptir. Örneklerin alınma zamanının gecikmesi klorofil b miktarının artmasına sebep olmuştur. 5. gün alınan yaprak örneklerinde 25.9 mg/l olarak belirlenen klorofil b miktarı 10. ve 15. günde 32.8 mg/l 'ye yükselmiştir. Klorofil b içeriği üzerine SA x tuz, don x tuz ve SA x tuz x don interaksiyonları önemli etkiler yapmıştır. İnteraksiyonların önemli çıkmasında yapılan uygulamaların etkilerinin birbirine zıt yönlü olması sebep olmuştur.

Çizelge 4.5. SA ve tuz uygulamalarının klorofil b (mg/l) miktarına etkisi

	Tuz Konsantrasyonu (mS cm^{-1})									
	2	4	6	2	4	6	2	4	6	
SA (mM)	1. örnekleme			2. örnekleme			3. örnekleme			Ort..
Kontrol	29,0	15,2	16,7	35,6	23,6	20,0	35,9	31,4	19,6	25,2 b
0,10	36,5	29,9	21,2	38,9	40,9	28,6	39,0	39,6	27,0	33,5 a
0,25	39,1	19,8	26,3	37,8	35,3	33,8	28,9	38,4	28,6	31,3 a
0,50	31,5	26,6	21,2	41,1	27,2	37,7	33,6	40,8	23,2	31,1 a
1.00	25,0	30,8	19,6	39,9	30,1	31,3	32,8	41,6	23,6	30,5 a
Ort.	25,9 b			32,8 a			32,8 a			
Tuz ort.	2	35,0 a		LSD	Dönem (0.01)		2.58***			
	4	31,4 b			SA (0.01)		3.33***			
	6	24,6 c			Tuz (0.01)		2.58***			

***: $p < 0,001$

Toplam klorofil miktarı da klorofil b içeriğinde olduğu gibi tuz ve SA uygulamalarından önemli derecede etkilenmiştir. Klorofil b'de olduğu gibi tuz konsantrasyonlarının yükselmesi toplam klorofil miktarının azalmasına sebep olmuş ve

kontrolde (2 mS cm^{-1}) 59.3 mg/l olan toplam klorofil içeriği 4 mS cm^{-1} uygulamasında 55.8 mg/l 'ye ve 6 mS cm^{-1} 'de 48.6 mg/l 'ye düşmüştür. Bütün tuz konsantrasyonları arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu belirlenmiştir. SA uygulamaları da klorofil b'de olduğu gibi toplam klorofilde de artışlara sebep olmuş ve kontrolle diğer SA dozları arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu bulunmuştur. Kontrol uygulamasında 48.9 mg/l olan toplam klorofil miktarı 0.1 mM SA uygulamasında 57.8 mg/l 'ye yükselmiştir. Yaprak örneklerinin alınma zamanının gecikmesi toplam klorofil miktarının yükselmesine sebep olmuştur. 5. gün alınan yapraklarda 49.9 mg/l olan toplam klorofil 10.gün 57.4 mg/l 'ye ve 15. gün 56.5 mg/l 'ye yükselmiş ve 5. gün ile 10. ve 15. günde belirlenen toplam klorofil miktarı arasında önemli farkın olduğu saptanmıştır. Klorofil b olduğu gibi SA x tuz, dönem x tuz ve SA x dönem x tuz etkileşimlerini toplam klorofil üzerine önemli etkilere sahip olmuştur. İnteraksiyonların önemli çıkmasının sebebi uygulamaların etkilerinin ters yönlü olmasından kaynaklanmıştır.

Çizelge 4.6. Farklı dozlarda SA tuz uygulamasının toplam klorofil (mg/l) miktarına etkisi (***) $P < 0.001$)

	Tuz Konsantrasyonu (mS cm^{-1})									
	2	4	6	2	4	6	2	4	6	
SA (mM)	1. örnekleme			2. örnekleme			3. örnekleme			Ort..
Kontrol	53,7	37,9	37,1	61,6	49,0	40,5	60,2	56,0	44,5	48,9 c
0,10	60,5	55,0	45,3	62,8	66,5	52,8	62,7	63,5	51,3	57,8 a
0,25	63,1	44,9	51,4	61,8	59,4	58,2	53,7	62,3	52,9	56,4 ab
0,50	56,1	49,9	45,3	64,8	52,2	57,5	57,9	64,7	48,0	55,1 ab
1.00	50,0	55,9	42,2	63,7	54,7	55,4	57,1	65,2	47,2	54,6 b
Ort.	49,9 b			57,4 a			56,5 a			
Tuz ort.	2	59,3 a		LSD	Dönem (0.01)		2.28***			
	4	55,8 b			SA (0.01)		2.95***			
	6	48,6 c			Tuz (0.01)		2.28***			

4.2. Bitki Besin Elementi Değişimleri

4.2.1. Azot Miktarı

Camarosa çilek çeşidi bitkilerine uygulanan SA ve tuz dozlarının yaprak ve kökteki azot (N) içeriğine etkisi incelendiğinde, tuz konsantrasyonlarının hem yaprak ($P<0.05$) hem de kökte ($P<0.001$) N miktarına önemli etkisinin olduğu, buna karşılık SA dozlarının etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Örneklerin alınma zamanı kökte N miktarını istatistiki olarak önemli seviyede etkilerken, yaprak N içeriğini etkilememiştir (Çizelge 4.7).

Kökte N miktarı uygulanan tuz dozunun yükselmesi ile azalmıştır. Kontrol (2 mS cm^{-1}) uygulamasında %1.07 olan N miktarı 4 mS cm^{-1} dozunda %0.89'a ve 6 mS cm^{-1} uygulamasında %0.93'e düşmüş ve kontrol ile 4 ve 6 mS cm^{-1} uygulamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Kök örneklerinin alınma zamanı da N miktarı üzerine önemli etkiye sahip olmuştur ($P<0.001$).

Örnekleme zamanı geciktikçe kökte N miktarı artmış ve 5. gün %0.88 olan N miktarı 10. gün %0.96'ya ve 15. gün %1.06'ya yükselmiştir. SA uygulamaları içinde en düşük N miktarı kontrolde (%0.93), en yüksek ise 0.5 mM SA (%1.07) uygulamasından elde edilmiştir.

Yaprak N miktarı yalnızca tuz dozları tarafından önemli derecede etkilenmiştir ($P<0.05$). Tuz dozlarının yükselmesi yaprak N içeriğini düşürmüştür ve kontrolde (2 mS cm^{-1}) %2.23 olan N 6 mS cm^{-1} uygulamasında %2.08'e düşmüştür. Yapılan SA uygulaması ve yaprak örneklerinin alınma zamanı N içeriğini önemli seviyede etkilememiştir. SA uygulamaları içinde en yüksek N miktarı %2.21 ile 0.1 mM SA uygulamasında en düşük ise %2.08 ile 0.5 mM SA uygulamasından elde edilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı dozlarda tuz ve salisilik asit uygulamalarının yaprak ve kökte azot (%) miktarına etkileri

Kök										
SA (mM)	1. örnekleme			2. örnekleme			3. örnekleme			Ort.
	Tuz (mS cm ⁻¹)									
	2	4	6	2	4	6	2	4	6	
Kontrol	1,07	0,66	0,7	0,92	0,91	0,94	0,89	1,33	0,95	0,93
0,1	1,21	0,81	0,81	0,99	0,92	0,74	1,09	1,1	0,95	0,96
0,25	0,95	0,77	1	0,98	0,82	0,63	1,37	0,91	1,02	0,94
0,5	0,84	1,01	0,91	1,58	1,04	0,94	1,1	0,95	1,54	1,07
1,0	0,95	0,68	0,82	1,09	0,78	1,26	1,13	0,79	1,1	0,96
Ort.	0,88 b			0,96 ab			1,06 a			
Tuz ort. (mS cm ⁻¹)	2 (Kontrol)	1,07 a		LSD	Dönem (0,01)		0,12***			
	4	0,89 b			SA		ÖD			
	6	0,93 b			Tuz (0,01)		0,12***			
Yaprak										
Kontrol	2,27	1,96	2,22	2,33	2,01	2,52	1,96	2,35	2	2,18
0,1	2,76	2,23	2,22	2,2	2,01	1,72	2,21	2,28	2,18	2,21
0,25	1,86	2,2	1,8	2,08	2,29	2,22	2,05	2,14	2,12	2,12
0,5	2,44	2,19	1,75	2,15	1,91	2,25	2,22	2,1	2,07	2,08
1,0	2,26	2,25	1,96	2,24	1,98	1,77	2,51	1,84	2,21	2,11
Ort.	2,14			2,13			2,15			
Tuz ort. (mS cm ⁻¹)	2	2,23 a		LSD	Dönem		ÖD			
	4	2,11 ab			SA		ÖD			
	6	2,08 b			Tuz (0,05)		0,13*			

ÖD: Önemli Değil; * P<0,05; *** P<0,001

4.2.2. Fosfor Miktarı

Yapılan tuz ve SA uygulamaları örnek alınma zamanı kök P miktarı üzerine istatistiki olarak önemli etki göstermemiştir. Buna karşılık yaprak P miktarı SA uygulamaları tarafından önemli derecede etkilenmiş (P<0.01), fakat tuz dozları ve örnek alınma zamanı önemli etkiler yapmamıştır (Çizelge 4.8).

Kökte P miktarı tuz konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak azalmış, kontrolde %0.64 olan P, 6 mS cm⁻¹ de %0.54'e düşmüş fakat bu istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Yapılan SA uygulamaları da kök P miktarını artırmış fakat yine bu

artışlar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. SA uygulamaları içinde en yüksek P miktarı %0.61 ile 0.25 mS cm⁻¹ SA dozunda, en düşük ise %0.54 ile kontrolde belirlenmiştir. Kök örneklerinin alınma zamanı geciktikçe P miktarı artmış fakat bu artış istatistiki açıdan önemsiz olmuştur.

Çizelge 4.8. Farklı dozlarda tuz ve salisilik asit uygulamalarının yaprak ve kök fosfor içeriği (%) üzerine etkisi

Kök										
SA (mM)	1. örnekleme			2. örnekleme			3. örnekleme			Ort.
	Tuz (mS cm ⁻¹)									
	2	4	6	2	4	6	2	4	6	
Kontrol	0,48	0,57	0,52	0,66	0,55	0,57	0,49	0,47	0,46	0,54
0,1	0,63	0,70	0,66	0,91	0,60	0,53	0,71	0,64	0,60	0,59
0,25	0,51	0,55	0,66	0,59	0,67	0,65	0,75	0,76	0,59	0,60
0,5	0,63	0,73	0,60	0,86	0,59	0,67	0,59	0,52	0,66	0,59
1	0,64	0,59	0,63	0,72	0,81	0,56	0,71	0,71	0,51	0,58
Ort.	0,56			0,58			0,60			
Tuz ort. (mS cm ⁻¹)	2(kontrol)	0,64		LSD	Dönem		ÖD			
	4	0,56			SA		ÖD			
	6	0,54			Tuz		ÖD			
Yaprak										
Kontrol	0,37	0,41	0,62	0,69	0,47	0,55	0,46	0,43	0,40	0,53 b
0,1	0,70	0,76	0,76	0,87	0,71	0,42	0,78	0,69	0,64	0,67 a
0,25	0,43	0,43	0,74	0,62	0,74	0,72	0,75	0,78	0,56	0,65 a
0,5	0,50	0,83	0,46	0,96	0,50	0,61	0,63	0,54	0,44	0,66 a
1	0,69	0,61	0,63	0,52	0,75	0,44	0,68	0,70	0,45	0,65 a
Ort.	0,62			0,67			0,61			
Tuz ort. (mS cm ⁻¹)	2	0,67		LSD	Dönem		ÖD			
	4	0,63			SA		0,02**			
	6	0,60			Tuz		ÖD			

ÖD: Önemli Değil, **: p<0,01

Yaprak içeriği yalnızca SA uygulamaları tarafından önemli derecede etkilenmiş (P<0.01), tuz dozları ve örnek alma zamanı P miktarına etki yapmamıştır. Genel olarak bitkilere SA uygulaması yaprak P miktarını kontrole göre artırmıştır. Kontrolde %0.53 olan P miktarı 0.1 mM SA uygulamalarında %0.67'ye yükselmiştir. Diğer SA dozları da

yaprak P miktarını kontrole göre istatistiki bakımdan önemli derecede artırmıştır. Kök içeriğinde olduğu gibi tuz konsantrasyonunun yükselmesi yaprak P miktarını azaltmış, kontrolde (2 mS cm^{-1}) %0.67 olan P miktarı 4 mS cm^{-1} 'de %0.63'e, 6 mS cm^{-1} 'de ise %0.60'a düşmesine rağmen bu farklılıklar istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır.

4.2.3. Potasyum Miktarı

Tuz ve SA uygulamaları ve örnek alma zamanı kök K miktarına istatistiki olarak önemli etki yapmamıştır. Buna karşılık yaprak K içeriği yapılan tuz ve SA uygulamaları ile ve örnek alma zamanı tarafından istatistiki olarak önemli derecede etkilenmiştir (Çizelge 4.9).

Bütün tuz uygulamalarında kök K miktarı % 0.48 olarak belirlenmiş ve yapılan tuz uygulamalarının kök K içeriğine bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bitkilere uygulanan SA dozlarının da kök K miktarı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı saptanmış ve SA uygulamaları içinde en yüksek kök K miktarı % 0.50 ile 0.1 mM uygulamasından, en düşük K miktarı ise kontrol ve 0.25 mM SA (% 0.48) dozundan elde edilmiştir. Kök örneklerinin alınma zamanı da aynı şekilde kök miktarına etki yapmamıştır. Kök K miktarından farklı olarak yaprak K miktarı tuz uygulamaları ile istatistiki olarak önemli derecede etkilenmiştir ($P < 0.001$). En düşük K miktarı %0.54 ile kontrol (2 mS cm^{-1}) uygulamasından, en yüksek ise 4 mS cm^{-1} (%0.59) uygulamasından elde edilmiştir. SA uygulamaları da yaprak K içeriğini önemli derecede etkilemiş ($P < 0.01$) ve genel olarak SA uygulamaları K miktarının artmasına sebep olmuştur. SA uygulamaları içinde en yüksek K miktarı %0.58 ile 0.25 ve 0.50 mM SA uygulamalarından en düşük K miktarı ise %0.94 ile kontrolden elde edilmiştir. Yaprak örneklerinin alınma zamanı bakımından incelendiğinde en yüksek yaprak K miktarı 5. gün alınan yapraklarda (%0.58) en düşük ise %0.55 ile 10. ve 15. gün alınan yapraklarda belirlenmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı dozlarda tuz ve salisilik asit uygulamalarının yaprak ve kök potasyum içeriği (%) üzerine etkileri

Kök										
SA(mM)	1. örnekleme			2. örnekleme			3. örnekleme			Ort.
	Tuz (mS cm ⁻¹)									
	2	4	6	2	4	6	2	4	6	
Kontrol	0,42	0,50	0,46	0,56	0,45	0,46	0,50	0,49	0,45	0,48
0,1	0,51	0,54	0,46	0,50	0,52	0,42	0,55	0,53	0,44	0,50
0,25	0,52	0,46	0,46	0,48	0,46	0,46	0,50	0,45	0,49	0,48
0,5	0,51	0,48	0,58	0,47	0,45	0,44	0,50	0,50	0,49	0,49
1.0	0,46	0,47	0,48	0,47	0,48	0,48	0,51	0,50	0,53	0,49
Ort.	0,49			0,48			0,49			
Tuz ort. (mS cm ⁻¹)	2	0,48		LSD	Dönem		ÖD			
	4	0,48			SA		ÖD			
	6	0,48			Tuz		ÖD			
Yaprak										
Kontrol	0,56	0,58	0,54	0,55	0,52	0,54	0,50	0,54	0,56	0,54 b
0,1	0,58	0,63	0,58	0,50	0,57	0,54	0,58	0,57	0,50	0,56 ab
0,25	0,56	0,63	0,57	0,54	0,60	0,55	0,64	0,58	0,52	0,58 a
0,5	0,52	0,69	0,57	0,56	0,55	0,57	0,53	0,57	0,62	0,58 a
1.0	0,52	0,63	0,54	0,54	0,55	0,54	0,54	0,56	0,52	0,55 ab
Ort.	0,58 a			0,55 b			0,55 b			
Tuz ort. (mS cm ⁻¹)	2	0,54 b		LSD	Dönem		0,02***			
	4	0,59 a			SA		0,03**			
	6	0,56 b			Tuz		0,02***			

ÖD: Önemli Değil, ***P<0,001, ** P<0,01

4.2.4. Kalsiyum Miktarı

Çilek bitkilerine uygulanan tuz ve SA kök ve yaprak kalsiyum içeriği üzerine etkileri çok önemli bulunmuştur (Çizelge 4.10). Ayrıca, kök Ca miktarı üzerine örnek alma zamanı önemli etki yaparken, yaprak örneklerinin alınma zamanı Ca miktarını önemli derecede etkilememiştir.

Uygulanan tuz konsantrasyonunun yükselmesi kök Ca miktarını istatistiki olarak önemli seviyede azaltmıştır (P<0.001). Kontrol (2 mS cm⁻¹) uygulamasında %1.14 olan Ca

miktarı 4 mS cm⁻¹'de %1.03 ve 6 mS cm⁻¹ uygulamasında %0.94'e düşmüş ve bütün ortalamalar birbirinden önemli derecede farklı bulunmuştur. Ayrıca, SA uygulamalarının da kök Ca miktarı üzerine önemli etkilere sahip olduğu belirlenmiştir. Bütün SA uygulamaları kök Ca miktarının kontrole göre önemli seviyede artmasını sağlamıştır (P<0.001). 1.0 mM SA uygulaması kök Ca miktarını %15.8 artırarak kontrolde %0.95 olan miktarı %1.10'a yükselmiştir. Kök örneklerinin alınma zamanı da Ca miktarının etkilenmesine sebep olmuş ve 5. gün %1.15 olan Ca 10. gün %0.94 ve 15.gün %1.02 olarak bulunmuştur. Ayrıca, kök Ca miktarına dönemxSA interaksyonu da önemli etki yapmıştır (P<0.01).

Çizelge 4.10. Farklı dozlarda tuz ve salisilik asit uygulamalarının yaprak ve kök kalsiyum içeriği (%) üzerine etkileri

Kök										
SA (mM)	1. örnekleme			2. örnekleme			3. örnekleme			Ort.
	Tuz (mS cm ⁻¹)									
	2	4	6	2	4	6	2	4	6	
Kontrol	1,19	0,89	0,89	0,97	0,94	0,81	1,11	0,94	0,78	0,95 c
0,1	1,21	1,11	1,07	1,06	1,018	0,89	1,15	1,06	0,83	1,04 ab
0,25	1,30	1,24	1,15	1,03	0,85	0,85	1,22	1,09	0,94	1,07 ab
0,5	1,26	1,22	1,12	0,93	0,86	0,77	1,14	1,03	0,93	1,03 b
1.0	1,33	1,22	1,03	1,09	1,02	1,03	1,15	1,09	1,02	1,10 a
Ort.	1,15 a			0,94 c			1,02 b			
Tuz ort. (mS cm ⁻¹)	2	1,14 a		LSD	Dönem		0,05***			
	4	1,03 b			SA		0,07***			
	6	0,94 c			Tuz		0,05***			
Yaprak										
Kontrol	1,02	0,80	0,69	1,03	0,85	0,69	1,06	0,86	0,77	0,86 b
0,1	1,15	0,82	0,70	1,03	0,89	0,73	1,10	0,98	0,81	0,91 b
0,25	1,41	1,15	0,97	1,14	1,00	0,93	1,26	0,95	0,85	1,07 a
0,5	1,07	1,00	0,90	1,10	1,03	0,93	1,15	0,93	0,86	1,00 a
1.0	1,09	1,02	0,98	1,15	1,06	0,95	1,14	0,90	0,84	1,02 a
ort.	0,99			0,97			0,96			
Tuz ort. (mS cm ⁻¹)	2	1,13 a		LSD	Dönem		ÖD			
	4	0,95 b			SA		0,09***			
	6	0,84 c			Tuz		0,07***			

ÖD: Önemli Değil, ***P<0,001

Bitkilere uygulanan tuz ve SA yaprak Ca miktarını önemli seviyede etkilemiştir. Buna karşılık yaprak örneklerinin alınma zamanı ve interaksiyonların önemli etkileri olmamıştır. Kök Ca içeriğinde olduğu gibi yaprak Ca miktarı da tuz konsantrasyonlarının artmasına bağlı olarak azalmış ve kontrolde (2 mS cm^{-1}) %1.13 olan Ca miktarı 4 mS cm^{-1} uygulamasında %0.95'e ve 6 mS cm^{-1} dozunda %0.84'e düşmüştür. SA uygulamaları da yaprak Ca miktarını önemli seviyede etkilemiş ve en yüksek Ca miktarı %1.07 ile 0.25 mM SA uygulamasından en düşük Ca miktarı ise %0.86 ile kontrolden elde edilmiştir.

4.2.5. Magnezyum Miktarı

Camarosa çilek çeşidi bitkilerine yapılan tuz ve SA uygulamaları ve kök ve yaprak örneklerinin alınma zamanı Mg miktarı üzerine herhangi bir etki yapmamıştır. Yaprakta ve kökte Mg içeriği %0.19 ile %0.22 aralığında değişmiş ve yapılan uygulamaların hiçbirisi Mg miktarı üzerine istatistiki olarak önemli bir etki yapmamıştır (Çizelge 4.11).

4.2.6. Sodyum Miktarı

Yaprak ve kök Na miktarı üzerine yapılan tuz ve SA uygulamaları istatistiki olarak önemli etkiler yapmıştır. Ayrıca, örnek alma zamanı da Na miktarını önemli derecede etkilemiştir (Çizelge 4.12).

Kökte Na miktarı uygulanan tuz konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak istatistiki açıdan önemli derecede artmıştır ($P < 0.001$). Kökte en düşük Na miktarı 133 ppm ile kontrol (2 mS cm^{-1}) uygulamasında belirlenirken en yüksek 218 ppm ile 6 mS cm^{-1} uygulamasında tespit edilmiştir. Buna karşılık uygulanan SA dozunun yükselmesi kök Na miktarının önemli derecede düşmesine yol açmıştır ($P < 0.01$). Kontrolde 214 ppm olarak belirlenen kök Na miktarı 0.5 mM SA uygulamasında 164 ppm'e düşmüştür. Kök örneklerinin alınma zamanı da Na miktarını önemli derecede etkilemiş ve 5. gün 165 ppm, 10. gün 147 ppm ve 15. gün alınan örneklerde 227 ppm Na belirlenmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı Farklı dozlarda tuz ve salisilik asit uygulamalarının yaprak ve kök Mg içeriği (%) üzerine etkileri

Kök										
SA (mM)	1. örnekleme			2. örnekleme			3. örnekleme			Ort.
	Tuz (mS cm ⁻¹)									
	2	4	6	2	4	6	2	4	6	
Kontrol	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
0,1	0,21	0,21	0,20	0,21	0,21	0,22	0,22	0,21	0,20	0,21
0,25	0,21	0,21	0,21	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
0,5	0,21	0,21	0,22	0,21	0,21	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21
1.0	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Ort.	0,21			0,21			0,21			
Tuz ort. (mS cm ⁻¹)	2	0,21		LSD	Dönem		ÖD			
	4	0,21			SA		ÖD			
	6	0,21			Tuz		ÖD			
Yaprak										
Kontrol	0,20	0,21	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,20
0,1	0,20	0,21	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,19	0,20
0,25	0,20	0,21	0,21	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,20
0,5	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,19	0,20
1.0	0,20	0,21	0,21	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,19	0,21
Ort.	0,20			0,21			0,20			
Tuz ort. (mS cm ⁻¹)	2	0,20		LSD	Dönem		ÖD			
	4	0,21			SA		ÖD			
	6	0,21			Tuz		ÖD			

ÖD: Önemli Değil

Yaprak örneklerinde de kök örneklerinde olduğu gibi tuz dozunun yükselmesi yaprak Na miktarının yükselmesine yol açmıştır. Kontrolde (2 mS cm⁻¹) 165 ppm olarak belirlenen Na, 4 mS cm⁻¹'de 240 ppm ve 6 mS cm⁻¹ dozunda 211 ppm olarak bulunmuştur (P<0.001). Bitkilere uygulanan SA'de yaprak Na miktarını önemli derecede etkilemiş (P<0.001) ve kontrole göre diğer SA dozlarının yaprak Na miktarının düşmesine sebep olduğu belirlenmiştir. Kontrol uygulamasında 256 ppm olan Na miktarı 0.5 mM SA dozunda 177 ppm'e düşmüştür. Yaprak örneklerinin alınma zamanı da Na miktarını istatistiki olarak etkilemiş ve örnek alma zamanının

gecikmesine bağı olarak Na miktarının azaldığı saptanmıştır. 5. gün alınan yaprak örneklerinde 230 ppm olarak belirlenen Na, 15. gün 160 ppm olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.12. Farklı dozlarda tuz ve salisilik asit uygulamalarının yaprak ve kök sodyum içeriği (ppm) üzerine etkileri

Kök										
SA (mM)	1. örnekleme			2. örnekleme			3. örnekleme			Ort.
	Tuz (mS cm ⁻¹)									
	2	4	6	2	4	6	2	4	6	
Kontrol	193	209	168	142	226	184	176	293	335	214 a
0,1	151	176	184	151	168	184	109	260	285	185 ab
0,25	134	142	184	92	151	159	176	176	285	166 b
0,5	151	168	176	42	176	159	134	109	360	164 b
1.0	168	159	117	34	184	151	142	209	352	169 b
Ort.	165 b			147 b			227 a			
Tuz ort. (mS cm ⁻¹)	2	133 c		LSD	Dönem		29,5***			
	4	187 b			SA		38,1***			
	6	218 a			Tuz		29,5***			
Yaprak										
Kontrol	193	335	369	243	285	327	159	201	193	256 a
0,1	176	243	268	193	193	243	142	243	201	211 b
0,25	201	209	268	193	260	184	117	235	117	198 b
0,5	151	209	226	184	260	193	75	201	101	177 b
1.0	226	184	193	151	276	193	67	260	84	181 b
Ort.	230 a			225 a			160 b			
Tuz ort. (mS cm ⁻¹)	2	165 b		LSD	Dönem		30***			
	4	240 a			SA		38***			
	6	211 a			Tuz		30***			

*** P<0.001

4.2.7. Klor Miktarı

Kökteki Cl miktarı üzerine uygulanan tuz ve SA'in istatistiki olarak önemli etkileri belirlenmiştir. Aynı zamanda örnek alma zamanı da kök klor içeriğini önemli derecede etkilemiştir (Çizelge 4.13). Kök Cl miktarı uygulanan tuz konsantrasyonunun artmasına bağı olarak istatistiki olarak önemli derecede yükselmiştir (P<0.001). Kontrol (2 mS cm⁻¹) uygulamasında 7.3 ppm olan Cl miktarı %34 oranında artışla 4 mS cm⁻¹ dozunda

9.8 ppm'e ve %48 oranında artarak 6 mS cm^{-1} uygulamasında 10.8 ppm 'e yükselmiştir. Yapılan SA uygulamaları içerisinde 0.1 mM SA dozu kök klor miktarını istatistiki olarak önemli seviyede azaltırken ($P < 0.01$), diğer SA dozlarının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Kontrol uygulamasında 10.7 ppm olan Cl miktarı 0.1 mM SA uygulamasında 8.2 ppm 'e düşmüştür. Örnekleme zamanı da Cl seviyesini artırmış ve 5. gün alınan kök örneklerinde 8.3 ppm olan miktar 10. gün 9.8 ppm 'e ve 15. gün 9.7 ppm 'e yükselmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının yaprak ve kök klor miktarı (ppm) üzerine etkisi

Kök										
SA (mM)	1. örnekleme			2. örnekleme			3. örnekleme			Ort.
	Tuz (mS cm^{-1})									
	2	4	6	2	4	6	2	4	6	
Kontrol	6,3	10,0	10,0	7,5	12,5	13,8	10,0	12,5	13,8	10,7 a
0,1	5,0	6,3	7,5	6,3	10,0	11,3	8,8	10,0	8,8	8,2 b
0,25	8,8	8,8	8,8	3,8	11,3	12,5	7,5	11,3	11,3	9,3 ab
0,5	8,8	8,8	10,0	8,8	8,8	11,3	6,3	7,5	11,3	9,0 ab
1.0	7,5	8,8	8,8	5,0	11,3	11,3	8,8	8,8	8,8	9,0 ab
Ort.	8,3 b			9,8 a			9,7 a			
Tuz ort. (mS cm^{-1})	2	7,3 b		LSD	Dönem		1,28**			
	4	9,8 a			SA		1,65**			
	6	10,8 a			Tuz		1,28***			
Yaprak										
Kontrol	13,8	20,0	21,3	17,5	22,5	23,8	18,8	23,8	30,0	21,3 a
0,1	11,3	18,8	21,3	15,0	21,3	16,3	11,3	20,0	23,8	17,9 b
0,25	12,5	15,0	16,3	16,3	20,0	16,3	11,3	21,3	22,5	16,8 b
0,5	11,3	16,3	17,5	16,3	18,8	20,0	17,5	23,8	21,3	18,1 b
1.0	11,3	17,5	18,8	17,5	21,3	21,3	18,8	21,8	21,3	18,8 ab
Ort.	15,8 b			19,4 a			20,5 a			
Tuz ort. (mS cm^{-1})	2	14,7 b		LSD	Dönem		2,14***			
	4	20,1 a			SA		2,77**			
	6	20,9 a			Tuz		2,14***			

*** $P < 0,001$, ** $P < 0,01$

Yaprak Cl miktarı da yapılan tuz ve SA uygulamalarında istatistiki olarak önemli derecede etkilenmesine neden olmuştur (Çizelge 4.13). Uygulanan tuz dozunun

yükselmesi yaprak Cl miktarını artırmış ve kontrolde 14.7 ppm olan Cl, 4 mS cm⁻¹'de 20.1 ppm ve 6 mS cm⁻¹ dozunda 20.9 ppm'e yükselmiş ve kontrolle 4 ve 6 mS cm⁻¹ uygulamaları arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir (P<0.001). Bitkilere püskürtülen SA yaprak Cl içeriğinin istatistiki olarak önemli derecede azalmasını sağlamıştır (P<0.01). SA uygulamaları içinde en yüksek Cl miktarı kontrolden (21.3 ppm) elde edilirken en düşük ise 16.8 ppm ile 0.25 mM SA uygulamasında saptanmıştır. Kökteki Cl miktarında olduğu gibi örnekleme zamanının gecikmesi yaprak Cl miktarının da artmasını sağlamış ve 5. gün alınan örneklerde 15.8 ppm olarak belirlenen Cl 15. gün 20.5 ppm olarak bulunmuştur.

4.2.8. Demir Miktarı

Yaprak ve kök Fe miktarına uygulanan tuz ve SA dozlarının etkisi incelendiğinde, kök Fe miktarı üzerine tuz dozlarının ve örnek alma zamanının etkisinin önemli, SA dozlarının ise etkisinin önemsiz olduğu, yaprak Fe miktarı üzerine ise yalnızca örnek alma zamanının etkisinin önemli olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Uygulanan tuz konsantrasyonunun yükselmesi kökteki Fe miktarının artmasına yol açmış ve kontrolde (2 mS cm⁻¹) 220 ppm olan Fe miktarı 4 mS cm⁻¹ dozunda 270 ppm'e yükselmiştir. Buna karşılık 6 mS cm⁻¹ dozunda tekrar düşerek 222 ppm seviyesine inmiştir. SA uygulamaları arasında önemli bir farklılık belirlenememiş Fe miktarı 220 ppm (0.5 mM SA) ile 260 ppm (0.1 mM SA) arasında değişmiştir. Kökte Fe miktarı örnek alma zamanı tarafından önemli derecede etkilenmiş ve en yüksek Fe miktarı 10. gün alınan örneklerde (280 ppm) belirlenmiştir.

Yaprak Fe miktarı yapılan tuz ve SA uygulamalarından istatistiki olarak önemli derecede etkilenmemiş fakat yaprak örneklerinin alınma zamanı Fe miktarını önemli derecede etkilemiştir. Tuz uygulamaları arasında en düşük Fe miktarı 50 ppm ile kontrolde (2 mS cm⁻¹) en yüksek ise 70 ppm ile 6 mS cm⁻¹ uygulamasında belirlenmiştir. SA uygulamaları içinde de en yüksek Fe miktarı 67 ppm ile 0.25 mM SA dozundan en düşük ise 54 ppm ile 1.0 mM SA uygulamasından elde edilmiştir. Yaprak

örneklerinin alınma zamanı Fe miktarını önemli derecede etkilemiş ve örnek alma zamanı geciktikçe Fe miktarı azalmıştır. 5. gün alınan örneklerde 72 ppm olan Fe miktarı 10. gün 69 ppm'e ve 15. gün 40 ppm'e düşmüştür.

Çizelge 4.14. Farklı dozlarda tuz ve salisilik asit uygulamalarının yaprak ve kök demir içeriği (ppm) üzerine etkisi

Kök										
SA (mM)	1. örnekleme			2. örnekleme			3. örnekleme			Ort.
	Tuz (mS cm ⁻¹)									
	2	4	6	2	4	6	2	4	6	
Kontrol	200	220	290	310	150	330	330	280	80	240
0,1	300	190	160	310	290	500	210	240	80	260
0,25	170	180	230	140	350	260	220	370	210	240
0,5	190	120	260	160	390	240	190	280	110	220
1.0	160	350	230	330	330	110	90	350	240	240
Ort.	210 b			280 a			220 b			
Tuz ort. (mS cm ⁻¹)	2	220 b		LSD	Dönem		46**			
	4	270 a			SA		ÖD			
	6	222 b			Tuz		46**			
Yaprak										
Kontrol	130	70	50	30	100	80	40	30	40	63
0,1	50	30	60	30	80	120	30	50	30	56
0,25	110	70	120	40	60	50	40	60	60	67
0,5	50	70	50	90	50	120	30	40	40	61
1.0	40	120	70	40	50	70	20	30	40	54
Ort.	72 a			69 a			40 b			
Tuz ort. (mS cm ⁻¹)	2	50		LSD	Dönem		18**			
	4	60			SA		ÖD			
	6	70			Tuz		ÖD			

ÖD: Önemli Değil, ** P<0.01

4.2.9. Çinko Miktarı

Camarosa çilek çeşidi bitkilerine uygulanan tuz ve SA kök ve yaprak Zn miktarı üzerine etkileri incelendiğinde, kök Zn içeriğine tuz ve SA uygulamalarının ve örnek alma

zamanının önemli etkilerinin olduğu yaprak Zn miktarına ise tuz uygulamasının ve örnek alma zamanının önemli etkisinin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Farklı dozlarda tuz ve salisilik asit uygulamalarının yaprak ve kök çinko içeriği (ppm) üzerine etkileri

Kök										
SA (mM)	1. örnekleme			2. örnekleme			3. örnekleme			Ort.
	Tuz (mS cm ⁻¹)									
	2	4	6	2	4	6	2	4	6	
Kontrol	50	32,5	65	122,5	265	55	35	100	52,5	73,3 d
0,1	137,5	30	55	65	25	67,5	32,5	177,5	235	91,7c
0,25	55	30	60	180	30	110	40	175	170	94,4c
0,5	47,5	30	80	377,5	277,5	57,5	25	290	92,5	141,9a
1.0	37,5	30	45	415	60	45	22,5	265	80	111,1b
Ort.	52,3c			135,7a			119,5b			
Tuz ort. (mS cm ⁻¹)	2	141,2a		LSD	Dönem		10.06***			
	4	113,3b			SA		12.98***			
	6	53,0c			Tuz		10.06***			
Yaprak										
Kontrol	30	33,8	32,5	52,5	40,6	23,1	53,1	106,3	41,9	46,2
0,1	26,9	13,1	20,6	78,1	40,0	25,0	45,0	84,4	25,0	39,7
0,25	37,5	42,5	27,5	68,8	18,8	26,9	38,8	93,8	43,1	44,1
0,5	21,3	14,4	26,3	53,1	29,4	25,6	28,1	103,8	26,9	36,7
1.0	23,8	13,8	21,9	35,6	22,5	27,5	36,3	137,5	16,9	37,4
Ort.	26,23 c			37,4 b			58,8 a			
Tuz ort. (mS cm ⁻¹)	2	38,9 b		LSD	Dönem		9,8***			
	4	53,1 a			SA		ÖD			
	6	30,5 b			Tuz		9,8**			

ÖD: Önemli Değil, ***P<0,001, ** P<0,01

Uygulanan tuz konsantrasyonunun artması kökte Zn miktarının önemli derecede azalmasına sebep olmuştur. Kontrolde (2 mS cm⁻¹) 141.1 ppm olarak belirlenen Zn miktarı 4 mS cm⁻¹ uygulamasında 113.3 ppm'e ve 6 mS cm⁻¹ dozunda 53.0 ppm'e düşmüştür. SA uygulamaları da kök Zn içeriğini önemli derecede etkilemiş ve genel olarak SA uygulamaları Zn miktarının artmasına sebep olmuştur. Kontrolde 73.3 ppm olan Zn 0.5 mM SA uygulaması ile %94 artışla 141.9 ppm'e yükselmiştir. Kök Zn

içeriği örnek alma zamanı tarafından da etkilenmiş ve örnek alma zamanının gecikmesi kök Zn miktarının yükselmesine yol açmıştır. 5. gün alınan kök örneklerinde 52.3 ppm olan Zn miktarı 10.gün 135.6 ppm'e 15. gün ise 119.5 ppm'e yükselmiştir.

Tuz konsantrasyonları yaprak Zn miktarını istatistiki olarak önemli derecede etkilemiş ve kontrolde (2 mS cm^{-1}) 38.9 ppm olarak belirlenen Zn 4 mS cm^{-1} dozunda 53.1 ppm ve 6 mS cm^{-1} uygulamasında 30.5 ppm olarak belirlenmiştir. Kontrol ve 6 mS cm^{-1} uygulamaları ile 4 mS cm^{-1} uygulaması arasında istatistiki olarak önemli farkın olduğu bulunmuştur. Yaprak örneklerinin alınma zamanı da Zn içeriğini önemli derecede etkilemiş ve örnek alma zamanının gecikmesi Zn içeriğini artırmıştır. 5. gün alınan örneklerde 26.2 ppm olan Zn, 10. gün 37.4 ppm'e ve 15.gün 58.8 ppm'e yükselmiştir. SA uygulamaları yaprak Zn miktarını istatistiki olarak önemli seviyede etkilememiş ve Zn miktarı 36.7 ppm (0.5 mM SA) ile 46.2 ppm (kontrol) arasında değişmiştir.

4.2.10. Mangan Miktarı

Yapılan SA ve tuz uygulamalarının kök ve yaprak Mn miktarı üzerine önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, örnek alma zamanları da kökte Mn içeriğini önemli derecede etkilemiştir (Çizelge 4.16).

Kök Mn miktarı üzerine uygulanan SA dozları önemli derecede etki yapmış ($P < 0.001$) ve 1.0 mM SA uygulaması hariç diğer SA dozları kontrole göre kök Mn miktarını artırmıştır. Kontrolde 63.3 ppm olarak belirlenen Mn miktarı 0.1 , 0.25 ve 0.5 mM SA uygulamalarında 72.5 ppm'e yükselmiştir. Tuz uygulamaları da kök Mn miktarını önemli derecede etkilemiştir. En yüksek Mn miktarı 4 mS cm^{-1} uygulamasından (76.9 ppm) en düşük Mn ise 59.2 ppm ile kontrol (2 mS cm^{-1}) uygulamasından elde edilmiştir. Kök örneklerinin alınma zamanı da kök Mn içeriğini önemli derecede etkilediği ve en yüksek 10. gün alınan örneklerde (75.7 ppm) saptanmıştır.

Yaprak Mn içeriği yalnızca uygulanan SA dozları tarafından önemli derecede etkilenmiştir ($P < 0.01$). SA dozları içerisinde 0.1 (40.7 ppm) ve 0.25 mM (47.5 ppm) SA dozları kontrole (39.6 ppm) göre Mn içeriğini artırmış fakat bu artış istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Bunun yanı sıra 0.5 mM (36.9 ppm) ve 1.0 mM SA (33.8 ppm)

dozları da kontrolden daha düşük Mn miktarına sebep olmuş fakat bu düşüşlerde kontrolden farklı bulunmamıştır. Tuz dozları yaprak Mn içeriğine etki yapmamış ve en yüksek Mn kontrol (10.6 ppm) uygulamasından elde edilmiştir. Aynı şekilde örnek alma zamanı da Mn içeriğine etki yapmamış ve en yüksek Mn miktarı 10.gün alınan örneklerde 41.3 ppm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı dozlarda tuz ve salisilik asit uygulamalarının yaprak ve kök mangan içeriği (ppm) üzerine etkileri

Kök										
SA (mM)	1. örnekleme			2. örnekleme			3. örnekleme			Ort.
	Tuz (mS cm ⁻¹)									
	2	4	6	2	4	6	2	4	6	
Kontrol	61,6	58,0	58,0	50,8	54,4	54,4	36,3	112,4	83,4	63,3 b
0,1	112,4	61,6	76,1	61,6	72,5	126,9	47,1	47,1	47,1	72,5 a
0,25	83,4	32,6	76,1	39,9	105,1	90,6	68,9	108,8	47,1	72,5 a
0,5	50,8	32,6	61,6	36,3	145,0	65,3	47,1	61,6	32,6	72,5 a
1.0	39,9	61,6	119,6	83,4	105,1	43,5	47,1	94,3	58,0	59,2 b
Ort.	65,7 b			75,7 a			62,6 b			
Tuz ort. (mS cm ⁻¹)	2	59,2 c	LSD	Dönem		5.06***				
	4	76,9 a		SA		6.54***				
	6	67,9 b		Tuz		5.06***				
Yaprak										
Kontrol	50,8	36,3	36,3	32,6	58,0	29,0	32,6	39,9	39,9	39,6 ab
0,1	36,3	32,6	32,6	43,5	50,8	47,1	43,5	39,9	36,3	40,7 ab
0,25	54,4	39,9	50,8	39,9	39,9	58,0	43,5	32,6	43,5	47,5 a
0,5	43,5	36,3	25,4	39,9	32,6	54,4	39,9	29,0	32,6	36,9 b
1.0	50,8	32,6	43,5	29,0	36,3	25,4	29,0	29,0	32,6	33,8 b
Ort.	40,1			41,3			37,7			
Tuz ort. (mS cm ⁻¹)	2	40,6	LSD	Dönem		ÖD				
	4	39,2		SA		8,3**				
	6	39,4		Tuz		ÖD				

ÖD: Önemli Değil, ***P<0,001, ** P<0,01

4.2.11 Bakır Miktarı

Bitkilere uygulanan SA ve tuz dozları kök ve yaprak Cu miktarı üzerine önemli etkiler yapmıştır. Ayrıca, yaprak ve kök örnek alma zamanlarında Cu içeriği üzerine önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.17).

Yapılan tuz uygulamaları kök Cu içeriğini istatistiki olarak önemli derecede etkilemiş ($P<0.01$) ve kontrolde (2 mS cm^{-1}) 39.7 ppm olarak belirlenen Cu miktarının 4 mS cm^{-1} de 44.6 ppm ve 6 mS cm^{-1} uygulamasında 37.6 ppm olarak bulunmuştur. SA uygulamaları da kök Cu içeriğini istatistiki olarak önemli derecede etkilemiş ve 0.25 mM SA dozu (42.9 ppm) kontrole (39.8 ppm) göre kök Cu içeriğini önemli derecede artırmıştır. Kök örneklerinin alınma zamanı da Cu içeriğini önemli seviyede etkilemiş ($P<0.001$) ve örnekleme zamanının gecikmesi Cu miktarının artmasına sebep olmuştur. 5. gün alınan örneklerde 38.0 ppm olarak bulunan Cu 10. günde 40.8 ppm 'e ve 15. günde 42.9 ppm 'e yükselmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı dozlarda tuz ve salisilik asit uygulamalarının yaprak ve kök bakır içeriği (ppm) üzerine etkileri

Kök										
SA (mM)	1. örnekleme			2. örnekleme			3. örnekleme			Ort.
	Tuz (mS cm^{-1})									
	2	4	6	2	4	6	2	4	6	
Kontrol	39	36	38	40	44	34	34	43	45	39,8 bc
0,1	43	37	33	38	50	32	36	43	42	39,5 bc
0,25	42	38	34	40	46	36	36	70	43	42,9 a
0,5	38	37	32	39	46	36	38	44	42	39,2 c
1.0	44	40	33	44	49	36	37	45	46	41,5 ab
Ort.	38,0 c			40,8 b			42,9 a			
Tuz ort. (mS cm^{-1})	2	39,7 b		LSD	Dönem		1,6***			
	4	44,6 a			SA		2,1**			
	6	37,6 c			Tuz		1,6***			
Yaprak										
Kontrol	39	38	36	44	41	23	15	11	36	31,7 b
0,1	40	38	38	43	40	25	17	16	41	33,2 ab
0,25	38	39	41	42	42	29	19	15	39	33,8 ab
0,5	40	41	34	44	39	30	21	13	40	33,7 ab
1.0	38	47	38	41	40	32	23	14	41	35,0 a
Ort.	39,1 a			37,2 b			24,1 c			
Tuz ort. (mS cm^{-1})	2	33,7 a		LSD	Dönem		1,7***			
	4	31,8 b			SA		2,2**			
	6	34,9 a			Tuz		1,7***			

*** $P<0,001$, ** $P<0,01$

Yaprak Cu miktarı hem tuz ve hem de SA uygulamaları tarafından istatistiki olarak önemli derecede etkilenmiştir. Tuz uygulamaları yaprak Cu miktarını düzensiz bir şekilde etkilemiş ve yaprak Cu içeriğini kontrolde (2 mS cm^{-1}) 33.7 ppm , 4 mS cm^{-1} 'de 31.8 ppm ve 6 mS cm^{-1} uygulamasında 34.9 ppm olarak bulunmuştur. Genel olarak SA uygulamaları yaprak Cu miktarını kontrole göre artırmakla beraber yalnızca 1.0 mM SA uygulamasının etkisi önemli olarak belirlenmiş, diğer uygulamaların etkisi kontrolden farklı bulunmamıştır. Kontrolde 31.7 ppm olarak bulunan yaprak Cu içeriği 1.0 mM SA uygulamasında 35.0 ppm olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, yaprak örneklerinin alınma zamanı da Cu miktarını önemli derecede etkilemiş ve örnekleme zamanının gecikmesi Cu miktarının azalmasına neden olmuştur. 5. gün alınan örneklerde 39.1 ppm olarak bulunan Cu miktarı 10. gün 37.2 ppm 'e ve 15. gün 24.1 ppm 'e düşmüştür.

4.3 Vejetatif Gelişmedeki Değişmeler

Camarosa çilek çeşidi bitkilerine farklı dozlarda SA (Kontrol, 0.1 , 0.25 , 0.5 ve 1.0 mM) uygulamasından sonra 2 ay boyunca uygulanan değişik tuz dozlarının (2 (kontrol), 4 ve 6 mS cm^{-1}) vejetatif gelişme üzerine etkisi gözlemlerinde genel olarak SA uygulamalarının bitki gelişimini olumlu yönde etkilediği ve tuz belirtilerinin daha geç ortaya çıkmasına sebep olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1 ve 4.2). Kontrol tuz dozunda tuz belirtileri hiç görülmezken, 4 ve 6 mS cm^{-1} uygulamasının kontrol SA dozunda ve denemenin 2. ayına doğru 1.0 mM SA uygulanan bitkilerde tuz belirtileri görülmeye başlanmıştır.

4.3.1. Yaprak Alanı

Camarosa çilek çeşidi bitkilerine tuz çözeltileri uygulanmaya başlamasında yaklaşık 2 ay sonra bitkilerde yaprak alanı ölçümleri yapılmıştır. Yapılan tuz ve SA uygulamalarının yaprak alanı üzerine önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.18). Bitkilere uygulanan tuz konsantrasyonunun yükselmesi yaprak alanında önemli azalışlara sebep olmuştur. Kontrol (2 mS cm^{-1}) uygulamasında 53.0 cm^2 olan yaprak alanı 4 mS cm^{-1} dozunda 32.9 cm^2 'ye ve 6 mS cm^{-1} uygulamasında 12.1 cm^2 'ye düşmüştür.



Şekil 4.1. 6 mS cm^{-1} uygulamasında kontrol bitkisinin görüntüsü



Şekil 4.2. 6 mS cm^{-1} tuz uygulamasında 0.1 mM SA uygulaması yapılmış bitki

ve bütün uygulamaların birbirinden istatistiki olarak farklı olduğu belirlenmiştir ($P<0.001$). SA uygulamalarında yaprak alanı üzerinde önemli etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir ($P<0.001$). SA uygulamaları içinde 0.1 mM dozu haricindeki bütün uygulamalar yaprak alanının kontrole göre istatistiki olarak önemli derecede artmasına sebep olmuştur. Kontrolde 24.0 cm^2 olan yaprak alanı 0.1 mM SA' de 27.7 cm^2 , 0.25 mM SA' de 43.4 cm^2 , 0.5 mM SA' de 33.1 cm^2 ve 1.0 mM SA uygulamasında 35.2 cm^2 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, tuz x SA interaksyonu da önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Tuz x SA interaksyonunun önemli çıkmasının sebebi tuz ve SA uygulamalarının ters yönlü etki yapmaları olmuştur.

Çizelge 4.18. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının yaprak alanı (cm^2) üzerine etkileri

Tuz (mS cm^{-1})	SA (mM)					Ort.
	Kontrol	0.1	0.25	0.5	1.0	
2 (Kontrol)	53,4	63,3	59,7	51,3	50,8	53,0 a***
4	20,3	25,3	42,6	28,2	35,2	32,9 b
6	0,0	0,0	29,9	9,6	21,0	12,1 c
Ort.	24,0 c***	27,7 c	43,4 a	33,1 b	35,2 b	

*** $P<0,001$

4.3.2. Taze Yaprak Ağırlığı

Yapılan tuz ve SA uygulamaları taze yaprak ağırlığı üzerine önemli etkiler sahip olmuştur (Çizelge 4.19). SA uygulamaları genel olarak taze yaprak ağırlığını kontrole göre artırmakla beraber yalnızca 0.25 mM SA uygulaması istatistiki olarak önemli derecede taze yaprak ağırlığını artırmıştır ($P<0.01$). Kontrolde 65.3 g olan taze yaprak ağırlığı % 26 artışla 0.25 mM SA uygulamasında 82.0 g' a yükselmiştir. Tuz uygulamaları da taze yaprak ağırlığını istatistiki olarak önemli derecede etkilemiştir ($P<0.001$). Uygulanan tuz konsantrasyonunun artması taze yaprak ağırlığını önemli derecede azaltmıştır. En yüksek taze yaprak ağırlığı 93.2 g ile kontrol (2 mS cm^{-1})'de belirlenmiş bunu 72.0 g ile 4 mS cm^{-1} uygulaması ve 45.2 g ile 6 mS cm^{-1} dozu

izlemiştir. Uygulanan tuz ve SA dozlarının genel olarak birbirine zıt yönde etki yapmaları tuz x SA interaksiyonunun önemli çıkmasına sebep olmuştur ($P<0.001$).

Çizelge 4.19. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının yaş yaprak ağırlığı (g) üzerine etkileri

Tuz (mS cm ⁻¹)	SA (mM)					Ort.
	Kontrol	0.1	0.25	0.5	1.0	
2 (Kontrol)	110	78	110	90	78	93,2 a***
4	50	88	84	60	78	72,0 b
6	36	48	52	50	40	45,2 c
Ort.	65,3 b**	71,3 b	82,0 a	66,7 b	65,3 b	

*** $P<0,001$, ** $P<0.01$

4.3.3. Kuru Yaprak Ağırlığı

Tuz ve SA uygulamalarının kuru yaprak ağırlığına etkileri incelendiğinde, her iki uygulamanın da önemli etkilerinin olduğu görülmektedir (Çizelge 4.20). Tuz konsantrasyonları içerisinde en yüksek kuru yaprak ağırlığı 33.6 g ile 6 mS cm⁻¹ uygulamasında elde edilmiş bunu 21.3 g ile kontrol (2 mS cm⁻¹) ve 20.4 g ile 4 mS cm⁻¹ uygulamaları takip etmiştir. 6 mS cm⁻¹ uygulaması diğer iki uygulamadan istatistiki olarak önemli seviyede farklı bulunmuştur ($P<0.001$). SA uygulamaları da genel olarak kuru yaprak ağırlığını artırmakla beraber, sadece 0.25 mM SA uygulaması kontrolden istatistiki olarak farklı bulunmuştur. SA uygulamaları içinde kontrolde 20.7 g olan kuru yaprak ağırlığı 0.1 mM dozunda 26.0 g, 0.25 mM'de 30.0 g, 0.5 mM'de 26.0 g ve 1.0 mM uygulamasında 22.7 g olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.20. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının kuru yaprak ağırlığı (g) üzerine etkileri

Tuz (mS cm ⁻¹)	SA (mM)					Ort.
	Kontrol	0.1	0.25	0.5	1.0	
2 (Kontrol)	14	22	26	24	20	21,3 b***
4	18	26	24	16	18	20,4 b
6	30	30	50	38	30	33,6 a
Ort.	20,7 b**	26,0 ab	30,0 a	26,0 b	22,7 ab	

***P<0,001, ** P<0.01

4.3.4. Taze Kök Ağırlığı

Taze kök ağırlığı üzerine yapılan tuz ve SA uygulamalarının etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.21). Bitkilere uygulanan tuz konsantrasyonunun artması taze kök ağırlığını kontrole göre önemli derecede azaltmıştır (P<0.001). Kontrolde 142.4 g olarak belirlenen taze kök ağırlığı 4 mS cm⁻¹ uygulamasında %55 oranında azalmayla 63.4 g ve 6 mS cm⁻¹ uygulamasında % 35 oranında azalmayla 92.0 g olarak bulunmuştur. SA uygulamaları da taze kök ağırlığını istatistiki olarak önemli derecede etkilemiştir (P<0.001). Kontrolle 0.5 mM SA dozunda 87.3 g olarak belirlenen taze kök ağırlığı 1.0m M SA uygulamasında 99.3 g' a yükselmesine rağmen aradaki fark önemli bulunmamıştır. Buna karşılık, 0.1 ve 0.25 mM SA dozları taze kök ağırlığını istatistiki olarak önemli derecede artırmıştır. Taze kök ağırlığı 0.1 mM SA dozunda 101.0 g ve 0.25 mM SA uygulamasında 121.3 g olarak belirlenmiştir. Tuz ve SA dozlarının taze kök ağırlığı üzerine etkilerinin birbirinden farklı olmasından dolayı tuz x SA interaksyonu önemli olarak bulunmuştur (P<0.001).

Çizelge 4.21. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının yaş kök ağırlığı (g) üzerine etkileri

Tuz (mS cm ⁻¹)	SA (mM)					Ort.
	Kontrol	0.1	0.25	0.5	1.0	
2 (Kontrol)	146	136	176	112	142	142,4 a***
4	52	72	70	50	72	63,4 c
6	64	94	118	100	84	92,0 b
Ort.	87,3 c***	101,0 b	121,3 a	87,3 c	99,3 bc	

***P<0,001

4.3.5. Kuru Kök Ağırlığı

Kuru kök ağırlığı üzerine tuz ve SA uygulamaları istatistiki olarak önemli derecede etkili bulunmuştur (Çizelge 4.22). Tuz dozları kuru kök ağırlığını önemli derecede etkilemiş ve 6 mS cm⁻¹ uygulamasında belirlenen en yüksek (41.2 g) kuru kök ağırlığı, kontrolde 30.4 g ve 4 mS cm⁻¹ uygulamasında 27.2 g olarak tespit edilmiştir. SA uygulamaları da kuru kök ağırlığı üzerinde önemli etkilere sahip olarak bulunmuştur. SA dozları içerisinde 0.25 mM ve 1.0 mM SA konsantrasyonlarının kuru kök ağırlığını istatistiki olarak önemli derecede artırdığı saptanmıştır (P<0.05). Kontrolde 27.3 g olarak bulunan kuru kök ağırlığı 0.25 mM SA dozunda 38.7 g ve 1.0 mM SA uygulamasında 36.7 g olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.22. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının kuru kök ağırlığı (g) üzerine etkileri

Tuz (mS cm ⁻¹)	SA (mM)					Ort.
	Kontrol	0.1	0.25	0.5	1.0	
2 (Kontrol)	34	26	26	36	30	30,4 b***
4	16	12	38	24	46	27,2 b
6	32	46	52	42	34	41,2 a
Ort.	27,3 b*	28,0 b	38,7 a	34,0 ab	36,7 a	

***P<0,001, * P<0.05

4.3.6. Kök Uzunluğu

Diğer vejetatif gelişme özelliklerinde olduğu gibi uygulanan tuz ve SA dozları kök uzunluğu üzerine önemli etkiler yapmıştır. Bitkilere uygulanan tuz konsantrasyonunun yükselmesi kök uzunluğunun artmasına yol açmış ve kontrolde (2 mS cm⁻¹) 17.8 cm olarak ölçülen kök uzunluğu 4 mS cm⁻¹ 20.6 cm' e ve 6 mS cm⁻¹ uygulamasında 20.2 cm' e ulaşmıştır. Kontrolle 4 ve 6 mS cm⁻¹ uygulamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0.001). Uygulama SA dozlarının kök uzunluğu üzerine etkileri de önemli olmuştur. SA dozlarının 0.25 mM kadar yükselmesi kök uzunluğunu kontrole göre bir miktar artırmış fakat bu artış istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Buna karşılık SA dozunun daha da yükselmesi kök uzunluğunu azaltmıştır. Kontrolde 20.5 cm olarak belirlenen kök uzunluğu 0.25 mM SA uygulamasında 21.7 cm'e yükselmiş 1.0 mM SA ile kontrol ve 0.25 mM SA uygulaması arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.23. Farklı dozlarda tuz ve SA uygulamalarının kök uzunluğu (cm) üzerine etkileri

Tuz (mS cm ⁻¹)	SA (mM)					Ort.
	Kontrol	0.1	0.25	0.5	1.0	
2 (Kontrol)	19,3	20,1	18,3	17,3	14,2	17,8 b***
4	21,4	20,6	25,8	18,8	18,0	20,6 a
6	20,8	19,7	21,2	20,1	20,5	20,2 a
Ort.	20,5 ab***	20,1 b	21,7 a	18,7 bc	17,6 c	

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1. Fizyolojik Değişimler Üzerine Etkisi

Camorosa çilek çeşidi ile yürütülen bu çalışmada, bitkilere uygulanan farklı SA (kontrol, 0.1, 0.25, 0.5 ve 1.0 mM) dozlarının ve tuz (2 (kontrol), 4 ve 6 mS cm⁻¹) konsantrasyonlarının etkileri incelenmiştir. Genel olarak bitkilere uygulanan tuz konsantrasyonunun artması yaprakta membran geçirgenliğini ve prolin miktarını artırmış buna karşılık protein miktarı ve klorofil a, b ve toplam klorofil miktarını azaltmıştır. Buna karşılık uygulanan SA dozları genel olarak yapraklardaki membran geçirgenliğini azaltmış, protein, prolin ve klorofil a, b ve toplam klorofil miktarını ise artırmıştır.

Membran geçirgenliği membran stabilitesini gösteren önemli bir belirtidir. Membran geçirgenliğinin düşük olması membranın sağlamlığı açısından önemlidir. Bitkilere uygulanan tuz genel olarak membran geçirgenliğinin yükselmesine ve böylece stabilitesinin bozulmasına yol açmakta ve böylece bitkinin zarar görmesinde önemli bir etken olmaktadır. Bu konuda birçok bitki türü ile yapılan çalışmada, tuz uygulamasının membran geçirgenliğini artırdığı ile ilgili çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Arpa (Tayeb, 2005), çilek (Kaya et al., 2002) ve çeltik (Lutts et al., 1996) gibi bitki türleri ile yapılan çalışmalarda, tuz uygulamalarının membran geçirgenliğini artırıcı etki yaptığı belirlenmiştir. Bu açıdan elde ettiğimiz sonuçlar bu çalışmaların sonuçları ile uyum içerisinde bulunmaktadır.

Tuz stresi altında olan bitkilere SA uygulaması membran geçirgenliğinin azalmasına sebep olarak membranın stabilitesinin korunmasına yardımcı olmaktadır. Genel olarak Camarosa çilek çeşidi bitkilerine uygulanan SA membran geçirgenliğinin azalmasını sağlamıştır. Bu konuda çilekte yapılmış bir çalışma bulunmamakla beraber başka bitki türleri ile yapılan çalışmada, SA uygulamalarının membran geçirgenliğini azalttığı

yönünde sonuçlar elde edilmiştir. Qing-Moo et al. (2007) hıyarda yaptıkları çalışmada tuz stresi altındaki bitkilere SA uygulamasının membran geçirgenliğini azalttığı belirlenmiştir.

Çilek bitkilerine uygulanan tuz çözeltisi yapraktaki protein miktarının azalmasına buna karşılık tuzlu şartlarda büyüyen bitkilere uygulanan SA protein miktarının artmasına sebep olmuştur. Tuz uygulamalarının bitkilerdeki en önemli etkilerinden birisi bitkilerin fizyolojik ve biyolojik aktivitelerini bozmaları ve fotosentezi azaltmalarıdır. Bu tür aktivitelerde bozulma fotosentezde azalma protein sentezi gibi birçok fizyolojik olayın olumsuz etkilenmesine yol açmakta ve tuz stresi altındaki bitkilerin protein içeriğinin azalmasına sebep olmaktadır. Bu konuda farklı bitkilerde yapılan çalışmalarda protein içeriğinin azaldığı bildirilmiştir. Lutts et al. (1996) çeltikte yaptıkları çalışmada tuz stresi altındaki bitkilerde protein içeriğinin azaldığını belirlemiştir. Buna karşılık, tuz stresi altında çilek bitkisine uygulanan SA yaprakta protein miktarının artmasını sağlamıştır. Bu durum uygulanan SA' in bitkinin tuz stresine toleransının artmasına olumlu etkisinin olduğunu ve büyüme ve gelişmeyi teşvik edici etkisi olduğunu gösteren önemli bir belirtidir. Çilekte tuzlu şartlarda SA' in protein miktarı üzerine etkisi ile ilgili bir çalışma bulunmamakla beraber, fasulyede (Çanakçı vd., 2004) yapılan bir çalışmada tuz stresi altındaki bitkiye uygulanan Asetilsalisilik asidin protein miktarını uygulama yapılmamış bitkilere göre artırdığı buna karşılık arpada (Tayeb, 2005) yapılan çalışmada tuz stresi altındaki bitkilere uygulanan SA' in çözülebilir protein miktarını azalttığı belirlenmiştir. Burada bizim çilekte belirlediğimiz gibi tuzlu şartlarda SA uygulamasının protein içeriğini artırdığı veya azalttığı ile ilgili sonuçlar bulunmaktadır. Burada farklı sonuçların elde edilmesi farklı türler üzerinde çalışılmasından kaynaklanabilir.

Bir aminoasit olan prolin tuz gibi birçok stres şartında bitki tarafından sentezlenen ve osmoregülasyonu kurmada önemli olan bir organik maddedir. Tuz uygulaması genel olarak bitkilerde prolin miktarının artmasına yol açmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalarda da tuz stresi altındaki bitkilerin prolin miktarını artırdığı ile ilgili sonuçlar elde edilmiştir. Pırlak ve Eşitken (2004) Fern ve Camarosa çilek çeşitleri ile yaptıkları

çalışmada, bitkilere tuz çözeltisi uygulamasının prolin miktarını önemli ölçüde artırdığını belirlemişlerdir. Aynı şekilde buğday (Güneş vd. 1997), domates (İnal vd. 1997; Aziz et al. 1999), çim bitkileri (Harivandi et al. 1982) gibi başka bitki türleri ile yapılan çalışmalarda da tuz uygulamasının prolin miktarını artırdığı belirlenmiştir. Tuz stresi altındaki çilek bitkilerine uygulanan SA prolin miktarını artırmıştır. Çilekte bu konuda daha önce yapılmış çalışmalar bulunmamaktadır. Bununla beraber, hıyarda (Qing-Moo et al., 2007), buğdayda (Sahhobutdinova et al., 2003) yapılan çalışmalarda tuz stresi altındaki bitkilere uygulanan SA' in prolin içeriğini artırdığı belirlenmiştir. Tuz stresi altındaki bitkilere uygulanan SA' in prolin içeriğini artırması bitkinin osmotik dengesini kurmada ve toprakta tuz tarafından tutulan suyu bünyeye almada bitkiye faydalı etkiler yaptığı ve böylece bitkinin tuza toleransını artırdığı söylenebilir.

Tuz stresi altındaki bitkilerde olumsuz yönde etkilenen en önemli özelliklerden biriside klorofil miktarıdır. Genel olarak, çilek bitkilerine uygulanan tuz çözeltisi klorofil a, b ve toplam klorofil miktarının azalmasına sebep olmuştur. Elde ettiğimiz sonuçlara benzer şekilde fasulyede (Çanakçı v.d., 2004), çilekte (Kaya v.d., 2002), mısırdaki (Khodory, 2004), arpada (Tayeb, 2005) yapılan çalışmalarda bitkilere uygulanan tuz çözeltilerinin klorofil a, b ve toplam klorofili azalttığı belirlenmiştir. Bununla beraber, tuz stresi altındaki bitkilere uygulanan SA tuzun bu olumsuz etkisini azaltmış ve klorofil a, b ve toplam klorofil miktarının artmasını sağlamıştır. Bu konuda çilekte yapılmış çalışma bulunmamakla beraber diğer bitkilerde yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlarla bizim bulgularımız benzerlik göstermektedir. Nitekim Tayeb (2005) arpada, Khodary (2004) mısırdaki ve Çanakçı v.d. (2004) fasulyede yaptıkları çalışmalarda tuzlu şartlardaki bitkilere uygulanan SA' in klorofil a, b ve toplam klorofil miktarını artırdığını belirlemişlerdir. SA uygulamasının klorofil miktarı üzerine bu olumlu etkilerinin tuz toleransını sağlamada önemli bir etken olduğu söylenebilir.

5.2. Bitki Besin Elementlerine Etkisi

Çilek bitkilerine uygulanan tuz çözeltisi genel olarak yaprak ve kökteki besin elementi içeriğini önemli derecede etkilemiştir. Kök ve yaprak N miktarı uygulanan tuz çözeltisinin konsantrasyonu arttıkça azalmıştır. Bu konuda yapılan birçok çalışmada tuz uygulamasının yaprak N içeriğini azalttığı belirlenmiştir. Pırlak ve Eşitken (2004) Fern ve Camarosa çilek çeşitleriyle yaptıkları çalışmada tuz konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak yaprak N miktarının azaldığını bulmuşlardır. Buna karşılık, Saied et al. (2005) Karona ve Elsenta çilek çeşitleri ile yaptıkları çalışmada tuz uygulamasının N içeriğini arttırdığını belirlemişlerdir. Bunlara ilave olarak, domateste (İnal v.d., 1997) yapılan bir diğer çalışmada tuz uygulaması N miktarını azalttığı tespit edilmiştir. Yetiştirme ortamına NaCl ilavesinde N miktarının azalması N ile Cl arasındaki zıt ilişki ile alakalıdır. Yetiştirme ortamına tuz ilavesi bitkinin N alımını olumsuz yönde etkilemektedir (Wehrmann and Hahndel, 1984).

Yetiştirme ortamına ilave edilen tuz bitkide P ve Ca miktarının azalmasına, yaprakta K miktarının artmasına yol açmış, kökte K ve bitkide Mg miktarına ise herhangi bir etkide bulunmamıştır. Bu konuda daha önce yapılan çalışmalarda tuz uygulamasının P miktarını önemli derecede etkilediği belirlenmiştir. Çilekte farklı çeşitlerle yapılan çalışmalarda (Pırlak ve Eşitken, 2004; Turhan ve Eriş, 2004) ve buğdayda (Alparslan v.d., 1998) tuz uygulamalarının P miktarını azalttığı saptanmıştır. Buna karşılık Saied et al. (2005) çilekte yaptıkları çalışmada tuz uygulamasının P içeriğini yükselttiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, fasulye ve domateste yapılan diğer bir çalışmada (Cooper and Dumbroff 1973) tuz stresi altında bitkide P miktarının arttığı belirlenmiştir. Burada farklı sonuçların alınması farklı çilek çeşitleri ve türlerle çalışmaların yapılması ve bunların tuz uygulamasına tepkilerinin farklı olmasından kaynaklanabilir. K miktarı tuz uygulamasından önemli derecede etkilenmiş ve tuz dozunun artmasına bağlı olarak artmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalarda P'da olduğu gibi kesin bir tepki bulunmamaktadır. Bazı bitki türleri ve çilek çeşitlerinde tuz uygulaması ile K azalırken diğer bazılarında K miktarının arttığı belirlenmiştir. Nitekim Pırlak ve Eşitken (2004) çilekte tuz uygulaması ile K miktarının azaldığını, Awang and Atherton (1994) tuz

uygulamasının K içeriğini etkilemediğini saptamışlardır. Kalsiyum miktarı tuz uygulaması ile azalmıştır. Farklı bitki tür ve çilek çeşitleri ile yapılan çalışmalarda Ca miktarının arttığı ile ilgili sonuçlar elde edilmiştir (Turhan ve Eriş, 2004; Alpaslan vd., 1998). Buna karşılık çilekte Awang and Atherton (1994) tarafından yapılan bir çalışmada tuz uygulamasının Ca miktarını etkilemediği, Saied et al. (2005) yaptıkları çalışmada Ca miktarının yüksek dozlarında azaldığını belirlemişlerdir. Burada farklı sonuçların elde edilmesinin sebebi kullanılan tür ve çeşit farklılığından ve tuz dozlarının farklı olmasından kaynaklanabilir. Mg miktarı tuz uygulamasından etkilenmemiştir. Nitekim Awang and Atherton (1994) tuz uygulamalarının çilekte Mg miktarını etkilemediğini belirlemişlerdir. Bizim bulgularımızla daha önce bulunan sonuçlar uyum içerisindedir.

Bitkilere uygulanan tuz çözeltileri gerek yaprak ve gerekse kökte Na ve Cl miktarının yükselmesine yol açmıştır. Tuz stresi ile yapılan çalışmaların hemen hepsinde tuz konsantrasyonunun artması ile bitkide Na ve Cl içeriğinin arttığı belirlenmiştir. Çilekte yapılan çalışmalarda (Pırlak ve Eşitken, 2004; Turhan ve Eriş, 2004; Kaya vd., 2002; Saied et al., 2005) tuz uygulaması ile Na ve Cl miktarının arttığı tespit edilmiştir. Bizim bulgularımız bu konuda daha önce yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Buna karşılık, Awang and Atherton (1994) çilekte tuz dozunun yükselmesi ile beraber Cl miktarının artmasına karşılık, Na içeriğinin tuz uygulanmasından etkilenmediğini belirlemiştir. Bu açıdan bizim bulgularımız bu çalışmadan elde edilen sonuçla tam olarak uyuşmamaktadır. Bu farklılık kullanılan çeşitten ve NaCl dozundan kaynaklanabilir.

Yaprak ve kökte mikro element düzeyleri tuz uygulamasından farklı şekilde etkilenmiştir. Bazı besin elementleri tuz uygulaması ile azalırken diğer bazıları artmıştır. Yaprak Fe miktarı tuz uygulamasından etkilenmezken kök Fe miktarı 4 mS cm^{-1} uygulamasında artmıştır. Kökte Zn miktarı tuz dozunun yükselmesine bağlı olarak azalırken yaprakta 4 mS cm^{-1} dozuna kadar artmış daha sonra azalmıştır. Yaprak Mn içeriği tuz uygulamasından etkilenmezken kökte tuz uygulaması Mn miktarını artırmıştır. Kökte ve yaprakta Cu miktarı ise uygulanan tuz çözeltisi ile artmıştır. Bu

konuda farklı tuz ve çilek çeşitleri ile yapılan çalışmalarda mikro elementler üzerinde pek fazla durulmamıştır. Buğdayda ve çeltikte (Alpaslan vd., 1998) yapılan bir çalışmada, tuz uygulaması ile Fe içeriği bazı çeşitlerde azalırken diğer bazı çeşitlerde yükseldiği, Cu, Zn ve Mn içeriği ise tuz uygulaması ile arttığı belirlenmiştir. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar bu çalışma ile benzerlikler göstermektedir.

SA uygulamalarının tuz stresi altında besin elementi içeriğine etkisi farklı olmuştur. Yaprak ve kök N ve Mg miktarı ile kökte P ve K miktarı SA uygulamaları tarafından önemli derecede etkilenmemiştir. P ve K içeriği SA uygulamaları ile artmıştır. Ca miktarı ise SA uygulaması ile önemli seviyede artmıştır. Buna karşılık, gerek kök ve gerekse yaprakta Na ve Cl miktarı SA uygulaması ile azalmıştır. Mikrobesein elementleri ise SA uygulamalarından önemli derecede etkilenmiştir. SA uygulaması bitkide Cu ve Mn, kökte Zn miktarını artırırken bitkide Fe ve yaprakta Zn içeriğini etkilememiştir. Tuz stresi altındaki bitkilere SA uygulamasının besin elementi içeriğine etkisi ile ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu konuda yapılan çalışmalarda genel olarak element içeriği incelenmemiş olduğundan bu konuda henüz yeterli bir bilgi bulunmamaktadır. Bizim çalışmamızda SA uygulamasının bitkide Ca, yaprakta P ve K içeriğini artırıcı etki yapması bitkinin tuz stresine toleransını artırmada etkili olarak değerlendirilebilir. Çünkü tuza tolerans ile ilgili yapılan çalışmalarda toleranslı çeşitlerin bu besin elementlerini daha fazla topraktan aldıkları belirlenmiştir (Güneş vd., 1997; Taban vd., 1999). Bunun yanı sıra SA uygulamalarının Na ve Cl alımını sınırlandırmaları da bitkilerin tuza toleransını artırmada önemli etkilere sahip olabilir. Nitekim bu konuda yapılan çalışmalarda tuza toleranslı bitki türlerinin topraktan daha az Na ve Cl aldıkları bulunmuştur (Güneş vd. 1997; Taban vd. 1999). Aynı şekilde SA uygulamalarının genel olarak mikrobesein elementi içeriğini olumlu yönde etkilemeleri, bitkilerin tuz stresi altında daha iyi büyüebilmelerini sağlama açısından önemli etkilere sahip olabilir.

5.3. Vejetatif Gelişmeye Etkisi

Bitkilere uygulanan tuz çözeltisi genel olarak bitki büyümesini olumsuz yönde etkilerken SA uygulamaları tuzun bu olumsuz etkilerinin açığa çıkmasını geciktirmiş ve bitkilerde tuz stresi belirtilerinin daha geç görülmesine yol açmıştır. Bu açıdan SA bitkilerde tuz stresinin olumsuz etkilerini düzeltici görevler yapmıştır. Bu konuda çilekte yapılmış çalışma bulunmamakla beraber farklı bitki türleri ile yapılan çalışmalarda SA'in tuzun olumsuz etkilerini azaltıcı yönlerinin olduğu tespit edilmiştir. Çanakçı vd. (2004) fasulyede, Molina et al. (2002) domateste, Khodory (2004) mısırdada, Tayeb (2005) arpada, Szepesi et al. (2005) domateste, Szalai et al. (2005) mısırdada ve Qing-Moo et al. (2007) hıyarda yaptıkları çalışmalarda tuz stresi altındaki bitkilere uygulanan SA'in bitki gelişimini olumlu yönde etkilediğini ve tuzun olumsuz etkisini tölere ettiğini belirlemişlerdir. Bizim elde ettiğimiz bulgular bu çalışmalardan elde edilen bulgularla uyum göstermektedir.

Sonuç olarak, Camarosa çilek çeşidi bitkilerine uygulanan tuzun, bitkinin fizyolojik özellikleri, beslenmesi ve gelişimi üzerine olumsuz etkiler yaptığı ve yapraklardan uygulanan SA bu olumsuz etkileri belirli ölçülerde tölere edebildiği belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan SA dozları içerisinde fizyolojik özellikler, beslenme ve gelişme durumları dikkate alındığında en olumlu etkiyi yapan dozun 0.25 mM olduğu görülmektedir. Salisilik asidin 0.25 mM dozundan yüksek olan dozlar görülen olumlu etkilerin azalmasına yol açmıştır. Bu açıdan, açıkta ve serada tuzlu alanlarda yapılacak çilek yetiştiriciliğinde 0.25 mM SA uygulamasının tuzun olumsuz etkisini azaltmada kullanılabileceği söylenebilir. Bu bağlamda, çilek çeşitlerinin tuz dozu ve SA konsantrasyonlarına vereceği tepkiler farklı olmakla beraber genel olarak SA'in düşük dozlarının daha iyi etki yaptığı yüksek dozların ise SA'in olumlu etkisini azalttığı söylenebilir. Böylece, 0.25 mM SA dozu tuzlu olanlarda çilek yetiştiriciliğinde tuza toleransı artırmada kullanılabileceği önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Alpaslan M., Güneş A., Taban S., Erdan İ., Tarakçıoğlu C. 1998. Tuz stresinde çeltik ve buğday çeşitlerinin kalsiyum, fosfor, demir, bakır, çinko ve mangan içeriklerinde değişimler. *Tr.J. of Agriculture and Forestry* 22:227-233.
- Anonim, 2005. Çilek Çeşitleri, Yalex, <http://yaltir.com.tr>
- Arnon D.L. 1949. Copper Enzymes in Isolated Chloroplasts ppo in *Beta vulgaris*. *Plant Physiol*, 24:1-15.
- Arteca R. N. 1996 *Plant Growth Substance Principles and Applications*. Chapman and Hall, New York, 332 p.
- Aziz A., Martin-Tonguy J., Larher F. 1999. Salt stres, induced proline accumulation and changes in tyramine and polyamine levels are linked to ionic adjustment in tomato leaf discs. *Plant Science* 145(2): 83-91
- Awang Y.B., Atherton J.G. 1994. Salinity and shading effects on leaf water relations and ionic composition of strawberry plants grown on rockwool. *Journal of Horticultural Science* 69 (2) 377-383.
- Awang Y.B., Atherton J.G., Toylar A.J. 1993. Salinity effects on strawberry plants grown in rockwool. I. Growth and leaf water relations. *Journal of Horticultural Science* 68(5) 783-790.
- Bates L.S., Waldren R.P. and Teare I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39:205-207.
- Brandford M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal Biochem*.72,248.
- Cooper A.W., Dumbroff E.B. 1973. Plant adjustment to osmotik stres in balanced mineral-nutrient media. *Can.J. Bot.* 51:763-773.
- Çanakçı S., Munzuroğlu Ö. 2004. Fasulye (*Phaseolus Vulgaris* L.) çeliklerinde ağırlık değişimleri, pigment ve protein miktarları üzerine asetilsalisilik asit ve tuz (NaCl) uygulamasının karşılıklı etkileri. *G.Ü., Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, cilt 24, sayı 1 23-40.
- Güneş A., Alpaslan M., Taban S., Hatipoğlu F. 1997. Değişik buğday çeşitlerinin tuz stresine dayanıklılıkları. *Tr. J. of agriculture and forestry* 21 165-169.
- Gürel, A., Avcıoğlu, R. 2001. *Bitkilerde Strese Dayanıklılık Fizyolojisi*. Editörler: Özcan S., Gürel, E., Babaoğlu, M. *Bitki Biyoteknolojisi, Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları*. S.Ü. Vakfı Yayınları, 288-326.
- Janda T., Szalai G., Tari I., Paldi E. 1999. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plants, *Planta*, 208: 175-180.
- Harivandi, M.A., Butter. J.D. & Soltanbour, P.M. 1982. Salt influence on germination and seedling survival of six cool season turf grass species. *Comm. Soil Sci. Plant Analysis* 13, 519-529.
- İnal A., Güneş A., Alpaslan M. 1997. Peat-Perlit ortamında besin çözeltisi ile yetiştirilen domates (*Lycopersicon esculantum* L.) in gelişmesi, klorofil, prolin ve mineral madde içeriğine değişik NaCl düzeylerinin etkisi. *Tr.J. of agriculture and Forestry* 21 95-99.

- Kacar B., 1972. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri, Ankara üniversitesi basımevi, Ankara.
- Kaya C., Higgs D., Saltali K., Gezerel Ö. 2002. Response of Strawberry Grown at High Salinity and Alkalinity To Supplementary Potassium. *Journal of Plant Nutrition*. 25(7), 1415–1427.
- Kaya C., Ak B.E., Higgs D. 2003. Response of Salt-Stressed Strawberry Plants to Supplementary Calcium Nitrate and/or Potassium Nitrate. *Journal of Plant Nutrition*. Vol. 26, No. 3: 543–560.
- Kaydan D., Yağmur M. 2006. Farklı Salisilik Asit Dozları ve Uygulama Şekillerinin Buğday (*Triticum aestivum* L.) ve Mercimekte (*Lens culinaris* Medik) Verim ve Verim Öğeleri Üzerine Etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. 12 (3): 285-293.
- Khodary S.E.A. 2004. Effect of Salicylic Acid on the Growth, Photosynthesis and Carbohydrate Metabolism in Salt Stressed Maize Plants. *International Journal of Agriculture & Biology*. Vol. 6, No. 1.
- Konarlı O. 1986. Çilek. TAV Yayınları. No: 12s71.
- Lutts S., Kinet J.M., Bouharmont J. 1996. NaCl-induced Senescence in Leaves of Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars Differing in Salinity Resistance. *Annals of Botany*. 78: 389-398.
- Martinez C. Ponns E. prats G and Leon J. 2004. Salicylic acid regulates flowering time and links defence responses and reproductive development. *Plant Journal* 37: 209-217.
- Molina A., Bueno P., Marín M.C., Rosales M.P.R., Belver A., Venema K., Donaire J.P. 2002. Involvement of Endogenous Salicylic Acid Content, Lipxygenase and Antioxidant Enzyme Activities in The Response of Tomato Cell Suspension Cultures to NaCl. *New Phytologist*. 156: 409–415.
- Pál M., Szalai G., Horváth E., Janda T., Páldi E. 2002. Effect of Salicylic Acid During Heavy Metal Stres. *Acta Biologica Szegediensis*. Volume 46 (3-4): 119-120.
- Pırlak L., Eşitken A. 2004. Salinity Effects on Growth, Proline and Ion Accumulation in Strawberry Plants. *Acta Agric. Scand., Sect. B., Soil and Plant Sci*. 54: 189-192.
- Qing Moo S., ShiQing S., ZhiGong Z., ShiRong G. 2007. Physiological mechanisms of salicylic acid enhancing the salt tolerance of cucumber seedling. *Scientia Agricultura Sinica* 40(1):147-152.
- Sakhabutdinova A. R., Fatkhutdinova D. R., Bezrukova M. V., Shakirova F. M. 2003. Salicylic Acid Prevents The Damaging Action of Stress Factors on Wheat Plants. *Bulg. J. Plant Physiol., Special issue*, 314-319.
- Saied A.S., Keutgen A.J., Noga G. 2005. The influence of NaCl salinity on growth, yield and fruit quality of strawberry cvs. ‘Elsanta’ and ‘Korona’. *Scientia Horticulturae* 103. 289–303.
- Senaratna T. Touchell D, Bunn, E., Dixon K. 2000. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. *Plant Growth Regulation*, 30: 157–161.
- Szalai G., Paldi E., Janda T. 2005. Effect of salt stress on the endogenous salicylic acid content in maize (*Zea mays* L.) plants. *Proceeding of the 8th Hungarian Congress on plant Physiology and the 6th Hungarian Conference on photosynthesis*. Volume 49(1-2): 47-48.

- Szepesi A., Csiszár J., Bajkán S., Gémes K., Horváth F., Erdei L., Deér A.K., Simon M.L., Tari I. 2005. Role of Salicylic Acid Pre-Treatment on The Acclimation of Tomato Plants to Salt- And Osmotic Stres. *Acta Biologica Szegediensis*. Volume 49(1-2):123-125.
- Taban S., Güneş A., Alpaslan M., Özcan H. 1999. Değişik mısır (*Zea mays* L. Cvs.) çeşitlerinin tuz stresine duyarlılıkları. *Tr.J. of Agriculture and Forestry* 23 Ek sayı 3,625-633.
- Tari I., Csiszar J., Szalai G., Harvath F., Pecsvaradi A., Kiss G., Szepesi A., Szabo M., Erdei L. 2002. Acclimation of tomato plants to salinity stres after a salicylic acid pre-treatment. *Proceedings of the 7th Hungarion Congress on Plant Physiology*, Volume 46 (3-4):55-56.
- Taşgın, E., Atıcı Ö., Nalbantoğlu, B. 2003. Effects of salicylic acid and cold on freezing tolerance in winter wheat leaves *Plant Growth Regulation* 41: 231–236.
- El-Tayeb M. A. 2005. Response of Barley Grains to The Interactive Effect of Salinity and Salicylic Acid. *Plant Growth Regulation*. 45:215–224.
- Turhan E., Eris A. 2004. Effects of Sodium Chloride Applications and Different Growth Media on Ionic Composition in Strawberry Plant. *Journal of Plant Nutrition*. Vol. 27, No. 9: 1653–1665.
- Wang L.J., Li S.H. 2006. Salicylic Acid-Induced Heat or Cold Tolerance İn Relation to Ca^{2+} Homeostasis and Antioxidant Systems in Young Grape Plants. *Plant Science* 170. 685–694.
- Wang Y., Mopper S., Hasenstein K.H. 2001. Effects of salinity on endogenous ABA, IAA, JA and SA in *Iris hexagona* *journal of chemical ecology*, vol. 27, no.2.
- Wehrmann, J. & Hahndel, R. 1984. Relationship between N and Cl nutrition and NO_3 content of vegetables. *Proceedings. VI International Conference for the Optimization of Plant Nutrition*, 2, 679-685.

Özgeçmiş

1978 yılında Hatay'ın merkez ilçesi Antakya da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimi aynı ilçede tamamladı. 2002 yılında Atatürk Üniversitesi Bahçe Bitkileri bölümünden mezun oldu. 2003 yılında Meyvecilik Anabilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı.