

**KURAKLIK STRESİ ALTINDAKİ MARUL
BİTKİLERİNDE SALİSİLİK ASİDİN
ETKİLERİ**

Nazif SEVİMAY
Yüksek Lisans Tezi
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Levent ARIN

2009

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KURAKLIK STRESİ ALTINDAKİ MARUL
BİTKİLERİNDE SALİSİLİK ASİDİN ETKİLERİ

Nazif SEVİMAY

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: PROF. DR. LEVENT ARIN

TEKİRDAĞ-2009

Her hakkı saklıdır

.....danışmanlığında, tarafından
hazırlanan bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Anabilim
Dalı'nda tezi olarak kabul edilmiştir.

Juri Başkanı :

İmza :

Üye :

İmza :

Üye :

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun tarih ve sayılı
kararıyla onaylanmıştır.

Prof.Dr. Orhan DAĞLIOĞLU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KURAKLIK STRESİ ALTINDAKİ MARUL BİTKİLERİNDE SALİSİLİK ASİDİN ETKİLERİ

Nazif SEVİMAY

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Levent ARIN

Salisilik asit bitkiler tarafından üretilen bir çok biyotik ve abiyotik stres faktörüne karşı toleransı sağlayan mekanizmada sinyal görevi yapan bir moleküldür. Marul bitkisi bünyesinde yüksek oranda su ihtiva eden ve kuraklığa hassas bir bitkidir. Bu araştırma ile denemede değişik dozlarda (0, 0.1 ve 0.5 mM SA) ve değişik yöntemlerle (yaprak, toprak ve tohum) uygulanan salisilik asidin kuraklık stresine maruz bırakılan marul fidelerinde meydana gelen zararı önleme üzerine etkileri araştırılmıştır. Marul tohumları 0, 0.1 ve 0.5 mM salisilik asit içeren suda 1 gün bekletilip, diğer muamele görmeyen (kontrol grubu) tohumlarla birlikte viyollere ekimi yapılmıştır. Marul fideleri 3-4 yapraklı hale gelince, fidelere topraktan sulamayla ve yapraktan püskürtmeyle aynı salisilik asit dozlarından uygulanmış, kontrol gruplarına ise sadece normal su verilmiştir. Bir hafta (yedi gün) hiç sulanmayarak kuraklık stresine maruz bırakılan marul fidelerinde, stres bittikten 2 gün sonra hasar indeksi, klorofil (a, b ve karotenoid) miktarı, elektriki iletkenlik, fide yaş ve kuru ağırlığına bakılmıştır. Analizler bitince kalan fideler araziye dikilmiştir. Marul bitkileri hasat edilerek pazarlanabilir bitki ağırlığı ve baş ağırlığı tartılmıştır. Sonuç olarak uygulanan salisilik asit dozları ve uygulama yöntemleri arasında kontrol bitkilerine göre sadece klorofil a miktarında uygulanan dozlarda istatistiki olarak bir fark görülmüştür.

Anahtar kelimeler: kuraklık stresi, salisilik asit, salata-marul

2009, 43 Sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

THE EFFECT OF SALICYLIC ACID IN LETTUCE PLANTS GROWN UNDER DROUGHT STRESS

Nazif SEVİMAY

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Main Science Division of Department of Horticulture

Supervisor : Prof. Dr. Levent ARIN

Salicylic acid (SA) is a signal molecule that produced by plants to improve their tolerance against biotic and abiotic stress. Lettuce is containing water in high rate and sensitive against drought. Study, the impact of SA application (leaves, soil and seeds) to lettuce exposed drought stress in different doses (0, 0.1 ve 0.5 mM SA) on decreasing drought stress hazard were examined. Lettuce seeds was soaked in water containing 0.1 and 0.5 mM SA for one day and they are planted in multipots together with those not treated with SA. When lettuce seedlings have reached to 3-4 leaves SA is applied by spraying to leaves and by irrigating. When the water where as the control treatment was irrigated with top water. Seedlings were exposed to drought by stopping irrigation for one week and two days after the stress over, damage index, chlorophyll (a, b and karotenoid), electric conductivity, dry and fresh weight of seedling were measured seedlings after the analysis were planted. Lettuces were harvested when they reached marketable head weight weighed. As a result among the application process SA application to and application dosage when compared with to the control plants, only amount of chlorophyll "a" dosage application showed statistically significant.

Keywords : drought stress, salicylic acid, *Lactuca sativa*

2009, 43 pages

ÖNSÖZ

Bu çalışmada bitkilerde stres toleransını arttırdığı bilinen salisilik asidin 0 , 0.1 ve 0.5 mM SA konsantrasyonlarının marulda tolerans artırıcı etkileri incelenmiştir. Bu nedenle *Asteraceae* familyasından olan salata- marul da önceden yapılacak ve yapılması kolay olan salisilik asit uygulamaları ile kuraklık stresinden dolayı ortaya çıkabilecek zararları ve ürün kayıplarının önüne geçilmesi amaçlanmıştır.

Denemeye konu olan 0, 0.1 ve 0.5 mM salisilik asit konsantrasyonları ile yaprak, toprak ve tohum uygulamalarının, marul fidelerinde kuraklık stresine karşı bir etki göstermediği bulunmuştur. Gerek dozların ve gerekse uygulama yöntemlerinin arasında bir fark olmadığı saptanmıştır.

Tezimin her aşamasında bana yardımcı olan hocam Sayın Prof. Dr. Levent ARIN' a teşekkür ederim. Denemenin yürütülmesinde laboratuvar ve seranın tüm olanaklarını kulanmama izin veren Bölüm Başkanı hocam Sayın Prof. Dr. Servet VARIŞ' a, laboratuvar çalışmalarında bana yardımcı olan ve tüm olanaklarını kullandıran Toprak Bölümü'ne özellikle Sayın Araş. Gör. Esin Gönülsüz'e, Sayın Yrd. Doç. Dr. Serdar POLAT' a, Sayın Araş. Gör. Erdinç BAL'a ve ismini sayamadığım değerli meslektaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim. Yüksek lisans boyunca bana maddi destek sağlayan Sayın Hakan ERCAN'a, Sayın İlker ÖZMERİÇ'e, Sayın Yalçın SEVİMAY'a, kız arkadaşım Yeliz ÇELİK'e, denemede bana yardımcı olan yüksek lisans öğrencisi Ahu Z. DOĞAN' a, Arzu GÜL' e ve manevi desteğini benden esirgemeyen aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

KISALTMALAR DİZİNİ

A ₆₆₂	Spektrofotometre' de 662 dalga boyunda okunan değer
A ₆₄₅	Spektrofotometre' de 645 dalga boyunda okunan değer
A ₄₇₀	Spektrofotometre' de 470 dalga boyunda okunan değer
ASA	Asetil Salisilik Asit
ABA	Absizik Asit
ACC	1-aminosiklopropan 1-karboksil asit
C	Karbon
Ca	Kalsiyum
CAT	Katalaz
Cl	Klor
Cu	Bakır
dS	Desisimens
EC ₁	İlk Elektiriksel İletkenlik
EC ₂	Son Elektiriksel İletkenlik
Fe	Demir
g	gram
ha	Hektar
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
H ₂ O ₂	Hidrojen Peroksit
IAA	İndol Asetik Asit
K	Potasyum
Kg	Kilogram
mg	Miligram
Mg	Magnezyum
mM	Milimol
Mn	Mangan
MÖ	Milattan Önce
N	Azot
Na	Sodyum
NaCl	Sodyum Klorür
NR	Nitrat Redüktaz
NH ₄ NO ₃	Amonyum Nitrat
OSİ	Oransal Su İçeriği
POD	Peroksidaz
rpm	Revolutions Per Minute (Dakikada Devir Sayısı)
SA	Salisilik Asit
SSA	Sülfa Salisilik Asit
TA	Taze Ağırlık
Zn	Çinko

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
KISALTMALAR DİZİNİ	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM	15
3.1 Materyal	15
3.2 Yöntem	15
3.2.1 Hasar indeksi	19
3.2.2 Fide yaş ağırlığı	20
3.2.3 Fide kuru ağırlığı	20
3.2.4 Klorofil miktarı	20
3.2.5 Membran geçirgenliği	20
3.2.6 Pazarlanabilir bitki ağırlığı	22
3.2.7 Baş ağırlığı	23
3.3 Sonuçların değerlendirilmesi	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	24
4.1 Kuraklık Stresine Maruz Bırakılan Marul Fidelerinde Salisilik Asit Dozları ve Farklı Uygulamalarının Bazı Parametreler Üzerine Etkisi	24
4.1.1 Hasar indeksi üzerine etkisi	24
4.1.2 Fide yaş ağırlığı üzerine etkisi	25
4.1.3 Fide kuru ağırlığı üzerine etkisi	26
4.1.4 Klorofil miktarı üzerine etkisi	28
4.1.5 Membran geçirgenliği üzerine etkisi	31
4.1.6 Pazarlanabilir bitki ağırlığı üzerine etkisi	32
4.1.7 Baş ağırlığı üzerine etkisi	33
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	34
6.KAYNAKLAR	37
ÖZGEÇMİŞ.....	43

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Bitkilerde salisilik asit biyosentezinin metabolik yolu	3
Şekil 3.1. Viyollere ekilen tohumların çıkış oranları (%)	16
Şekil 3.2. Tohumların çimlendirme kabiniinde 24 saat SA çözeltilisinde bekletilmesi	17
Şekil 3.3. Tohumların viyollere ekiminden sonra ilk çıkışı	18
Şekil 3.4. Marul fidelerinin stresden iki gün sonraki görünümü	19
Şekil 3.5. Kuraklık stresinden sonra marul fidelerinin araziye dikilmesi	22
Şekil 3.6. Hasada gelmiş marul bitkileri	22
Şekil 3.7. Hasat edilmiş marul bitkisinin oluşturduğu başın görünümü	23
Şekil 4.1. Hasar indeksinin SA uygulama yöntemleri ve dozlarına göre değişimi	25
Şekil 4.2. Fide yaş ağırlığının SA uygulama yöntemleri ve dozlarına göre değişimi	26
Şekil 4.3. Fide kuru ağırlığının SA uygulama yöntemleri ve dozlarına göre değişimi	27
Şekil 4.4. Klorofil a miktarının SA dozlarına göre değişimi	28
Şekil 4.5. Klorofil b miktarının SA uygulama yöntemleri ve dozlarına göre değişimi	29
Şekil 4.6. Karotenoid miktarının SA uygulama yöntemleri ve dozlarına göre değişimi	30
Şekil 4.7. EC değerlerinin SA uygulama yöntemleri ve dozlarına göre değişimi	31
Şekil 4.8. Pazarlanabilir bitki ağırlığının SA uygulama yöntemleri ve dozlarına göre değişimi	32
Şekil 4.9. Baş ağırlığının SA uygulama yöntemleri ve dozlarına göre değişimi	33

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Bazı sebzelerde bulunan salisilat miktarları	4
Çizelge 3.1. Deneme alanı toprak örneğinin analiz sonuçları	21
Çizelge 4.1. Farklı yöntemler ile farklı dozlardaki salisilik asit uygulamalarının kuraklık stresine maruz bırakılan marul fidelerinin hasar indeksi üzerine etkisi	24
Çizelge 4.2. Farklı yöntemler ile farklı dozlardaki salisilik asit uygulamalarının kuraklık stresine maruz bırakılan marul fidelerinin fide yaş ağırlığı üzerine etkisi	25
Çizelge 4.3. Farklı yöntemler ile farklı dozlardaki salisilik asit uygulamalarının kuraklık stresine maruz bırakılan marul fidelerinin fide kuru ağırlığı üzerine etkisi	27
Çizelge 4.4. Farklı yöntemler ile farklı dozlardaki salisilik asit uygulamalarının kuraklık stresine maruz bırakılan marul fidelerinin klorofil a miktarı(µg/g taze ağırlık) üzerine etkisi	28
Çizelge 4.5. Farklı yöntemler ile farklı dozlardaki salisilik asit uygulamalarının kuraklık stresine maruz bırakılan marul fidelerinin klorofil b miktarı(µg/g taze ağırlık) üzerine etkisi	29
Çizelge 4.6. Farklı yöntemler ile farklı dozlardaki salisilik asit uygulamalarının kuraklık stresine maruz bırakılan marul fidelerinin karotenoid miktarı (µg/g taze ağırlık) üzerine etkisi	30
Çizelge 4.7. Farklı yöntemler ile farklı dozlardaki salisilik asit uygulamalarının kuraklık stresine maruz bırakılan marul fidelerinin EC (EC ₁ / EC ₂) değerleri üzerine etkisi .	31
Çizelge 4.8. Farklı yöntemler ile farklı dozlardaki salisilik asit uygulamalarının kuraklık stresine maruz bırakılan marul fidelerinin pazarlanabilir bitki ağırlığı üzerine etkisi	32
Çizelge 4.9. Farklı yöntemler ile farklı dozlardaki salisilik asit uygulamalarının kuraklık stresine maruz bırakılan marul fidelerinin baş ağırlığı üzerine etkisi	33

1. GİRİŞ

Uygun olmayan çevre koşulları bitkilerin büyüme ve gelişimi ile verimini olumsuz etkiler. Kuraklık, tuzluluk, besin dengesizliği ve ekstrem sıcaklıklar, ürün verimliliğini sınırlayan ana çevresel faktörlerdir. Günümüzde, su eksikliği ve kuraklık, özellikle gıda üretiminde, önlem alınması gereken temel problemlerdendir. Örneğin, dünya nüfusunun %38' inin yerleşik olduğu tarımsal alanların %45' i kuraklık tehdidi altındadır (**Ashraf ve Foolad 2007**).

Tamamen ikame edilemeyen bir kaynak olan su; yaşayan bütün canlılar için en önemli doğal kaynaklardan biridir. Diğer bir ifadeyle su; hayatın ve canlıların kaynağıdır. İnsan kullanımı, ekosistem kullanımı, ekonomik kalkınma, enerji üretimi, ulusal güvenlik gibi suyun gerekli olduğu birçok sektör vardır. Ancak, özellikle son 20 yıl içerisinde artan insan nüfusu ve bunun sonucu olarak artan su talebi, küresel bir su krizini gündeme getirmiştir. Bunun yanı sıra, hızla artan dünya nüfusu ve su talebiyle birlikte ekonomik, politik ve çevresel konulardaki mücadeleler ve çekişmeler çok daha yaygın ve ciddi boyutlara ulaşmıştır. Su kaynakları; miktar, kalite ve tüm diğer sektörel kullanımlar açısından birçok ciddi sorunla karşı karşıyadır (**Anonim 2009a**).

Su tüm canlılar için en önemli doğal kaynaklardan biridir. İnsan kullanımı, ekosistem kullanımı, ekonomik kalkınma, enerji üretimi, ulusal güvenlik gibi suyun gerekli olduğu birçok sektör vardır. Sürdürülebilir kalkınma için en önemli yaşamsal kaynaklardan biri sudur. 20. yüzyılda dünya nüfusu 19.yüzyıla oranla üç kat artmasına rağmen, su kaynaklarının kullanımının altı kat arttığı belirlenmiştir (**Anonim 2009a**).

Genellikle, bir insanın biyolojik ihtiyaçlarını karşılaması ve yaşamını sürdürebilmesi için, günde en az 25 litre su tüketmesi gerektiği kabul edilir. Ancak, çağdaş bir insanın sağlıklı bir biçimde yaşaması için gereken içme, yemek pişirme, yıkanma, çamaşır gibi amaçlarla kullanılacak su dikkate alındığında, kişi başına günlük ortalama kentsel su tüketim standardı 150 litre olarak kabul edilmektedir. Dünya genelinde bölgelere göre kişi başına su tüketim miktarları sanayileşmiş ülkelerde 266 litre iken Afrika'da 67, Asya'da 143, Arap ülkelerinde 158, Latin Amerika'da 184 litredir. Türkiye'de ise kişi başına günlük su tüketimi ortalama 111 litredir (**Anonim 2009a**).

Bir ülkenin su zengini sayılabilmesi için, kişi başına düşen yıllık su miktarı en az 8000-10.000 m³ arasında olmalıdır. Kişi başına düşen yıllık 1430 m³'lük kullanılabilir su miktarıyla Türkiye, sanıldığı gibi su zengini bir ülke değildir (**Anonim 2009a**).

D.S.İ. Genel Müdürlüğü verileri, 2030 yılında su kaynaklarımızın %100 verimle kullanılacağını öngörür. 2030 yılında nüfusu 80 milyona ulaşacak olan Türkiye, kişi başına düşen 1100 m³ kullanılabilir su miktarıyla, su sıkıntısı çeken bir ülke durumuna gelecektir. Bu veriler göz önüne alındığında, 2050 ya da 2100 yılında, Türkiye'nin çok ciddi bir su kriziyle mücadele etmesinin kaçınılmaz olduğu görülür. Bu tehlikeyi en aza indirmek için, su kaynaklarımız çok dikkatli yönetilmelidir (**Anonim 2009a**).

Stres, biyotik ve abiyotik faktörlerin ayrı ayrı ya da birlikte fizyolojik ve biyokimyasal olaylarda belli değişimleri meydana getirmesi veya organizmada hasar oluşturma kapasitesi olarak tanımlanabilir (**Levitt 1980**). Başka bir deyişle, büyüme, gelişme ve üretim için genetik potansiyelin ifadesini olumsuz şekilde etkileyen herhangi bir çevresel faktörü veya bunların etkileşimlerini içermektedir (**Jones ve Qualset 1984**).

Bitkilerin strese verdikleri cevaplar farklı şekillerde tanımlanmaktadır (**Taiz ve Zeiger 2002**)

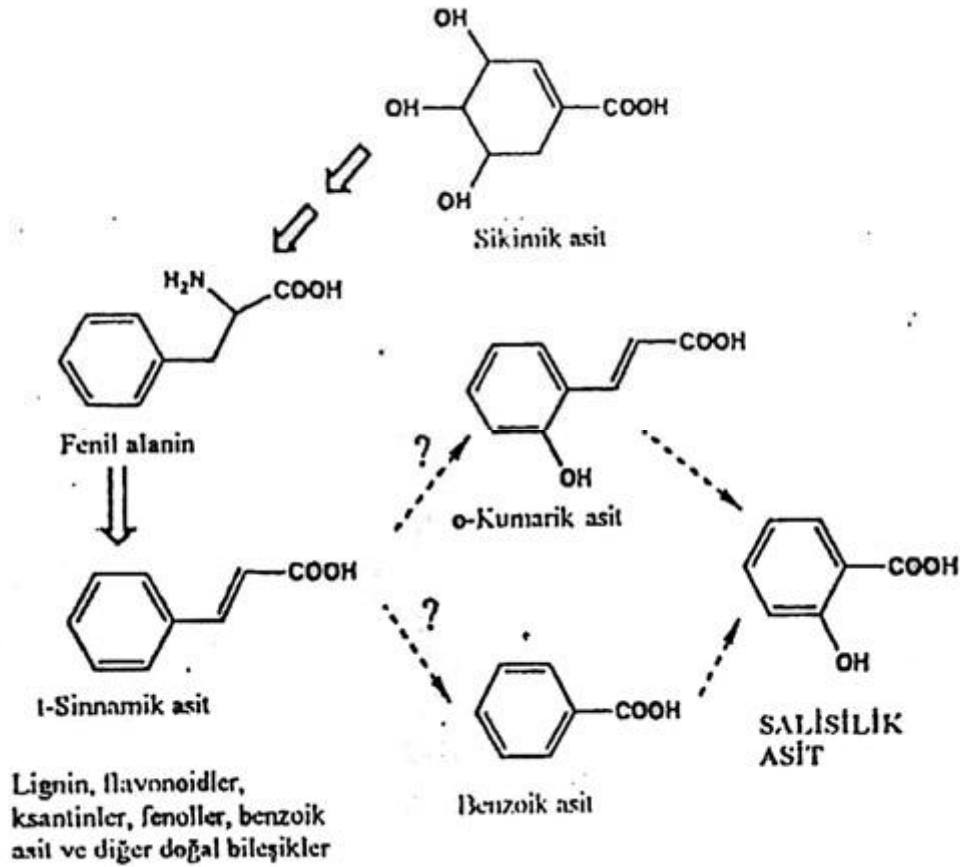
Kaçış (escape): Sadece koşulların uygun olduğu dönemde büyümedir. Örneğin, kuraklıktan önce yağışlı mevsimde yaşam döngülerini tamamlayan bitkilerin davranışlarıdır.

Sakınım (avoidance): Bitkilerin stres faktörlerinin olumsuz etkilerini azaltması veya engellemesidir. Dış çevrede stres oluşturabilecek koşullar olmasına rağmen bitki hücrelerinin stresten uzak bir iç ortam oluşturmalarıdır.

Tolerans (tolerance) veya direnç (resistance): Tolerans, karmaşık bir fizyolojik olay olup, organizmaya ilk olarak öldürücü olmayan yüksek derecede stresin (subletal) uygulanmasını takiben uygulanan öldürücü strese (letal) organizmanın dayanma yeteneğidir. Diğer taraftan, stres faktörlerinin etkisinin elimine edilmesi, azaltılması veya onarılmasıdır.

Uyum (acclimation) ve adaptasyon (adaptation): Sırasıyla kalıtılmayan ve kalıtılabilir stres cevaplarını ifade etmektedir. Öncül bir strese maruz kalmanın sonucu olarak tolerans artmışsa, bitki uyumlanmış (veya hardened) olarak kabul edilir.

Salisilik asit (SA), Şekil 1.1 de görüldüğü gibi bitki tarafından üretilen, farklı fizyolojik ve biyokimyasal fonksiyonlara sahip, bitki büyüme regülatörü olarak değerlendirilen bir bileşiktir (**Raskin 1992**). Başlangıçtaki çalışmalarda, biotik strese maruz kalan bitkilerde (Örneğin patojen atağı) savunma mekanizması olarak içsel SA miktarının arttığı belirlenmiştir. Son yıllarda ise hem biotik, hem de tuzluluk, kuraklık, düşük sıcaklık vb. gibi abiotik stres koşullarında SA' in rolüyle ilgili çalışmalar yürütülmektedir. Stres koşullarındaki bitkide zararı azaltmak için dışarıdan uygulanacak SA' in etkinliği ise tür, çeşit, bitkinin gelişme dönemi, uygulama şekli, konsantrasyon gibi bir çok faktöre bağlı olduğu ifade edilmektedir (**Horvath ve ark 2007**).



Strese maruz kalan bitkiler, savunma mekanizmalarını harekete geçirerek bünyelerinde farklı tipte organik bileşikler fazlaca üretmeye başlarlar. Prolin, şeker, glycine betaine, salisilik asit gibi bu bileşikler, hücre osmotik düzeninde, aktif oksijen türlerinin detoksifikasyonunda, membran bütünlüğünün korunmasında, enzim ve proteinlerin stabilizasyonunda koruyucu rol oynar. Biyoteknolojik yöntemlerle bu bileşiklerin bitkilerde fazla üretilmesini sağlayarak, stres koşullarına dayanıklılığın kazanılması çabaları yanında, dışsal uygulamalarında abiotik stres toleransı arttırdığıyla ilgili bildirişler mevcuttur. Örneğin, salisilik asidin, biberde düşük sıcaklıkta çimlenme ve çıkışı iyileştirdiği (Korkmaz 2005), tuz stresi altındaki buğdayda büyüme ve verimi arttırdığı (Arfan ve ark. 2007), yapraktan uygulamanın hıyarda ısı toleransını artırıp verimi yükselttiği (Shi ve ark. 2006, Yıldırım ve ark. 2006), toprağa uygulamanın hem normal, hem de tuzlu koşullarda mısır bitkisi gelişimini arttırdığı (Güneş ve ark. 2007), çeltikte kadmiyum, hıyarda manganez toksiditesine karşı fayda sağladığı (Guo ve ark. 2007, Shi ve Zhu 2008), fasulye ve domateste kuraklık, ısı ve üşüme stresine karşı etkili olduğu (Senaratna ve ark. 2000) ve kavun fidelerinde kuraklık stres zararını azalttığı (Korkmaz ve ark. 2007) ifade edilmektedir. Ancak bu uygulamaların tarımsal pratiğe tam anlamıyla aktarılabilmesi için ilave çalışmalar yapılması gerektiğine zira, tüm türlerde aynı olumlu sonuçların alınmadığına, aşırı uygulamanın büyümeye ket vurup, verim azalmasına yol açabileceğine ve gelişme dönemlerine göre bitkilerin farklı tepkiler gösterebileceğine işaret edilmektedir (Ashraf ve Foolad 2007, Güneş ve ark. 2007, Horvath ve ark. 2007).

Çizelge 1.1. Bazı sebzelerde bulunan salisilat miktarları (Anonim 2009b)

Gıdalarda Salisilat Miktarı (mg/100g)				
Yok Denilecek Kadar az	Düşük (0.1-0.25 mg)	Orta (0.25-0.49 mg)	Yüksek (0.5-1 mg)	Çok Yüksek (>1 mg)
Bitkiler				
Yeşil Bezelye	Taze	Kuşkonmaz	Brokoli	Yenilebilen Mantar
Yeşil Fasulye	Kuşkonmaz	Salata	Salatalık	Yeşil Biber
Kereviz	Karnabahar	Kabak	Ispanak	Zeytin
Lahana	Taze Mantar	Siyah Zeytin	Tatlı Patates	Mantar
	Soğan	Balkabağı		Domates
				Kırmızı Mantar
				Hindiba

Salata marulun anavatanı, Anadolu, Kafkasya, İnan ve Türkistan olarak kabul edilmiştir. Marul önceleri tababette daha sonra da M.Ö. 4500 yıllarından itibaren de insan beslenmesinde kullanılmaya başlanmıştır. İlk zamanlarda yetiştirilmeye başlanan marullar, baş meydana getirmeyen, açık yapraklı veya gevşek başlı tipler olmuştur. Eski Mısır mezar taşları üzerinde görülen Yedikule tipi marul gravürleri, marulun çok eski zamanlardan beri insan gıdası olarak kullanıldığının bir işaretidir (**Şalk ve ark. 2008**).

Marul yeni dünyanın ilk keşfi ile birlikte 1494 yıllarında Amerika'ya götürülmüştür. Marulun günümüzde bilinen altı tipinin de, daha önce Ortaçağ Avrupa'sında bugünkü haliyle varlığı, tarihi kayıtlardan anlaşılmaktadır (**Şalk ve ark. 2008**).

Salata ve marullar yaprak ve yenilen kısımlarının yapısına göre dört botanik varyete altında toplanmaktadır (**Şalk ve ark. 2008**).

Lactuca sativa L.var. *capitata* : Baş salatalar

Lactuca sativa L.var. *crispa* : Kıvrırcıkyaprak salatalar

Lactuca sativa L.var. *longifolia* : Marullar

Lactuca sativa L.var. *angustana* : Kuşkonmaz salataları

Ülkemizde üretilen sebzeler içerisinde önemli bir yeri olan marulun ülkemizdeki üretim miktarı yaklaşık 262.000 tondur (**Derinbay 2009**). Salata ve marul, besleyici özelliği olmayan, düşük kalorili, fakat iştah açıcı özelliği sebebiyle, sofralarımızın vazgeçilmeyen bir salata sebzesidir. Protein ve yağ oranları yok denecek kadar azdır ve nişasta ihtiva etmezler, ancak iyi bir A ve C vitamini kaynağıdır (**Şalk ve ark. 2008**).

Salata ve marullar fazla miktarda su tüketen bitkilerdir ve bütün salata ve marul tipleri topraktaki su eksikliğine son derece hassastır. Bu sebeple susuz marul yetiştiriciliği düşünülemez. Bitkilerin susuz kalmaları halinde meydana gelen solmanın geri dönüşümü yoktur, bitkiler çimlenmeden itibaren hasat edilinceye kadar, toprakta bol su isterler. Bitkilerin suya en hassas oldukları, yani en fazla suya ihtiyaç duydukları dönem, normal iriliklerini aldıkları tarihten 15 gün evvel başlayarak hasada kadar devam eder. Toprakta suyun az olması halinde, bitkilerin normal gelişmemelerinin yanı sıra, yaprak ve gövdede acılaşma meydana gelir (**Şalk ve ark. 2008**).

Marullar bünyelerinde yüksek oranda su bulundurmaları nedeniyle kuraklığa son derece duyarlıdırlar. Bu deneme; marulların suya olan hassasiyetlerinden dolayı oluşabilecek ürün kayıplarını en aza indirmek amacıyla, uygulaması kolay ve ucuz olan bitki büyüme düzenleyicisi, biyotik ve abiyotik streslere karşı bitkilerin direncini artırıcı olarak bilinen salisilik asidin uygun doz ve uygulama yöntemlerini belirleyebilmek için yapılmıştır. Bu sebeple daha önceki literatürler dikkate alınarak yedi gün boyunca kuraklık stresine maruz bırakılan marullara; SA'in üç farklı dozu (0, 0.1 ve 0.5 mM) ve üç farklı uygulama yöntemi (tohum, toprak ve yaprak) denenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Birçok bitki türünün coğrafi olarak dağılımında ve hayatlarını başarı ile sürdürmelerinde bitkilerin değişik abiyotik stres koşullarına karşı koyabilme yetenekleri başrolü oynamaktadır. Bitkiler çevrelerinde oluşan stres koşullarına, hücrel metabolizmalarını yeniden düzenleyerek ve savunma mekanizmalarını harekete geçirerek cevap vermektedir. Kalsiyum, jasmonik asit, absisik asit, etilen, polyaminler ve salisilik asit (SA) gibi birçok molekül bitkilerde haberci ve/veya sinyal aktarıcı (signal transducer) olarak görev yapmaktadır (**Klessig ve Malamy 1994**).

Ticarî üretim şekli asetil salisilik asit (ASA) olan salisilik asit (SA)'in bazı bitkilerde termogenik etkide bulunduğu (**Raskin ve ark. 1989, Chen ve ark. 1993**), termotoleransı arttırdığı (**James ve ark. 1998**), yaprak dökümünü önemli oranlarda azalttığı (**Ferrarese ve ark. 1996**), patojenlere karşı direnç sağladığı (**Salisbury ve Ross 1992**), yapraklarda antitranspirant etki yaptığı (**Larque-Saavedra 1978**) bildirilmiştir. Ayrıca ASA'in bazı bitkilerde çiçeklenmeyi teşvik ettiği (**Salisbury ve Ross 1992**), bitkilerde protein miktarında ve içeriğinde değişikliklere neden olduğu da (**Jung ve ark. 1993**) tespit edilmiştir. Salisilik asit gibi bazı fenolik bileşiklerin doğal bir herbisit olduğu (**Shettel ve Balke 1983**) ve adventif köklenmeyi stimüle ettiği (**Kling ve Meyer 1983**) bildirilmiştir. Bu bileşiklerin bitki büyümesi sırasında absisik asit (ABA)'in (**Apte ve Laloraya 1982**), gibberellinlerin (**Corcoran ve Krishnamoorthy 1976**) ve sitokininlerin (**Ray ve ark. 1983**) etkilerini modifiye ederek çalıştıkları ileri sürülmüştür (**Ray 1986**).

Asetil salisilik asidin yüksek konsantrasyonlarda stomaların kapanmasına neden olduğu, yani antitranspirant etki oluşturduğu (**Larque-Saavedra 1975 ve 1979**), çok düşük konsantrasyonlarda ise stoma açılmasını teşvik ettiği tespit edilmiştir (**Larque-Saavedra 1979**). Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) fidelerine uygulanan 1 mM ASA, transpirasyon oranını kontrole göre % 43 oranında azaltmış ve bu oran 0.05 mM ABA'in yaptığı etkiye eş değer bulunmuştur (**Larque-Saavedra 1978**). Arpa, patates ve şeker pancarı bitkilerine yapraktan püskürtülerek uygulanan 1-2 kg/ha konsantrasyonundaki ASA ürün verimi önemli oranlarda arttırmış ve bu uygulamanın kuraklığa karşı direnç kazandırdığı ileri sürülmüştür (**Bergmann ve ark. 1994**).

Salisilik asit ve ASA'nın birçok stres faktörüne karşı (sıcaklık, kuraklık ve soğuk gibi) tolerans sağladığına dair raporlar mevcuttur. Bilindiği gibi stres faktörlerinin bitkiler üzerindeki önemli etkilerinden biri yaprak dökümüdür (senesens) ve klorozis de yaprak dökümünün önemli bir dışsal göstergesidir. Domates ve fasulye fideleriyle yapılan bir çalışmada farklı konsantrasyonlardaki SA ve ASA'in soğuk ve kuraklık stresine maruz kalmış fidelerin daha uzun süre yeşil kalabilmesini sağladığı bildirilmiştir (**Senaratna ve ark. 2000**).

Salisilik asidin bitkilerde stres toleransını arttırmadaki rolü henüz tam olarak tanımlanamamıştır. Yapılan çalışmalarda SA uygulamaları sonrasında kısa süre için sentezi artan hidrojen peroksitin sinyal aktarıcı olarak görev yaptığı ve stres proteinlerinin sentezinde görev alan genleri aktif hale geçirdiği (**Chen ve ark. 1993**) ve/veya hücrelerde antioksidant aktiviteyi arttırdığı (**Dot ve ark. 1998**) ve dolayısı ile stres sonucu ortaya çıkan serbest radikallerin inaktivasyonunu sağladığı bildirilmiştir. Bazı araştırmacılar ise SA'in etkisinin bir koruyucu olmaktan ziyade daha çok bitkinin bünyesinde genetiksel olarak var olan strese karşı koyabilme potansiyelini harekete geçirdiğini ifade etmişlerdir (**Senaratna ve ark. 2003**).

Bitkilere dışarıdan yapılan SA uygulamalarının birçok stres faktörüne karşı toleransı arttırdığına dair en kapsamlı çalışma **Senaratna ve ark. (2000)** tarafından yapılmıştır. Bu araştırmacılar tohumdan ve topraktan uygulanmış 0, 0.05, 0.1, 0.5 ve 1.0 mM aspirinin (ASA) ve SA'in fasulye ve domates fidelerinin birçok stres faktörüne karşı (sıcak, soğuk ve kuraklık stresi) verdikleri cevapları incelemişlerdir. Üç gün süre ile 3 °C'de soğuk stresine, 3 saat süre ile 54 °C'de sıcaklık stresine ve 1 hafta hiç sulanmayarak kuraklık stresine maruz bırakılan ve 0.1 mM ve 0.5 mM SA veya ASA ile muamele edilen domates ve fasulye bitkileri stres uygulamalarından sonra hayatta kalmışlar ve normal yaşamlarına devam etmişlerdir. Buna karşılık kontrol bitkileri (0 mM SA ve ASA) ve en düşük konsantrasyondaki (0.05 mM) ve en yüksek konsantrasyondaki (1 mM) SA veya ASA ile muamele edilen bitkiler stres uygulamalarından sonra hayatta kalamamışlardır.

Szalai ve ark. (2000) soğuk stresine (5 °C) maruz bırakılan mısır bitkilerinde yapraktan uygulanan 0.5 mM SA'in etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonunda SA uygulanmış bitki dokularında kontrol bitkilerine kıyasla daha az ACC (1aminocyclopropane-1-carboxylic acid) birikmesi olduğu ve bu bitkilerin soğuk zararından daha az etkilendiği

bulunmuştur. Araştırmacılar, SA'in stres hormonu olarak da bilinen etilenin öncü maddesi olan ACC'nin sentezlenmesini yavaşlatarak bitkilerin strese karşı daha toleranslı hale geldikleri yorumunu yapmışlardır.

Hamada ve Al-Hakimi (2001) buğday tohumlarına 100 ppm SA uygulamışlar ve sonrasında bu uygulamaların fide döneminde kuraklık ve tuz stresine karşı etkilerini incelemişlerdir. Buğday fideleri 2 hafta süresince 160 mM NaCl içeren su ile (tuz stresi) ve yine 2 hafta süresince tarla kapasitesinin %30'u seviyesinde sulanmışlardır (su stresi). Denemenin sonucunda SA uygulanmış buğday fidelerinin hayatta kaldığını ve bunun da kontrol bitkilerine kıyasla daha yüksek fotosentez hızı, daha yüksek K^+ , Ca^{+2} ve Mg^{+2} iyonu alımı buna karşılık daha düşük Na^+ iyonu alımından kaynaklandığı sonucuna varmışlardır.

Kang ve Saltveit (2002) topraktan yapılan 0.5 mM SA uygulamasının 4 gün süre ile 2.5 °C'de üşüme stresine maruz bırakılan hıyar fidelerinden alınan doku örneklerinde elektriksel iletkenlik değerlerinin SA ile muamele edilmemiş bitkilere kıyasla daha düşük olduğunu ve bunun da üşüme stresine karşı artan toleransın bir belirtisi olduğunu vurgulamışlardır.

Mendoza ve ark. (2002) SA ve sülfasalik asit (SSA) ile muamele edilen biber tohumlarının fide aşamasındaki stoma açıklığı, stoma yoğunluğu ve soğuk stresine karşı toleransını incelemişlerdir. Tohumlara uygulanan 0.1 mM SA ve 0.1 mM SSA'in biber fidelerinde yaş bitki ve kuru bitki ağırlıklarındaki artışta etkili olmuş ve soğuk stresine karşı toleransı arttırmış, buna karşılık ise SA ve SSA'in 1 mM konsantrasyonları fide gelişiminde stoma açıklığı ve yoğunlukta negatif bir etki göstermiştir.

Shakirova ve ark. (2002) 0.05 mM SA ile muamele edilen buğday fidelerinde, fide köklerinin apikal meristeminde hücre bölünme hızlarında ve bitki gelişiminde ve dolayısı ile buğday veriminde bir artışa neden olduğunu bildirmiştir. SA uygulamalarının tuz stresine maruz kalan (%2 NaCl) buğday fidelerinde ABA ve IAA miktarlarında bir artışa sebep olduğunu ve sitokin içeriğindeki bir azalmayı önlediğini ve tüm bunların buğday fidelerini tuz stresine karşı koruduğunu belirtmişlerdir. Tuz stresine karşı artan toleransın bir diğer nedeni olarak da artan ABA sentezinin neden olduğu prolin miktarındaki artışlar olarak gösterilmiştir.

Senaratna ve ark. (2003) yapmış oldukları bir diğer çalışmada ise tohumdan ve topraktan uygulanmış 0, 0.05, 0.1, 0.25 ve 0.5 mM konsantrasyonundaki değişik benzoik asit türevlerinin (SA, ASA, metil salisilik asit ve sulfosalisilik asit) farklı abiyotik stres faktörlerine (sıcak, soğuk ve kuraklık stresi) maruz bırakılmış fasulye ve domates fideleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Kullanılan tüm benzoik asit türevlerinin uygulanan en düşük konsantrasyon (0.05 mM) haricinde bitkileri adı geçen stres faktörlerine karşı korudukları belirtilmiştir. Bu maddelerle muamele edilen bitkilerin hepsi hayatta kaldığı halde kontrol bitkileri ve 0.05 mM konsantrasyonu uygulanan bitkiler ölmüşlerdir. Ayrıca araştırmanın sonucunda tohumdan veya topraktan uygulama metodları arasında bir fark olmadığı ve her iki uygulama yönteminin benzer etkilere sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Singh ve Usha (2003) SA uygulamalarının kuraklık stresine maruz kalan buğday bitkileri üzerine etkilerini inceledikleri bir çalışmada, dışarıdan yapılan 1 mM düzeyindeki SA uygulamalarının 2 hafta süre ile -4 bar nem tansiyonuna sahip ortamda yetişen buğday bitkilerinin strese karşı toleranslarını arttırdığını bildirmişlerdir. Salisilik asit uygulanan bitkilerde fotosentezde ve strese karşı korunmada aktif rol oynayan başta ribuloz difosfat enzimi ve süperoksit dismutaz olmak üzere bir çok enzimin sentezini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Taşgın ve ark. (2003) kışlık buğdayın donma stresine karşı toleransını inceledikleri çalışmalarında buğday yapraklarında yüksek miktarlarda içsel SA bulunduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar kontrollü koşullarda (15/10 °C'de 15 gün, 10/5 °C de 15 gün, 5/3 °C'de 15 gün) buğday bitkilerini soğuk stresine alıştırmışlar ve daha sonrasında bu bitkilerin donma stresine (-10 °C) tabi tutulmasında ise bitkilerin stresi tolere edebildikleri ve bunun da nedeni olarak aklimasyon sırasında bitkilerin sentezledikleri SA olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca dışarıdan yapraklara yapılan 0.1 mM seviyesindeki SA'nin buğday yapraklarının donmaya karşı toleranslarını arttırdığını ve bunun da nedeninin SA'nin apoplastik antioksidant enzimlerinin ve antifiriz proteinlerinin sentezini teşvik ettiği sonucuna varmışlardır.

Ananieva ve ark. (2004) dışarıdan yapılan 0.5 mM düzeyindeki SA uygulamalarının arpa bitkilerini herbisit (paraquat, 10 µmol/L) zararına karşı toleranslı hale getirdiğini

bulmuşlardır. Araştırmacılar bu olayda SA'in antioksidant enzimlerin sentezini ve aktivitesini arttırarak bitkileri paraquat zararına karşı koruduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Çanakcı ve Munzuroğlu (2004) fasulye çeliklerini 50 ppm ASA ile muamele etmişler ve daha sonra tuz stresine (%1'lik NaCl) maruz bırakmışlardır. ASA uygulanan çeliklerin uygulanmayan çeliklere oranla daha yüksek klorofil a ve b içerdiğinden ve protein içeriklerinin daha yüksek olduğundan dolayı tuz stresine daha yüksek tolerans gösterdiklerini belirtmişlerdir.

Erwin ve ark. (2005) sıcak stresine (40 °C, 96 saat) maruz kalan çim (*Kentuck blue grass, Poa pratensis*) bitkilerine yapraktan yapılan SA uygulamasının (0.5 kg.ha⁻¹) bitkilerin fotosentez hızını yüksek tutarak verimin artmasına neden olduğunu ve görsel sıcak stresi zararını azalttığını saptamışlardır.

El-Tayeb (2005) tohuma yapılan 1.0 mM SA uygulamalarının fide döneminde tuz stresine (150 mM NaCl) maruz bırakılan arpa fideleri üzerine etkilerini incelemiş ve SA ile muamele edilen bitkilerin daha fazla fide yaş ağırlığına, klorofil içeriğine, şeker ve prolin içeriğine buna bağlı olarak daha düşük göreceli elektriksel iletkenlik değerlerine sahip olduğunu bildirmiştir. Ayrıca SA ile muamele edilen bitkilerde yapılan ölçümler sonucunda tuz stresinin olumsuz etkilerinin bir göstergesi olarak bilinen peroksidaz enzimi aktivitesinin kontrol bitkilerine kıyasla daha düşük bulunmuştur.

Erkılıç (2005) İki biber çeşitinde tuz ve tuzla birlikte uygulanmış çeşitli konsantrasyonlarda salisilik asitin serbest prolin birikimi ve bazı fizyolojik parametreler üzerine etkilerini incelemiştir. Tuza dayanıklı Demre-8 çeşidine ait fidelere tuzla birlikte 0.1, 0.5 ve 1.0 mM SA uygulamasıyla, kök, sürgün uzunluğu ve yaprak alanı indeksinde sadece tuz uygulanan fidelere oranla azalma, yaprak dokusu taze, kuru ağırlığı ve OSİ (oransal su içeriği) ile alt ve üst yaprak serbest prolin miktarlarında artış olduğunu belirtmiştir. Tuza duyarlı Kahramanmaraş-Acı çeşidine ait fidelere tuzla birlikte 0.1, 0.5 ve 1.0 mM SA uygulamasıyla, kök uzunluğu, yaprak alanı indeksi, yaprak dokusu taze, kuru ağırlığı ve OSİ 'de sadece tuz uygulanan fidelere oranla azalma, sürgün uzunluğu ile alt ve üst yaprak serbest prolin miktarlarında azalma olduğunu belirtmiştir.

Güneş ve ark. (2005) topraktan ve tohuma yapılan SA uygulamalarının mısır fidelerinin kuraklık, tuz ve bor stresine karşı verdikleri tepkiyi incelemiştir. Araştırmacılar 0.1 ve 0.5 mM düzeyindeki topraktan yapılan ve 1 mM düzeyindeki tohuma yapılan SA uygulamalarının bahsedilen stres koşulları altında yaşayan bitkilerde besin elementi alınımını arttırdığını buna karşılık toksik iyon alınımını azalttığını ve böylece strese karşı toleransı artırdığını bildirmişlerdir.

Korkmaz (2005) SA'in biber tohumlarının düşük sıcaklıktaki (15 °C) çimlenme performansları üzerine etkisini incelediği bir çalışmada, priming ortamına ilave edilen 0.1 mM SA ile muamele edilen tohumların %91 çimlenme ve %85 toprak çıkışına sahip olduğunu buna karşılık SA ile muamele edilmeyen kontrol tohumlarının çimlenmeleri %44 ve toprak çıkışları %40 düzeylerinde kaldığını bulmuştur. Yine aynı araştırmacı, 0.1 mM SA ile muamele edilen tohumların bir ay buzdolabında depolanmasından sonra dahi 15 °C'de %85 çimlenmeye sahip olduğunu bildirmiştir.

Shi ve ark. (2006) yapraklara uygulanan 1 mM SA ve aspirinin 40 °C'de 36 saat süre ile sıcak stresine maruz bırakılan hıyar fidelerinin dokularında kontrol bitkilerine kıyasla göreceli elektriksel iletkenlik değerlerinin, süperoksit dismutaz enzimi miktarı ve H₂O₂ konsantrasyonunun düştüğünü buna karşılık fotosentez sistem II de yakalanan foton miktarında bir artış olduğunu bildirmişlerdir

Uzunlu (2006) çalışmasında, kuraklık, üşüme ve tuz streslerine maruz bıraktığı kavun fidelerine, tohumdan ve yapraktan uyguladığı 0, 0.1, 0.25, 0.5 ve 1.00 mM aspirinin etkilerini incelemiştir. Aspirin uygulanmış bitkilerin kontrol bitkilerine kıyasla genelde daha düşük görsel hasar içerdiği ve daha yüksek klorofil, stoma iletkenliği, yaprak ve kök yaş ve kuru ağırlık ve karbonhidrat içeriğine buna karşılık daha düşük göreceli elektriksel iletkenlik değerine sahip olduğu belirlemiştir. Aspirin konsantrasyonları arasında ise 0.25 ve 0.5 mM konsantrasyonlarının en iyi sonucu verdiği ve kullanılan en yüksek aspirin konsantrasyonu olan 1.00 mM SA'in, stres faktörlerine karşı toleransı arttırmada daha düşük konsantrasyonlara kıyasla daha az etkili bulmuştur. Sonuç olarak aspirin uygulamasının kavun fidelerinde uygulanan stres faktörlerine karşı toleransı artırdığı fakat aspirin uygulama metodları arasında bir fark olmadığı sonucuna varmıştır.

Mahvadian ve ark. (2007) biber fidelerine yapraktan uyguladıkları 0, 0.1, 0.7, 1.5, 3, 6 ve 9 mM SA'in antioksidant enzimler üzerine etkilerini araştırmışlardır. Uygulama yapılan 0.7, 1.5 ve 3 mM' luk salisilik asit konsantrasyonları (katalaz, askorbik peroksidaz ve glutanin redüktaz)'ın aktivitesini azalttığını, 1.5, 3, 6 ve 9 mM SA konsantrasyonları polifenol oksidaz ve peroksidaz aktivitelerinde önemli artış olduğunu, sonuç olarak biber fidelerinde yapraktan farklı salisilik asit konsantrasyonlarının uygulamasının enzim aktiviteleri üzerine farklı etki yaptığını bildirmişlerdir.

Çanakçı ve Munzuroğlu (2007) kontrollü şartlarda yetiştirilen 3 günlük mısır fidelerinde farklı konsantrasyonlardaki (0, 20, 200 ve 2000 ppm) ASA'in taze ağırlık değişimi, pigment ve protein miktarı üzerine etkilerini araştırmışlardır. ASA'in çözeltileri fidelerin köklerine dört gün süreyle kapalı bir sistem yoluyla uygulanmıştır. Yirmi ppm ASA'in fidelerin taze ağırlık artışını, pigment ve protein miktarını etkilemediği, 200 ve 2000 ppm ASA uygulamasının fidelerde taze ağırlık artışını engellediğini, ayrıca bu iki konsantrasyonun fidelerin klorofil a, klorofil b, total klorofil ve protein miktarlarını önemli oranlarda azalttığı fakat karotenoid miktarını etkilemediği belirlenmiştir. ASA 'in yüksek konsantrasyonlarının mısır fidelerinde osmotik ve toksik stres yaratarak taze ağırlık artışını engellediği, pigment ve protein miktarını azalttığı sonucuna varmışlardır.

Kaydan ve ark. (2007) buğday tohumuna uygulanan salisilik asidin (0.2 mM, 0.4 mM, 0.6 mM) tuzlu (8 dS m⁻¹) ve tuzsuz koşullarda buğdayın büyümesi ve bazı fizyolojik özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Tuz stresindeki fidelerde salisilik asit uygulaması ile çıkış oranı, ozmotik potansiyel, toprak altı ve toprak üstü kuru ağırlıkları, K⁺/Na⁺ oranını, fotosentetik pigment (klorofil a, b ve karotenoidler) içeriklerini arttırdığını bulmuşlardır. Bu sonuçlara göre salisilik asitin tuzlu şartlarda bitki büyümesini olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir

Koçer (2007) çalışmasında tuz stresinin uygulandığı ortamlarda yetiştirilen mısır (*Zea mays* L.) bitkisine absisik asit (ABA) ve salisilik asit (SA)'in farklı konsantrasyonlarını uygulamıştır. Tuz stresine maruz bırakılan ve hormon uygulanan bitkilerde, şeker, yağ asidi ve hormon miktarları yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile, klorofil a ve b, karotenoid ve prolin, seviyeleri spektrofotometre ile belirlemiştir. Araştırma sonucunda morfolojik gelişme üzerine tuzun artan konsantrasyonlarının olumsuz etkilerinin de arttığını gözlerken, absisik asit uygulanan bitkilerin, salisilik asit uygulanan

bitkilere göre daha iyi geliştiklerini gözlemiştir. Total karotenoid seviyeleri de hemen hemen bütün ABA uygulamalarında yüksek olduğunu, endojen hormon seviyelerinin, şeker seviyelerinin ve yağ asidi seviyelerinin de hem tuz uygulamaları, hem de eksojen hormon uygulamalarıyla birlikte önemli düzeylerde değiştiği gözlenmiştir. Prolin seviyelerinde ise tuz uygulaması ile birlikte arttığını belirtirken, hormon uygulamalarının da konsantrasyonlarına bağlı olarak prolin seviyelerini önemli düzeyde arttırdığını ortaya koymuştur.

Tohma (2007) Camarosa çilek çeşidi ile yaptığı çalışmasında, farklı yoğunlukta tuz [(kontrol), 2, 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 araştırmıştır. Denemede tuzlu şartlarda SA uygulamasının membran geçirgenliğini azalttığı ve protein, prolin, klorofil b ve toplam klorofil miktarını artırdığını saptamıştır. Tuzlu şartlarda yapılan SA uygulamalarının bitki gelişimini önemli derece olumlu etkilediği ve SA'in tuzun toksik etkilerinin ortaya çıkmasını geciktirdiğini belirtmiştir.

Hamid ve ark. (2008) kum kültürü deneyinde salisilik asidin iki buğday hattının (S-24 ve İnqılab) tuzlu koşullar altında büyümesinin bazı biyokimyasal özellik ve tohum çıkışının etkileri üzerine çalışmışlardır. Buğday hatlarının filiz ve kök uzunluğu, sürgün ve kök kuru ağırlığına bakılan çalışmada; tuz stresinin büyüme parametrelerini azalttığını fakat, salisilik asit uygulamalarının tuzluluğun buğday hatlarının gelişmesi üzerindeki elverişsiz etkilerini azalttığı sonucuna varmışlardır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

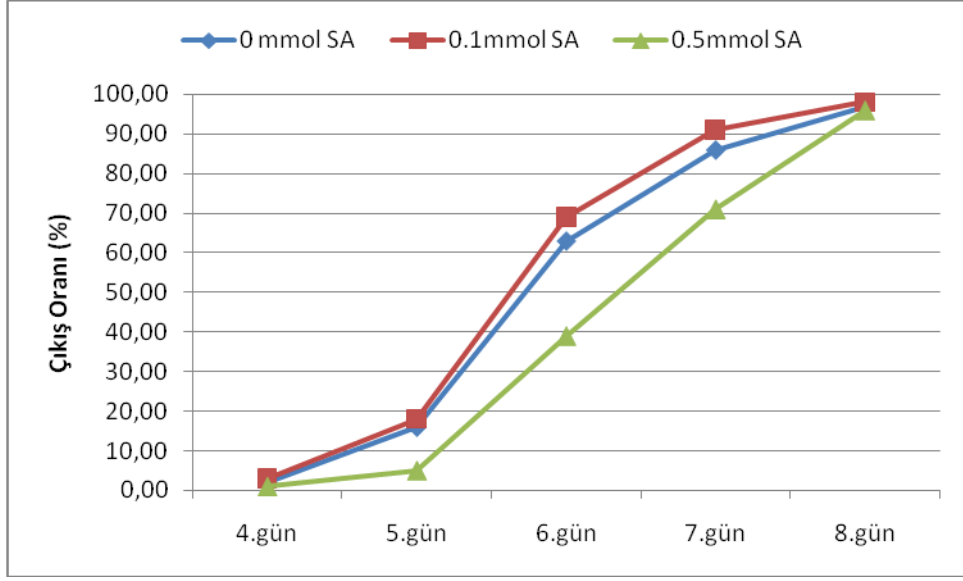
3.1. Materyal

Deneme 2009 yılında Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait sera, laboratuvar ve uygulama alanında yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak İstanbul Tohumculuğun ürettiği salata-marul (*Lactuca sativa* L.var. *longifolia*) tohumları kullanılmıştır. Kimyasal materyal olarak salisilik asit, sodyum hipoklorit, aseton kullanılmıştır.

Denemede kullanılan 'Arap saçı' çeşidi salata-marul orta erkencidir. Kıvırcık yapraklara sahiptir. Sofralık bir çeşittir. Orta yeşil yapraklı, büyük başlıdır. İlbahar ve sonbahar ekimi yapılır. Çürümeye karşı dayanıklıdır. Yaprakları gevrekler. Sıcağa dayanıklıdır. Çapı 30-35 cm, ağırlığı 750-800 g' dır. Boltinge dayanıklılığı iyidir. Tohum rengi kahverengimsi siyahtır (Anonim 2009c).

3.2. Yöntem

Denemede bitkilerde strese karşı tolerans arttırmada etkili olduğu bilinen salisilik asidin kullanımı ile salata-marul tohumlarının ve fidelerinin kuraklık stresine karşı direncini arttırmak için salisilik asidin farklı konsantrasyonları ve uygulama şekilleri test edilmiştir. Kontrol bitkilerine ise normal çeşme suyu verilmiştir. Denemeye başlamadan önce, tohumlar çimlendirme testine tabi tutulmuş ve %99'luk çimlenme oranına sahip olduğu belirlenmiş ve Şekil 3.2. de gösterilmiştir (ISTA 1985). Deneme bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü, her 3 tekerrürde de üç farklı salisilik asit dozu (0, 0.1 ve 0.5 mM) ve üç farklı salisilik asit uygulama yöntemi (tohum, toprak ve yaprak) olacak şekilde kurulmuştur. Denemede salisilik asit uygulama yöntemi ana parselleri, salisilik asit dozları ise alt parselleri oluşturmuştur.



Şekil 3.1. Viyollere ekilen tohumların çıkış oranları (%)

Denemede kullanılan çözeltilerin hazırlanması için;

0.1 mM lük SA çözeltisi; Tartılan 0.01381 g SA 900 ml saf suda çözülmüş ve ph 5.5 ayarlanmış, son hacim saf su ile 1 lt' ye tamamlanmıştır.

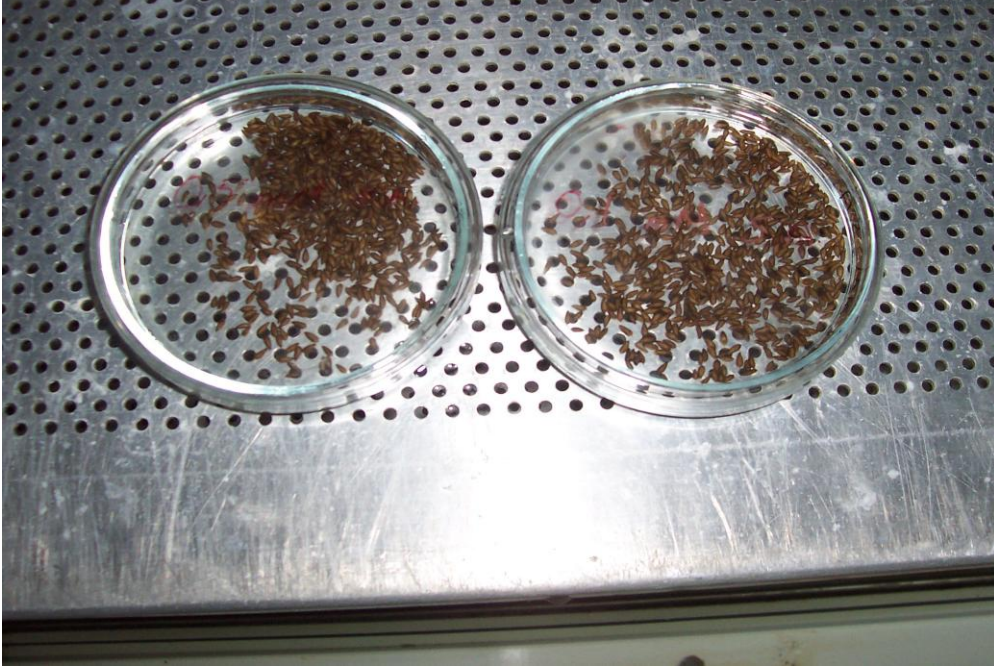
0.5 mM lük SA çözeltisi; Tartılan 0.06905 g SA 900 ml saf suda çözülmüş ve ph 5.5 ayarlanmış, son hacim saf su ile 1 lt'ye tamamlanmıştır.

% 1' lik sodyum hipoklorit çözeltisi; % 5' lik sodyum hipoklorit çözeltisinden 200 ml alınmış saf su ile 1 litreye tamamlanmıştır.

Denemede, önceki literatürler dikkate alınarak salisilik asidin 3 uygulama metoduna (tohuma, toprağa, fideye) ve her bir uygulamada 3 farklı doza [0 (kontrol), 0.1 ve 0.5 mM SA] yer verilmiştir (**Dot ve ark. 1998, Lian ve ark. 2000, Senaratna ve ark. 2000, Sing ve Usha 2003, Korkmaz 2005, Shi ve ark. 2006, Stevens ve ark. 2006, Arfan ve ark. 2007, Güneş ve ark. 2007, Horvath ve ark. 2007, Korkmaz ve ark. 2007**).

Tohum uygulaması için; tohumlar %1 'lik sodyum hipoklorit çözeltisinde 10 dakika süreyle bekletilmiştir (**Arfan ve ark. 2007, Korkmaz ve ark. 2007**). Daha sonra 3-4 kez saf sudan geçirilerek yıkanmış ve kurutma kağıdında 30 dakika kurumaya bırakılmıştır.

Kuruyan tohumlar içerinde 50' Őer ml 0.1 ve 0.5 mM SA özeltisi bulunan 8 cm çaplı petri kaplarına konularak 20.0  C de 24 saat bekletilmek üzere Şekil 3.2 de görüldüğü gibi çimlendirme kabinine konulmuŐtur.



Şekil 3.2. Tohumların imlendirme kabininde 24 saat SA çözeltisinde bekletilmesi

Aradan 24 saat geçtikten sonra SA çözeltisinde bekletilen tohumlar çözeltiden alınarak oda sıcaklığında kurutulmuŐ ve muamele görmemiş tohumlarla birlikte içerisinde Rito Tohumculuğun  rettiği Plantaflor marka ticari sebze fidesi harcı bulunan ve her bir gözü 0.12 litre olan 45 gözlü viyollere Şekil 3.3 de görüldüğü gibi laboratuvar koşullarında ekim yapılmıştır. Sebze harcının özellikleri: pH: 4.0-4.5; N:80-150 mg/l; P₂O₅: 80-150 mg/l; K₂O: 80-150 mg/l dir.



Şekil 3.3. Tohumların viyollere ekiminden sonra ilk çıkışı

Ekimi laboratuvarında yapılan marul tohumlarının kotiledon yaprakları oluşuktan sonra cam seraya taşınmışlardır. Fidelerin serada kalış süresince sera içi sıcaklık ortalama minimum 3,5 °C ve maksimum 26.0 °C olarak ölçülmüştür. Cam serada da bir alçak tünel kurularak fideler buraya yerleştirilmiştir. Hava sıcaklıkları yükselmeye başladıktan sonra fideler seranın içindeki alçak tünelden çıkarılmıştır.

Isıtılmayan sera koşullarında yetiştirilen fideler, 2-3 yapraklı safhaya ulaştıklarında 0, 0.1 ve 0.5 mM SA dozları sulamayla harca, püskürtmeyle yapraklara uygulanmıştır. Uygulama yapıldıktan sonra marul fideleri bir hafta (yedi gün) süreyle sulanmayarak kuraklık stresine maruz bırakılmış, sekizinci gün kaplar sature oluncaya kadar nemlendirilmiş ve 2 gün sonra aşağıda belirtilen değerlendirmeler yapılmıştır.

- 1-Hasar indeksi
- 2-Fide yaş ağırlığı (g)
- 3-Fide kuru ağırlığı (g)
- 4-Klorofil miktarı
- 5-Membran geçirgenliği (EC)

3.2.1 Hasar indeksi

Fidelerde kuraklık nedeniyle oluşan zarar, 1-5 skalasıyla belirlenmiştir (Korkmaz, 2002).

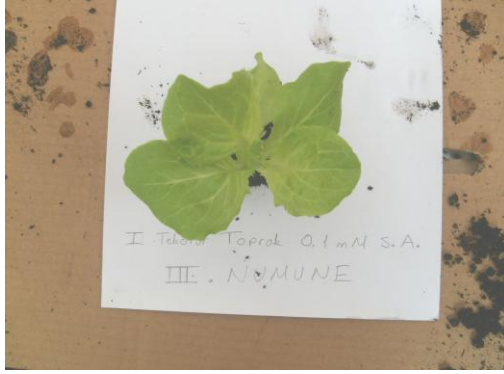
1-Görülen nekrotik hasar yok

2-Hafif hasar (yaprak alanının %5'den daha az bir nekrotik hasara sahip)

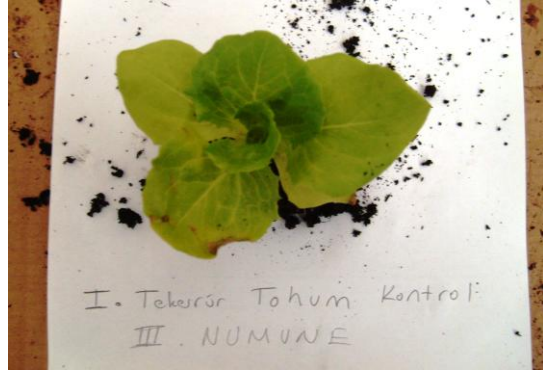
3-Orta hasar (yaprak alanının %5 ile 25 arasında kalan bir alanı nekrotik hasara sahip)

4-Kuvvetli hasar (yaprak alanının %50'den daha fazla bir alanı nekrotik hasara sahip)

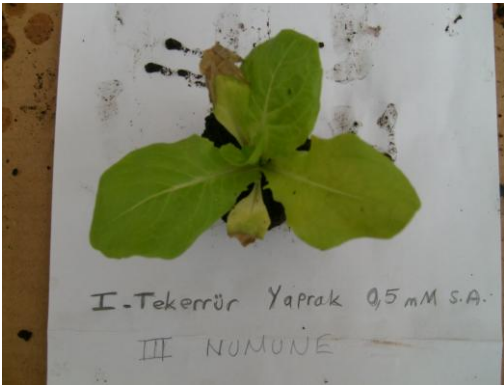
5-Bitki ölü



1



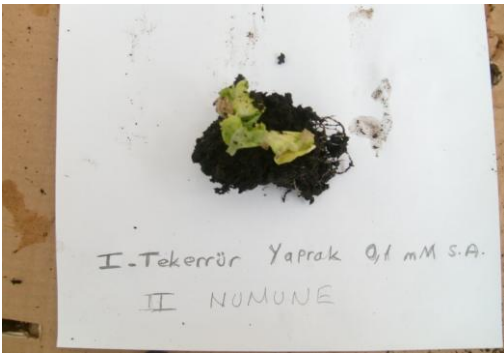
2



3



4



5

Şekil 3.4. Marul fidelerinin stresden iki gün sonraki görünümü

3.2.2 Fide yaş ağırlığı

Her bir viyolden tesadüfi seçilen fidelerin kök bölgesindeki harç giderilinceye kadar akan su altında iyice yıkanmıştır. Yıkanan fideler oda sıcaklığında üzerlerindeki nem giderilinceye kadar bekletilmiştir. Üzerlerindeki fazla nem giderildikten sonra 0.01 g'a duyarlı hassas terazide tartılmıştır (**Korkmaz ve ark. 2007**).

3.2.3 Fide kuru ağırlığı

Yaş ağırlığı tartılan fideler, etüvde 65 °C' de 24 saat kurumaya bırakılmıştır. Bu süre sonunda kuruduğu tespit edilen fideler daha sonra 0.01 g'a duyarlı hassas terazide tartılmıştır (**Güneş ve ark. 2007**).

3.2.4 Klorofil miktarı

Yaprak örneklerinde Fotosentetik Pigment Analizi için bitki yaprak dokularından 0.5 g örnek alınmıştır. Porselen havanda %80'lik aseton ve CaCO₃ yardımıyla ekstrakte edilmiş ve santrifüjde 3000 rpm devirde 20 dakika santrifüjlenmiştir. Belirli oranlarda seyreltme gerçekleştirildikten sonra 662, 645 ve 470 nm dalga boylarında spektrofotometre cihazıyla ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalar yapılan seyreltme dikkate alınarak **Lichtentaler ve Wellburn (1985)** 'e göre aşağıdaki formüller kullanılarak klorofil a,b ve karotenoid miktarları saptanmıştır.

$$\text{klorofil a} = (11.75 \times A_{662}) - (2.35 \times A_{645})$$

$$\text{klorofil b} = (18.61 \times A_{645}) - (3.96 \times A_{662})$$

$$\text{karotenoid} = [(1000 \times A_{470}) - (2.27 \times \text{klorofil a}) - (81.4 \times \text{klorofil b})] / 227$$

3.2.5 Membran geçirgenliği

Stresin yaprak dokusunda ve özellikle hücre zarlarında meydana getirdiği hasarın bir göstergesi de yaprak dokularında yapılan elektriksel iletkenlik ölçümleridir. Bu amaçla, hayatta kalan bitkilerden alınan yaprak diskleri (1 cm çapında) içerisinde 20 ml saf su bulunan cam şişelere konularak 24 saat karanlıkta bekletilmiştir. Daha sonra suyun elektriksel iletkenliği **Shi ve ark. (2006)** ile **Korkmaz ve ark. (2007)** tarafından belirtilen

metoda göre ölçülerek, hücre zararlarının geçirgenliği (zarar görme oranı) belirlenmiştir (EC1). EC metre ile ölçülen örnekler su banyosunda 95 °C de 20 dakika bekletildikten sonra tekrar ölçüm yapılmıştır (EC2). İlk ölçüm/son ölçüm arasındaki oran hesaplanarak, (EC1/EC2) göreceli elektriksel iletkenlik değerleri hesaplanmıştır. EC1/EC2 oranının fazlalığı hücrede hasar miktarının fazla (hücre zararları fonksiyonelliğini kaybetmiş), düşük olması ise hasar miktarının az (hücre zararları zarar görmemiş) olduğu anlamına gelmektedir.

Yukarıdaki ölçüm ve analizler yapıldıktan sonra kalan marul fideleri 13/04/2009 tarihinde araziye dikilmiştir. Fideler araziye dikilmeden önce toprak örneği alınmış ve toprak hazırlığı yapılmıştır. Toprağa diskarov ve tırmık çekilerek yabancı otlarından arındırılmıştır. Çizelge 3.1 verilen toprak analiz sonucuna göre hesaplanan 10 kg/da 20-20-0 ticari gübresi atılmıştır. Gübreleme yapıldıktan sonra marul fideleri, sırtlara çift sıra halinde, sıra arası 30 cm, sıra üzeri 20 cm olacak şekilde Şekil 3.5’ deki gibi dikilmiştir. Dikim işlemi yapıldıktan 11 gün sonra *Fusarium* (kök boğazı çürüklüğü) hastalığı görülmüş ertesini gün etkili maddesi %50 carbendazim olan fungusit atılmıştır. İlaçlama işleminden bir gün sonra ölen fidelerin yerlerine yenileri dikilmiştir. İlaçlama işleminden bir gün sonra 340 g/da Amonyum Nitrat ($\text{NH}_4 \text{NO}_3$) gübresi atılmıştır. Fideler dikimden 39 gün sonra hasada gelmişlerdir. Hasatdan sonra aşağıdaki kriterlere bakılmıştır.

- 1- Pazarlanabilir bitki ağırlığı
- 2- Baş ağırlığı

Çizelge 3.1. Deneme alanı toprak örneğinin analiz sonuçları

Toprak Analiz Sonuçları		
Parametre	Analiz Sonucu	Birim
pH	7.62	
Tuz	0.07	%
Kireç	6,4	%
Doygunluk	55	%
Organik Madde	1.17	%
Toplam N (Azot)	0.058	%
P (Fosfor)	18.7	ppm
K (Potasyum)	179	ppm
Ca (Kalsiyum)	8921	ppm
Mg (Magnezyum)	628	ppm
Fe (Demir)	6.6	ppm
Cu (Bakır)	0.7	ppm
Zn (Çinko)	0.5	ppm
Mn (Mangan)	4.9	ppm



Şekil 3.5. Kuraklık stresinden sonra marul fidelerinin araziye dikilmesi.

3.2.6 Pazarlanabilir bitki ağırlığı

Şekil 3.6' da görüldüğü gibi hasada gelen marullar kök boğazı kısımlarından kesilerek hasat edilmişlerdir. Marulların pazarlanamaz durumdaki yaprakları temizlendikten sonra terazide tartılarak pazarlanabilir baş ağırlığı elde edilmiştir.



Şekil 3.6. Hasada gelmiş marul bitkileri

3.2.7 Baş ağırlığı

Marullarda oluşan başın dışındaki yaprakların temizlenmesinden sonra Şekil 3.7' de görüldüğü gibi terazide tartılarak baş ağırlığı elde edilmiştir.



Şekil 3.7. Hasat edilmiş marul bitkisinin oluşturduğu başın görünümü

3.3. Sonuçların Değerlendirilmesi

Çalışmada elde edilen verilere F testi ile varyans analizi uygulanmış ve salisilik asit uygulama metodu ve salisilik asit dozlarının ortalamaları arasındaki farkların karşılaştırılmasında LSD testi kullanılmıştır. İstatistik analizler TARİS bilgisayar paket programında yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Kuraklık Stresine Maruz Bırakılan Marul Fidelerinde Farklı Salisilik Asit Dozları ve Farklı Uygulamalarının Bazı Parametreler Üzerine Etkisi

Farklı salisilik asit dozları ve uygulama şekillerinden sonra 7 gün kuraklık stresine maruz bırakılan marul fidelerinde, stresten iki gün sonra bu fidelerin hasar indeksi, fide yaş ağırlığı, fide kuru ağırlığı, klorofil miktarı ve membran geçirgenliği incelendikten sonra fideler araziye dikilmiştir. Hasada gelen marullar derim yapıldıktan sonra pazarlanabilir bitki ağırlığına ve baş ağırlıkları tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular aşağıda başlıklar halinde verilmiştir.

4.1.1. Hasar indeksi üzerine etkisi

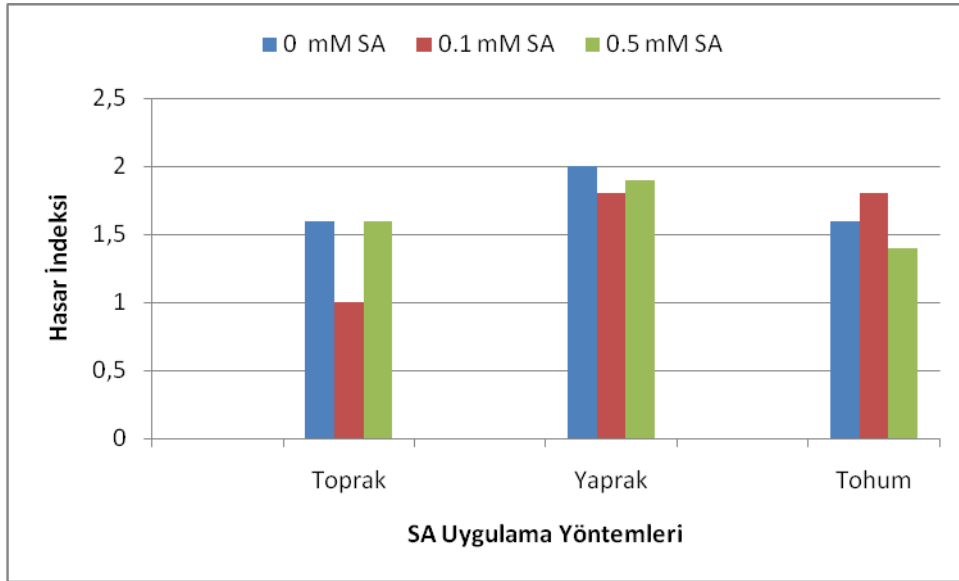
Kuraklık stresine maruz kalmış marul fidelerine ait hasar indeksi ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.1. 'de verilmiştir. Salisilik asidin dozları ve uygulama şekilleri hasar indeksi üzerine istatistiki anlamda önemli olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.1. Farklı yöntemler ile farklı dozlardaki salisilik asit uygulamalarının kuraklık stresine maruz bırakılan marul fidelerinin hasar indeksi üzerine etkisi

Hasar indeksi (1-5 Skalası)				
SA Dozları	0 (Kontrol) mM SA	0.1 mM SA	0.5 mM SA	Uygulama Şekli Ana Etkisi
Uygulama Şekilleri				
Toprak	1,6	1,0	1,6	1,4
Yaprak	2,0	1,8	1,9	1,9
Tohum	1,7	1,8	1,4	1,6
SA Dozları Ana Etkisi	1,8	1,5	1,6	

Salisilik asidin dozlarının marul fidelerinin hasar indeksi üzerine etkisine bakıldığında hiç salisilik asit uygulanmayan (0 mM) kontrol bitkilerinin en yüksek hasar indeksine (2.0) sahip olduğu görülmüş, buna karşılık topraktan uygulanan SA dozlarında daha az görsel hasar tespit edilmiş ama istatistiki olarak önemli görülmemiştir. Şekil 4.1 de görüldüğü gibi SA uygulanan bitkiler içersinde topraktan 0.1 mM (1.0) ve tohumdan 0.5

mM (1.4) SA dozları ile muamele edilen marul bitkilerinde en az hasar meydana gelmiştir. Yapraktan uygulanan SA dozları ise marul yapraklarındaki hasarı artırmıştır.



Şekil 4.1. Hasar indeksinin SA uygulama yöntemleri ve dozlarına göre değişimi

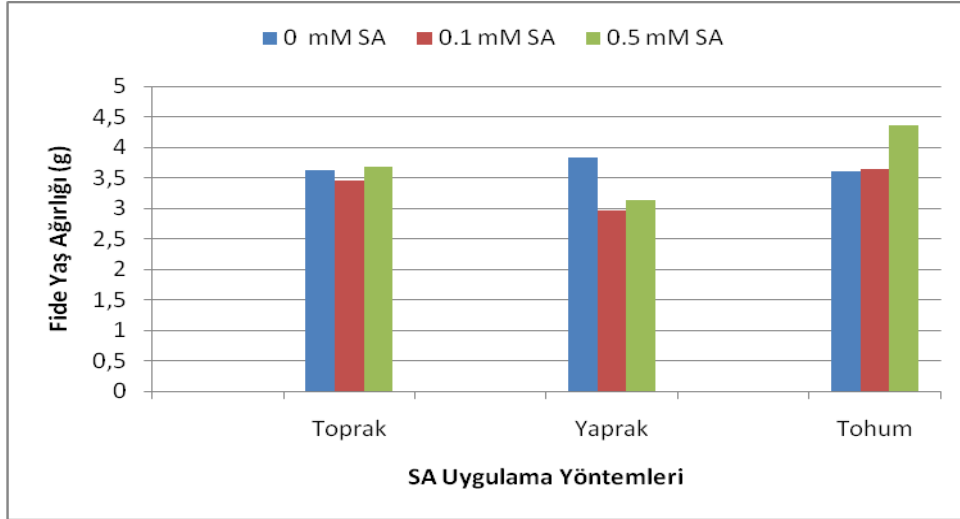
4.1.2. Fide yaş ağırlığı üzerine etkisi

Kuraklık stresine maruz kalmış marul fidelerine ait yaş ağırlığı ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.2. 'de verilmiştir. Fide yaş ağırlığı ortalamaları arasındaki farklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.2. Farklı yöntemler ile farklı dozlardaki salisilik asit uygulamalarının kuraklık stresine maruz bırakılan marul fidelerinin fide yaş ağırlığı üzerine etkisi

Fide Yaş Ağırlığı (g)				
SA Dozları	0 (Kontrol) mM SA	0.1 mM SA	0.5 mM SA	Uygulama Şekli Ana Etkisi
Uygulama Şekilleri				
Toprak	3,63	3,45	3,69	3,59
Yaprak	3,84	2,97	3,13	3,31
Tohum	3,61	3,65	4,37	3,88
SA Dozları Ana Etkisi	3,69	3,35	3,73	

Şekil 4.2' de görüldüğü gibi uygulanan SA dozları ve uygulama şekilleri açısından bakıldığında, fide yaş ağırlığı bakımından tohumdan uygulanan 0.5 mM SA (4.37) miktarı en fazla fide ağırlığına sahipken, yapraktan uygulanan 0.1 mM SA (2.97) miktarı kontrol grubundan bile daha düşük ağırlıktadır.



Şekil 4.2. Fide yaş ağırlığının SA uygulama yöntemleri ve dozlarına göre değişimi

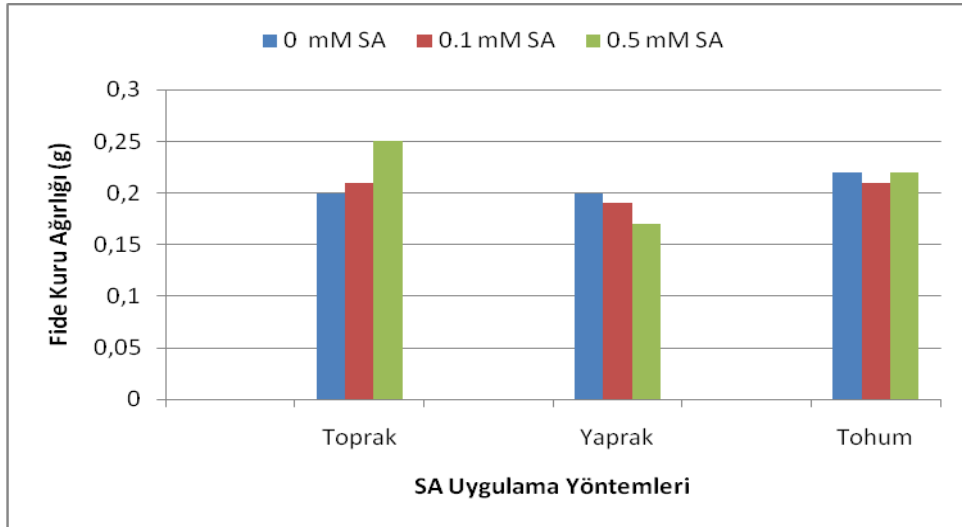
4.1.3. Fide kuru ağırlığı üzerine etkisi

Kuraklık stresine maruz kalmış marul fidelerine ait kuru ağırlık ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.3.'de verilmiştir. Salisilik asidin dozları ve uygulama şekilleri fide kuru ağırlığının üzerine istatistiki olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.3. Farklı yöntemler ile farklı dozlardaki salisilik asit uygulamalarının kuraklık stresine maruz bırakılan marul fidelerinin fide kuru ağırlığı üzerine etkisi

Fide Kuru Ağırlığı (g)				
SA Dozları	0 (Kontrol) mM SA	0.1 mM SA	0.5 mM SA	Uygulama Şekli Ana Etkisi
Uygulama Şekilleri				
Toprak	0,20	0,21	0,25	0,22
Yaprak	0,20	0,18	0,17	0,18
Tohum	0,22	0,21	0,22	0,22
SA Dozları Ana Etkisi	0,20	0,20	0,21	

Şekil 4.3' de verildiği gibi SA uygulama yöntemleri ve dozlarının fide kuru ağırlığı üzerine sadece toprak ve tohum uygulamaları olumlu etki yaparken, yaprak uygulaması kontrole göre olumsuz etki yapmıştır. Topraktan uygulanan 0.5 mM SA dozu (0.25 g) en yüksek fide kuru ağırlığını verirken, yapraktan uygulanan 0.5 mM SA dozu (0.17 g) en düşük ağırlığı vermiştir.



Şekil 4.3. Fide kuru ağırlığının SA uygulama yöntemleri ve dozlarına göre değişimi

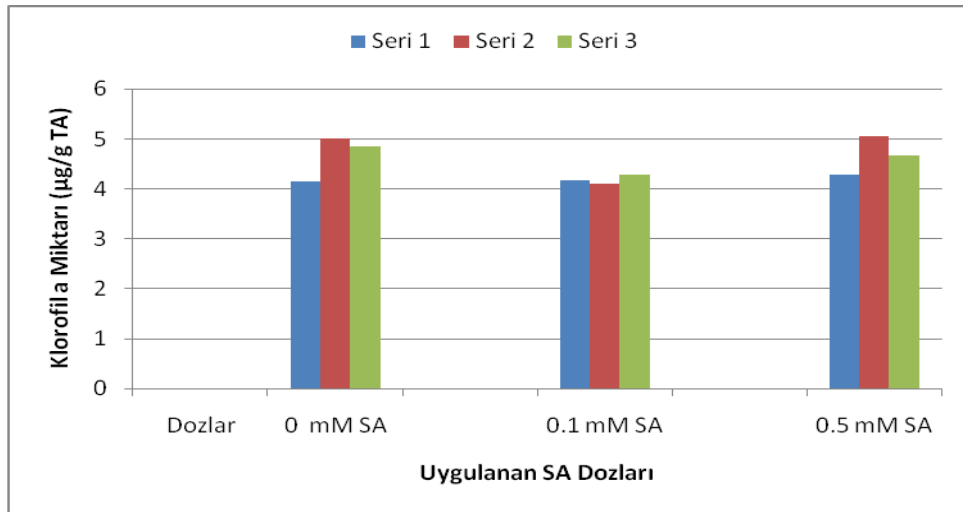
4.1.4. Klorofil miktarı üzerine etkisi

Kuraklık stresine maruz kalmış marul fidelerine ait klorofil a miktarı ile ilgili bulgular Çizelge 4.4.'de verilmiştir. Salisilik asidin uygulama şekilleri istatistiki olarak önemli bulunmazken, dozlar arasındaki fark önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Farklı yöntemler ile farklı dozlardaki salisilik asit uygulamalarının kuraklık stresine maruz bırakılan marul fidelerinin klorofil a miktarı ($\mu\text{g/g}$ taze ağırlık) üzerine etkisi

Klorofil a Miktarı				
SA Dozları	0 (Kontrol) mM SA	0.1 mM SA	0.5 mM SA	Uygulama Şekli Ana Etkisi
Uygulama Şekilleri				
Toprak	4,16	4,17	4,29	4,20
Yaprak	5,00	4,10	5,05	4,72
Tohum	4,85	4,29	4,68	4,60
SA Dozları Ana Etkisi	4,67a	4,18b	4,67a	

Yapılan SA muameleleri göz önünde bulundurulduğunda yapraktan uygulanan 0.5 mM SA (5.05) dozu kontrole, toprak ve tohum uygulamalarına göre daha fazla klorofil a miktarı içermektedir. Yine yapraktan uygulanan 0.1 mM SA dozu en düşük klorofil a miktarını vermektedir. Klorofil a miktarı üzerine yaprak uygulaması, toprak ve tohum uygulamasından daha yüksek etki yaptığı görülmüştür. Şekil 4.4'e bakıldığında uygulanan 0 ve 0.5 mM SA dozları, 0.1 mM SA dozuna göre daha yüksek etki yapmıştır.

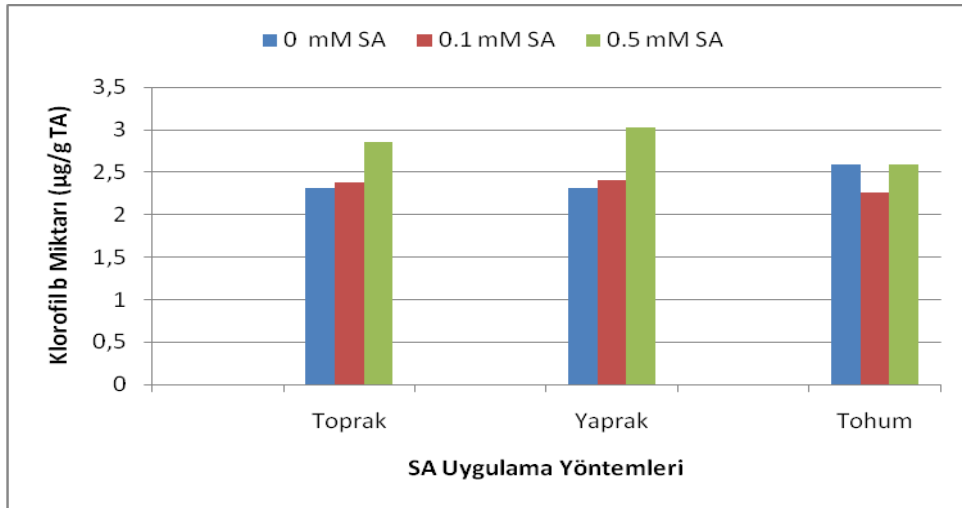


Şekil 4.4. Klorofil a miktarının SA dozlarına göre değişimi

Çizelge 4.5. Farklı yöntemler ile farklı dozlardaki salisilik asit uygulamalarının kuraklık stresine maruz bırakılan marul fidelerinin klorofil b miktarı ($\mu\text{g/g}$ taze ağırlık) üzerine etkisi

Klorofil b Miktarı				
SA Dozları	0 (Kontrol) mM SA	0.1 mM SA	0.5 mM SA	Uygulama Şekli Ana Etkisi
Uygulama Şekilleri				
Toprak	2,30	2,38	2,85	2,51
Yaprak	2,30	2,39	3,03	2,57
Tohum	2,59	2,26	2,59	2,48
SA Dozları Ana Etkisi	2,40	2,34	2,82	

Şekil 4.5' e bakıldığında yapraktan uygulanan 0.5 mM SA (3.03) dozu kontrole, toprak ve tohum uygulamasına göre daha fazla klorofil b miktarı bulunmuştur. Tohumdan uygulanan 0.1 mM SA dozu en düşük klorofil b miktarını oluşturmaktadır. Klorofil b miktarı üzerine yapraktan uygulanan 0.5 mM SA dozu, toprak ve tohum uygulamalarından daha yüksek etki yaptığı bulunmuştur.

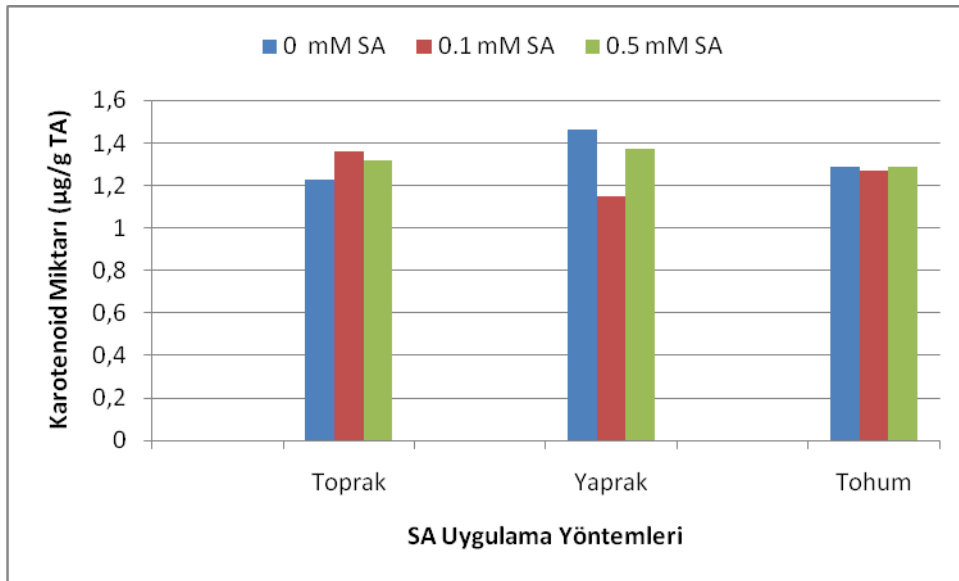


Şekil 4.5. Klorofil b miktarının SA uygulama yöntemleri ve dozlarına göre değişimi

Çizelge 4.6. Farklı yöntemler ile farklı dozlardaki salisilik asit uygulamalarının kuraklık stresine maruz bırakılan marul fidelerinin karotenoid miktarı ($\mu\text{g/g}$ taze ağırlık) üzerine etkisi

Karotenoid Miktarı				
SA Dozları	0 (Kontrol) mM SA	0.1 mM SA	0.5 mM SA	Uygulama Şekli Ana Etkisi
Uygulama Şekilleri				
Toprak	1,22	1,36	1,32	1,30
Yaprak	1,46	1,14	1,36	1,32
Tohum	1,28	1,27	1,29	1,28
SA Dozları Ana Etkisi	1,32	1,26	1,32	

Şekil 4.6' ya bakıldığında yaprağın kontrolü yani hiç muamele görmemiş marul fideleri, muamele görmüş marul fidelerine nazaran daha fazla karotenoid (1.46) miktarına sahiptir. Bununla birlikte topraktan 0.1 mM SA (1.36) ve yapraktan uygulanan 0.5 mM SA (1.36) dozları, tohumun diğer uygulamaları ve toprağın kontrolüne göre daha yüksek miktarda karotenoid miktarı ihtiva etmektedir.



Şekil 4.6. Karotenoid miktarının SA uygulama yöntemleri ve dozlarına göre değişimi

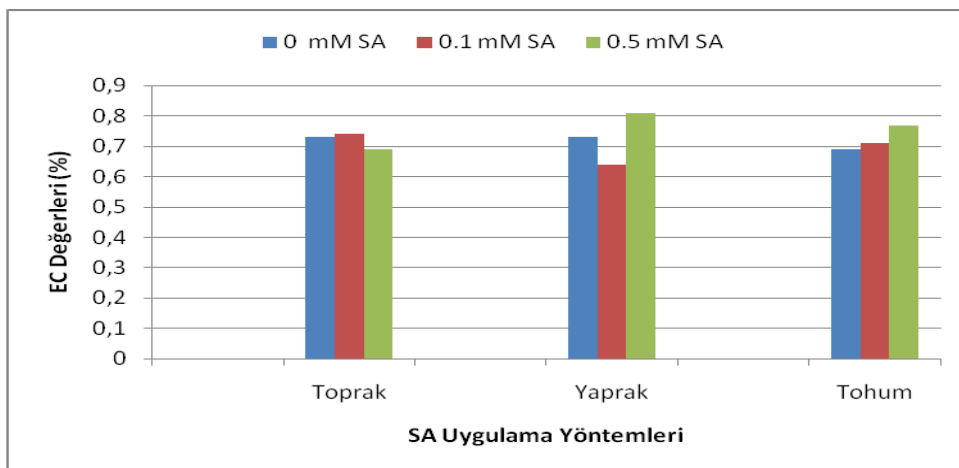
4.1.5. Membran geçirgenliği üzerine etkisi

Kuraklık stresine maruz kalmış marul fidelerine ait membran geçirgenliliği ile ilgili bulgular Çizelge 4.7. 'de verilmiştir. Salisilik asidin dozları ve uygulama şekilleri fide membran geçirgenliği üzerine istatistiki olarak önemli etki yapmamıştır.

Çizelge 4.7. Farklı yöntemler ile farklı dozlardaki salisilik asit uygulamalarının kuraklık stresine maruz bırakılan marul fidelerinin EC (EC_1 / EC_2) değerleri üzerine etkisi

Membran Geçirgenliği (EC_1/EC_2) %				
SA Dozları	0 (Kontrol) mM SA	0.1 mM SA	0.5 mM SA	Uygulama Şekli Ana Etkisi
Uygulama Şekilleri				
Toprak	0,73	0,73	0,68	0,71
Yaprak	0,73	0,64	0,81	0,72
Tohum	0,69	0,70	0,77	0,72
SA Dozları Ana Etkisi	0,71	0,69	0,75	

Şekil 4.7' de görüldüğü gibi yapraktan uygulanan 0.5 mM SA (0.81) en yüksek EC değerini verirken, yine yapraktan uygulanan 0.1 mM SA miktarı (0.64) en düşük EC değerini vermiştir. Yapraktan uygulanan 0.5 mM SA dozu toprak ve tohum uygulamasına göre daha yüksek bir etki yapmıştır.



Şekil 4.7. EC değerlerinin SA uygulama yöntemleri ve dozlarına göre değişimi

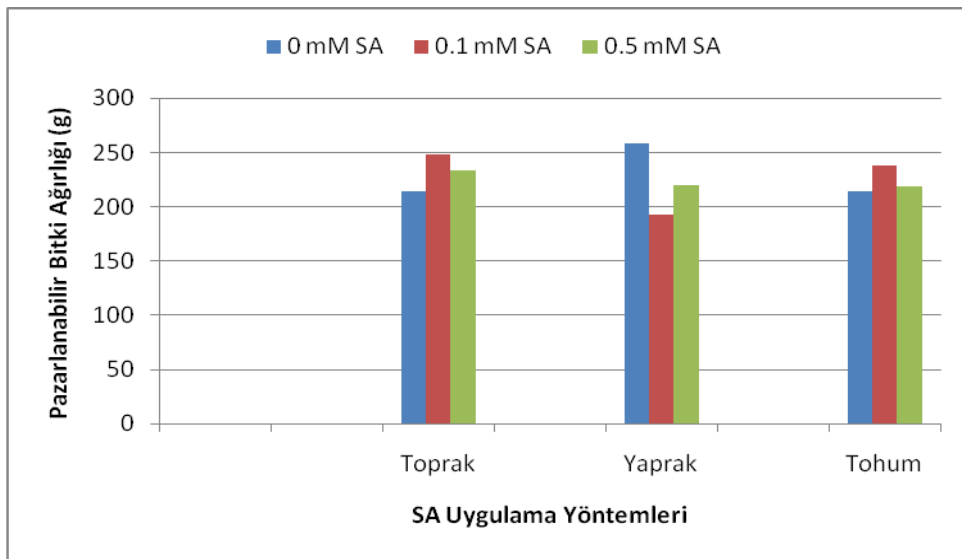
4.1.6. Pazarlanabilir bitki ağırlığı üzerine etkisi

Kuraklık stresine maruz kalmış marul fidelerine ait pazarlanabilir baş ağırlığı ile ilgili veriler Çizelge 4.8. 'de verilmiştir. Salisilik asidin dozları ve uygulama şekillerinin pazarlanabilir bitki ağırlığı üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.8. Farklı yöntemler ile farklı dozlardaki salisilik asit uygulamalarının kuraklık stresine maruz bırakılan marul bitkilerinin pazarlanabilir bitki ağırlığı üzerine etkisi

Pazarlanabilir Bitki Ağırlığı (g)				
SA Dozları	0 (Kontrol) mM SA	0.1 mM SA	0.5 mM SA	Uygulama Şekli Ana Etkisi
Uygulama Şekilleri				
Toprak	213,67	248,33	234,00	232,00
Yaprak	258,33	193,33	220,00	223,89
Tohum	213,67	238,33	219,33	223,78
SA Dozları Ana Etkisi	228,56	226,67	224,44	

Şekil 4.8'e bakıldığında yaprağın kontrolü yani hiç muamele görmemiş fidelerin en yüksek ağırlığa ulaştığı görülmektedir. Bununla beraber topraktan ve tohumdan uygulanan 0.1 mM SA dozu, yapraktan uygulanan 0.1 ve 0.5 mM SA dozlarına göre daha yüksek bir etki yapmıştır.



Şekil 4.8. Pazarlanabilir bitki ağırlığının SA uygulama yöntemleri ve dozlarına göre değişimi

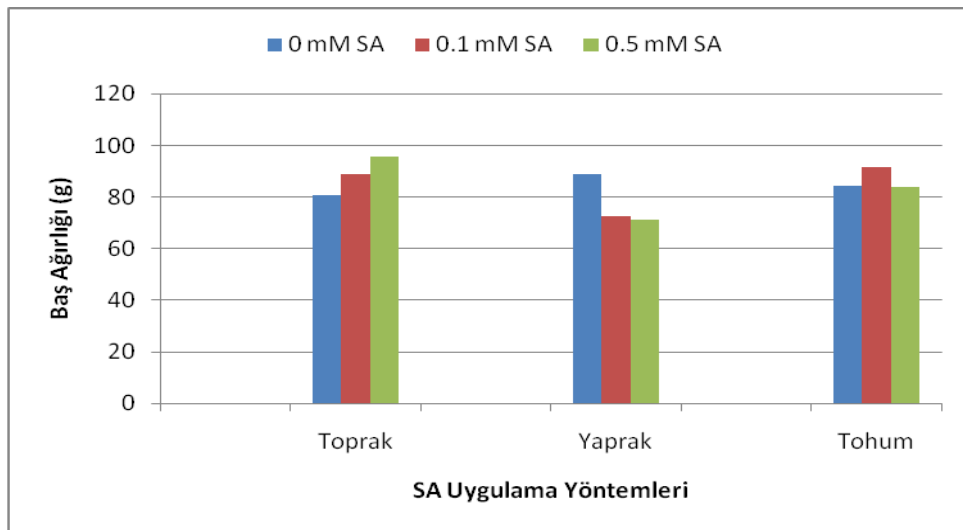
4.1.7. Baş ağırlığı üzerine etkisi

Kuraklık stresine maruz kalmış marul fidelerine ait baş ağırlığı ile ilgili sonuçlar Çizelge 4.9.'de verilmiştir. Salisilik asidin dozları ve uygulama şekilleri baş ağırlığı üzerine etkisinin istatistiki olarak önemli olmadığı görülmüştür.

Çizelge 4.9. Farklı yöntemler ile farklı dozlardaki salisilik asit uygulamalarının kuraklık stresine maruz bırakılan marul bitkilerinin baş ağırlığı üzerine etkisi

Baş Ağırlığı (g)	0 (Kontrol) mM SA	0.1 mM SA	0.5 mM SA	Uygulama Şekli Ana Etkisi
Uygulama Şekilleri				
Toprak	80,67	88,67	95,67	88,33
Yaprak	88,67	72,67	71,00	77,44
Tohum	84,33	91,67	84,00	86,67
SA Dozları Ana Etkisi	84,56	84,33	83,56	

Şekil 4.9' da görüldüğü gibi topraktan uygulanan 0.5 mM SA dozu (95.67 g) kontrol bitkilerine göre daha yüksek bir değer vermektedir. Yapraktan uygulanan 0.5 mM SA dozu ise kontrole göre daha düşük bir ağırlık vermiştir. Baş ağırlığı üzerine tohum ve toprak uygulaması, yaprak uygulamasına nazaran daha yüksek bir etki yapmıştır.



Şekil 4.9. Baş ağırlığının SA uygulama yöntemleri ve dozlarına göre değişimi

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Araştırmaya konu olan 0, 0.1 ve 0.5 mM salisilik asit konsantrasyonlarının ve tohum, yaprak ve toprak uygulamalarının kuraklık stresindeki marul fidelerine etkilerinin istatiki açıdan önemli olmadığı sadece klorofil a 'da dozlar arasındaki farkların önemli olduğu gözlenmiştir.

Seneratna ve ark. (2003) tohumdan veya topraktan 0.5 mM ASA ile muamele edilen domates ve fasulye fidelerinin kuraklık, soğuk ve yüksek sıcaklık streslerinden sonra hepsinin hayatta kaldığını ve yaşamlarını devam ettirdiğini fakat ASA ile muamele edilmeyen bitkilerin büyük çoğunluğunun öldüğünü bildirmişlerdir. **Janda ve ark. (1999)** 0.5 mM SA ile muamele edilen mısır bitkilerinde salisilik asitin antioksidant enzim sentezini teşvik ettiğini ve dolayısıyla bu enzimlerin mısır bitkilerinin soğuk stresine karşı olan toleranslarını arttırdığını bulmuşlardır. **Tari ve ark. (2002)**, domates bitkisinin salisilik ile ön muamelesinden sonra tuz stresine mukavemetini inceledikleri çalışmalarında, düşük konsantrasyonda (0.01 mM) SA ile muamele edilmiş bitkilerinin 7 gün süren tuz stresine (100 mM NaCl) karşı tolerans gösterdiklerini belirtmişlerdir.

Mendoza ve ark. (2002) ve **Senaratna ve ark. (2000)**'nin yapmış olduğu çalışmalarda, biber ve domates tohumlarına yapılan 1.00 mM ASA uygulamalarının fidelerin soğuk, kuraklık ve sıcak streslerine karşı toleranslarının artırılmasında olumsuz bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur.

Korkmaz (2005) SA'in biber tohumlarının düşük sıcaklıktaki (15 °C) çimlenme performansları üzerine etkisini incelediği bir çalışmada, priming ortamına ilave edilen 0.1 mM SA ile muamele edilen tohumların %91 çimlenme ve %85 toprak çıkışı gösterirken, 1.00 mM SA ile muamele edilen tohumlarının çimlenmelerinin %54 ve toprak çıkışlarının %47 düzeylerinde kaldığını belirlemiştir.

SA veya aspirin uygulamalarının fizyolojik ve biyokimyasal etkilerinden biri de normal veya stresli ortamda yetişen bitkilerde fotosentezi düzenleyici olarak rol almasıdır. **Janda ve ark. (1999)**, SA uygulanmasının mısır bitkilerinde soğuk hasarın belirtilerini azalttığı fakat normal şartlar altında, SA uygulamasının bitkide stoma iletkenliğinin ve terlemenin

azalmasına neden olmasından dolayı bitki gelişimini olumsuz yönde etkilediğini bildirmiştir. **Larque-Saavedra (1978)**, fasulye bitkisinde ASA uygulamasının stoma iletkenliğini azaltması sonucunda bitkide terlemeyi azalttığını bildirmiştir. **Khan ve ark. (2003)**, mısır ve soya fasulyesinde yapraklara uygulanan ASA'nın stoma iletkenliğini ve terlemeyi artırdığı ancak klorofil içeriğini değiştirmediği bildirilmişlerdir. **Sing ve Usha (2003)** 1.00 mM SA ile muamele edilen buğday fidelerinin kuraklık stresinden sonra stoma iletkenliklerinin fazla olduğunu ve fotosentetik kapasitelerinin normal olarak devam ettiğini buna karşılık SA ile muamele edilmeyen bitkilerde ise stoma iletkenliğinin çok azaldiğını ve fotosentezin hemen hemen durma noktasına geldiğini bildirmişleridir. **Bergmann ve ark. (1994)**'nin yapmış olduğu çalışmada arpa, patates ve şeker pancarı bitkilerine yapraktan püskürtölerek uygulanan 1-2 kg/ha konsantrasyonundaki ASA ürün verimini önemli oranlarda arttırmış ve bu uygulamanın kuraklığa karşı direnç kazandırdiğı ileri sürölümüştür.

Abiyotik stres sonucu bitkilerde oluşan ilk ve en yaygın belirti su kaybından dolayı gerçekleşen solgunluktur. Özellikle soğuk stresi hücre zarının geçirgen özelliğini olumsuz yönde etkilemekte, hücre zarları sıvı ve akışkan bir yapıdan daha az akışkan ve yarı saydam bir duruma dönüştüğünden dolayı hücrelerden sıvı kaybı fazla olmakta ve bu da solgunluğa neden olmaktadır (**Wright 1974**). Elektriksel iletkenlik ölçümleri bize yaprak dokusunda gerçekleşen zararın boyutu hakkında bir fikir vermektedir. **Kang ve Saltveit (2002)**, tohumlara yapılan 0.5 mM ASA uygulamasının hıyar, mısır ve eltik bitkilerinde soğuk stresi sonrasında ölçölen elektriksel iletkenlik değerini azalttığını bildirilmişlerdir. **Janda ve ark. (1999)**, 5 gün boyunca 2 °C de soğuk stresine maruz bırakılan SA ile muamele edilmeyen mısır bitkilerinin, 0.5 mM SA ile muamele edilen bitkilerden daha fazla bir elektriksel iletkenlik değerine sahip olduğunu bildirmişlerdir. SA uygulamasının bitkide tuz stresi toleransını artırdiğını destekleyen başka bir çalışmada tohuma yapılan 1.00 mM SA uygulamasının fide döneminde tuz stresine (150 mM NaCl) maruz bırakılan arpa fideleri dokularında ölçölen elektriksel iletkenlik değerlerinin SA ile muamele edilmeyen bitkilerde ölçölen değerlere kıyasla çok daha düşük olduğu bildirilmiştir (**El-Tayeb 2005**).

Güneş ve ark. (2005) yapmış oldukları bir çalışmada topraktan ve tohuma yapılan SA uygulamalarının mısır fidelerinin kuraklık, tuz ve bor stresine karşı verdikleri tepkiyi incelemişlerdir. Araştırmacılar 0.1 ve 0.5 mM düzeyindeki topraktan yapılan ve 1.00 mM

düzeyindeki tohuma yapılan SA uygulamalarının bahsedilen stres koşulları altında yaşayan bitkilerde besin elementi alınımını arttırdığını buna karşılık toksik iyon alınımını azalttığını ve böylece strese karşı toleransı artırdığını bildirmişlerdir.

Yukarıda da bahsedildiği gibi daha önceki çalışmaların sonucu olarak salisilik asidin 0.01, 0.1 ve 0.5 mM dozları bitkilerdeki biyotik ve abiyotik streslerin etkilerini azalttığı belirtilmiştir. Fakat SA'ın 1.00 mM'lük dozu stresin etkisini azaltacağı yerde daha da çok zarar verdiği veya hiç etki yapmadığı tespit edilmiştir. Bu denemede SA'ın 0.1 ve 0.5 mM dozları daha önceki çalışmalardaki gibi kuraklık stresine maruz bırakılmış marul bitkilerini stres boyunca kontrol bitkilerine göre daha iyi bir direnç kazandırmıştır. Ama yapılan analiz sonuçlarına göre hasar indeksi, fide yaş ağırlığı, fide kuru ağırlığı, elektriksel iletkenlik, klorofil miktarı, pazarlanabilir bitki ağırlığı ve baş ağırlığı gibi parametreler üzerine yaptığı etkiler istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Bu denemeden de anlaşılacağı gibi SA'ın dozları ile uygulama şekilleri her bitkide stresi azaltmaya etkisinin olmadığı görülmüştür. Sonuç olarak kuraklık stresine maruz bırakılan marul bitkilerine salisilik asit dozları ve uygulama şekilleri ne olumlu nede olumsuz bir etki yapmıştır.

Yapılan denemede beklenen sonucun alınamamasının nedenleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- 1- Marul fidelerine uygulanan yedi günlük kuraklık stresi yeterli gelmemiş olabilir.
- 2- Uygulanan salisilik asit dozları gereğinden daha fazla etki yapmış olabilir.
- 3- Denemenin bir kez yapılması doğru sonuç alınması için yeterli olmayabilir.
- 4- Salisilik asit marul bitkisinde kuraklık stresine karşı bir etki yapmamış olabilir.
- 5- Maruz bırakılan stres sonucu marul bitkisinin kendi içerisinde olduğu bilinen SA ile uygulanan SA dozları birleşerek daha yüksek bir doz oluşturmuş olabilir.
- 6- Marul bitkisinin içerisinde bulunan laktik asit ile salisilik asit uyumsuz bir etki yapmış olabilir.

KAYNAKLAR

- Ananieva E A, Christov K N, Popova L P (2004). Exogenous treatment with salicylic acid leads to increased antioxidant capacity in leaves of barley plants exposed to paraquat. *Journal of Plant Physiology*, 161 (3): 319-328.
- Anonim (2009a). Su kaynakları. www.wwf.org.tr/wwf-tuerkiye-hakkinda/ne-yapiyoruz/su-kaynaklari
- Anonim (2009b). Gıdalarda bulunan salisilat miktarları. www.food-info.net/tr/qa/qa-fi27.htm (erişim tarihi, 27.07.2009)
- Anonim (2009b). Arap saçı marul çeşidinin özellikleri. www.istanbultohumculuk.com.tr (erişim tarihi, 27.07.2009)
- Arfan M, Athar H B, Ashraf M (2007). Does exogenous application of salicylic acid through the rooting medium modulate growth and photosynthetic capacity in two differently adapted spring wheat cultivars under salt stress. *Journal of Plant Physiology*, 164: 685-694.
- Apte P V, Laloraya M M (1982). Inhibitory action of phenolic compounds on abscisic acid induced abscission. *Journal of Experimental Botany*, 33(4): 826-830.
- Ashraf M, Foolad M R (2007). Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*, 59: 206-216.
- Bergmann H L V, Maachelett B, Geibel M (1994). Increase of stress resistance in crop plants by using phenolic compounds. *Acta Horticulture*, 381: 390-397.
- Chen Z X, Ricigliano J W, Klessig D F, (1993). Purification and characterization of a soluble salicylic acid-binding protein from tobacco. *Proceedings of the National Academy of Sciences of The United States of America*, 90 (20) : 9533-9537.
- Corcoran M R, Krishnamoorthy H N (1976). *Gibberellins and plant growth*. Wiley-Eastern Put. Ltd., 289 p. New Delhi.
- 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. *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24 (1): 23-40.
- Çanakçı S, Munzuroğlu Ö (2007). Asetilsalisilik asitin mısır (*Zea mays* L.) fidelerinin taze ağırlık değişimi, pigment ve protein miktarları üzerine etkileri. *Fırat Üniv. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19 (3) : 259-264.
- Derinbay V (2009). Salata-marulun ekonomik önemi. www.volkanderinbay.net/tarimnet/salata.asp?konuno=1 (erişim tarihi, 27.07.2009).

- Dot J F, Lopez-Delgado H, Foyer C H, Scott I M (1998). Parallel changes in H₂O₂ and catalase during thermotolerance induced by salicylic acid or heat acclimation in mustard seedlings. *Plant Physiology*, 116: 1351-1357.
- Erkılıç E G (2005). Tuz stresi altındaki biber (*Capsicum annuum* L.) fidelerinde salisilik asitin prolin birikimi ve bazı fizyolojik özelliklere etkisi. Y. Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Erwin E H, Zhang X, Schmidt, R E (2005). Exogenous salicylic acid enhances post-transplant success of heated kentucky. *Crop Science*, 45(1): 240-244.
- El-Tayeb M A (2005). Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation*, 45: 215-224.
- Ferrarese I, Moretto P, Trainotti L, Rascio N, Casadoro G (1996). Cellulase involvement in the abscission of peach and pepper leaves is affected by salicylic acid. *Journal of Experimental Botany*, 47(2): 251-257.
- Guo B, Liang Y C, Zhu Y G, Zhao F J (2007). Role of salicylic acid in alleviating oxidative damage in rice roots (*Oryza sativa*) subjected to cadmium stress *Environmental Pollution*, 147: 743-749.
- Güneş A, İnal A, Alpaslan M, Çiçek N, Güneri E, Eraslan F, Güzelordu T (2005). Effects of exogenously applied salicylic acid on the induction of multiple stress tolerance and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.). *Archives of Agronomy and Soil Science*, 51(6): 687-695.
- Güneş A, İnal A, Alpaslan M, Eraslan F, Bağcı E G, Çiçek N (2007). Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (*Zea mays* L.) grown under salinity. *Journal of Plant Physiology*, 164, 728-736.
- Hamada A M, Al-Hakimi A M A (2001). Salicylic acid versus salinity-drought- induced stress on wheat seedlings. *Rostlinna Vyroba*, 47(10): 444-450.
- Hamid M, Ashraf M Y, Rehman K U, Arshad M (2008). Influence of salicylic acid seed priming on growth and some biochemical attributes in wheat grown under saline conditions. *Pakistan Journal of Botany*, 40(1): 361-367.
- Horvath E, Szalai G, Janda T (2007). Induction of abiotic stress tolerance by salicylic acid signaling. *Journal of Plant Growth Regulation*, 26: 17-20.
- ISTA (1985). International rules for seed testing international seed testing association. *Seed Science & Technology*. 13: 356-513.
- James D F, Foyer C H, Scott I M, (1998). Changes in salicylic acid and antioxidants during induced thermotolerance in mustard seedlings. *Plant Physiology*, 118(4): 1455-1461.

- Jung J L, Friting B, Hahne G (1993). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) pathogenesis-proteins. Induction by Aspirin (Acetyl Salicylic Acid) and characterization. *Plant Physiology*, 101(3): 873-880.
- Jones R A, Qualset C O 1984. Breeding crops for environmental stress tolerance, application of genetic engineering to crop improvement, Dordrecht, Netherlands, Nijhoff/Junk. 305-340 pp.
- Kang H M, Saltveit M E (2002). Chilling tolerance of maize, cucumber and rice seedling leaves and roots are differentially affected by salicylic acid. *Physiologia Plantarum*, 115: 571-576.
- Kaydan D, Yağmur M, Okut N (2007). Effect of salicylic acid on growth and some physiological characters in salt stressed wheat (*Triticum aestivum* L.). *Ank. Üni. Zir. Fak. Tarım Bilimleri Dergisi*, 13 (2): 114-119.
- Khan W, Prithviraj B, Smith D (2003). Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Journal Plant Physiology*, 160: 485-492.
- Klessig D F, Malamy J (1994). The Salicylic Acid Signal Plants. *Plant Molecular Biology*, 26: 1439-1458.
- Kling G J, Meyer Jr M M (1983). Effects of phenolic compounds and indole acetic acid on adventitious root initiation in cuttings of *Phaseolus aureus*, *Acer saccharinum* and *Acer griseum*. *Horticulture Science*, 18 (3): 352-354.
- Koçer M C (2007). Tuz stresine maruz bırakılan mısır (*Zea mays* L.) bitkisinde, eksojen olarak uygulanan absizik asit (ABA) ve salisilik asit (SA)' in etkilerinin belirlenmesi. Y. Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Korkmaz A (2002). Amelioration of chilling injuries in watermelon seedlings by abscisic acid. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 26: 17-20.
- Korkmaz A (2005). Inclusion of acetyl salicylic acid and metyl jasmonate into the priming solution improves low-temperature germination and emergence of sweet pepper. *Hort Science*, 40(1): 197-200.
- Korkmaz A, Uzunlu M, Demirkıran A R (2007). Treatment with acetyl salicylic acid protects muskmelon seedling against drought stress. *Acta Physiologiae Plantarum*, 29, 503-508.
- Larque-Saavedra A (1975). Studies on hormonal aspects of plant growth in relation to chemical and environmental treatments. Ph.D. Thesis, University of London.
- Larque-Saavedra A (1978). The antitranspirant effect of acetylsalicylic acid on *Phaseolus vulgaris* L. *Physiologia Plantarum*, 43: 126-128.
- Larque-Saavedra A (1979). Stomatal closure in response to acetylsalicylic acid treatments. *Z. Pflanzen Physiologie*, 93: 371-375.

- Levitt J 1980. Responses of plants to environmental stress, I. chilling, freezing and high temperature stresses. Academic Press, Inc., 2nd Edition. 607 pp.
- Lian B, Zhou X, Miransari M, Smith D L (2000). Effect of salicylic acid on the development and root nodulation of soybean seedlings. *Journal of Agronomy&Crop Science* 185: 187-192.
- Lichtenthaler H K, Welburn A R (1985). Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf in different solvents. *Biochemical Society Transactions*, 603: 591-592.
- Mahdavian K, Kalantari Kh M, Ghorbanli M (2007). The effect of different concentration of salicylic acid on protective enzyme activities of pepper (*Capsicum annuum* L.) plants. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10 (18): 3162-3165.
- Mendoza A B, Rodriguez H R, Torres V R, Davila J H, Mezquitic J G R, Tellez E B, Rangel A S, Garcia M A B (2002). Seed treatment with salicylates modifies stomatal distribution, stomatal density, and the tolerance to cold stress in pepper seedlings. *Proceedings of the 16th International Pepper Conference Tampico, Tamaulipas, Mexico, November 10-12.*
- Raskin I, Turner I M, Melander W R (1989). Regulation of heat production in the inflorescences of an *arum lily* by endogenous salicylic acid. *Proceedings of National Academy of Science*, 86(7): 2214-2218.
- Raskin I (1992). Role of salicylic acid in plants. *Annual Review of Plant Physiology Plant and Plant Molecular Biology* , 43: 439-463.
- Ray S D, Guruprasad K N, Laloraya M M (1983). Reversal of abscisic acid-inhibited betacyanin synthesis by phenolic compounds in *Amaranthus caudatus* seedlings. *Physiologia Plantarum*, 58: 175-178.
- Ray S D (1986). GA, ABA, Phenol interaction in the control of growth: phenolic compounds as effective modulators of GA-ABA interaction in radish seedlings. *Biologia Plantarum*, 28: 361-365.
- Saadalla M M, Shanahan J F, Quick J S (1990). Heat tolerance in winter wheat: I. hardening and genetic effects on membrane thermostability. *Crop Science*, 30: 1243-1247.
- Salisbury F B, Ross C W (1992). *Plant Physiology*, Wadsworth Publishing C., Belmont, CA, 249-265, USA.
- Senaratna T, Touchell D, Bunn E, Dixon K, (2000). Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerans in bean and tomato plants. *Plant Growth Regulation*, 30: 157-161.

- Senaratna T, Merritt D, Dixon K, Bunn E, Touchell D, Sivasithamparam K (2003). Benzoic acid may act as the functional group in salicylic acid and derivatives in the induction of multiple stress tolerance in plants. *Plant Growth Regulation*, 39: 77–81.
- Shakirova F M, Sakhabutdinova A R, Bezrukova M V, Fatkhutdinova R A, Fatkhutdinova D R (2002). Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science*, 164: 317-322.
- Shettel N L, Balke N E (1983). Plant growth response to several allelopathic chemicals. *Weed Science*, 31: 293-298.
- Shi Q, Bao Z, Zhu Z, Ying Q, Qian Q (2006) . Effects of different treatments of salicylic acid on heat tolerance, chlorophyll fluorescence and antioxidant enzyme activity in seedlings of *Cucumis sativa* L. *Plant Growth Regulation*, 48: 127-135.
- Shi Q, Zhu Z (2008). Effects of exogenous salicylic acid on manganese toxicity, element contents and antioxidative system in cucumber. *Environmental and Experimental Botany*, 63: 317-326.
- Singh B, Usha K (2003). Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedling under water stress. *Plant Growth Regulation*, 39: 137-141.
- Stevens J, Senaratna T, Sivasithamparam K (2006). Salicylic acid induced salinity tolerance in tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Roma): Associated changes in gas exchange, water relations and membrane stabilisation. *Plant Growth Regulation*, 49, 77-83.
- Szalai G, Tari I, Janda T, Pestenacz A, Paldi E (2000). Effects of cold acclimation and salicylic acid on changes in 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid and malonyl 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid contents in maize during chilling. *Biologia Plantarum*, 43(4): 637-640.
- Şalk A, Arın L, Deveci M, Polat S (2008). Özel Sebzeçilik. Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 488 s Tekirdağ.
- Taiz L, Zeiger E (2002). *Plant Physiology*. 3th edition, Sinauer Associates, Inc. 602-611 pp.
- Tari I, Csiszar J, Szalia G, Horvath F, Pecsvaradi A, Kiss G, Szepesi A, Szabo M, Erdei L (2002). Acclimation of tomato plants to salinity stress after a salicylic acid pre-treatment. *Acta Biologica Szegediensis*, 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.
- Tohma Ö (2007). Çilekte salisilik asit uygulamasının tuz stresine dayanıklılık üzerine etkisi. Y. Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Uzunlu M (2006). Aspirinin kavun fidelerinin değişik abiyotik stres koşullarına karşı toleranslarının artırılması üzerine etkileri. Y. Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Yıldırım E, Güvenç İ, Karataş A (2006). Yapraktan farklı salisilik asit uygulamalarının hıyarda bitki büyümesi ve verimi üzerine etkisi. VI. Sebze Tarımı Sempozyumu, s: 90-95, 19-22 Eylül 2006, Kahramanmaraş.

Wright M (1974). The effect of chilling on ethylene production, membrane permeability, and water loss of *Phaseolus vulgaris*. *Planta*, 120: 63-69.

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Kayseri’de doğdum. İlk orta ve lise öğrenimini İstanbul’da tamamladıktan sonra, 2003 yılında Trakya Üniversitesi Ziraat Mühendisliği lisans öğrenimine başladım. 2007 yılında Bahçe Bitkileri Bölümü’nden mezun oldum. Aynı yıl NKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladım.