

T.C.  
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

*Cucumis sativus* L. (SALATALIK)' TA  
ASETİLSALİSİLİK ASİDİN  
ÇİMLENME, BÜYÜME VE GELİŞME ÜZERİNE ETKİSİ

121593

NURAY AKKAYA  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI  
2002

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

DANIŞMAN  
PROF. DR. İBRAHİM YALÇIN

121593

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ' NE**

Bu çalışma jürimiz tarafından, Biyoloji Anabilim Dalı' nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: ...Prof. Dr. İbrahim... YALÇIN...

Üye : ...Yrd. Doç. Dr. A.İ. KARAKAYA...

Üye : ...Yrd. Doç. Dr. Emel... YİZİT...

Üye : .....

Üye : .....

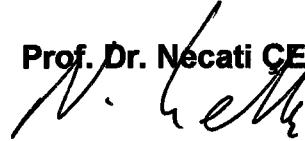
**ONAY**

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım

...../...../ 2002

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ**

**Prof. Dr. Necati ÇELİK**



Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosunun 05.01.1984 tarihli toplantısında kabul edilen ve daha sonra 30.12.1993 tarihinde C. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü müdürlüğünce hazırlanan ve yayınlanan "Yüksek Lisans ve Doktora Tez Yazım Kılavuzu" adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

## İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
SUMMARY	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
SİMGELER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ	1
1.1.- Salisilik Asitin Bazı Kimyasal özellikleri	2
1.2.- Bitkilerde Salisilik asit Biyosentezi	2
1.3.- Bitkilerde Salisilik asit Seviyesi	3
1.4.- Dışarıdan Uygulanan Salisilik Asidin Etkileri	4
1.4.1- Salisilik Asidin Çiçeklenme Üzerindeki Etkileri	4
1.4.2- Dışarıdan Uygulanan Salisilik Asidin Diğer Etkileri	6
1.5- GENEL BİLGİLER	10
1.5.1- <i>Cucumis sativus</i> L.' un besinsel özellikleri, bitkisel karakteri	10
1.5.1.1- Bitki oluşumu	10
1.5.1.2- Kök	10
1.5.1.3- Gövde	11
1.5.1.4- Yaprak	11
1.5.1.5- Çiçek ve meyve	11
1.5.1.6- Tohumlar	12
1.5.1.6- İklim ve toprak istekleri	12
1.5.2- Araştırmamızda saptanan pigmentlerin genel özellikleri	13
1.5.2.1- Klorofil-a ve Klorofil-b	13
1.5.2.2- Karotenoid pigmentler	14
2. MATERYAL VE METOT	15
2.1-SA Uygulanmış Tohumlardan Bitkinin Yetiştirilmesi	15
2.2- Pigment Ekstraksiyonu ve miktarının Saptanması	15
2.2.1- Pigment Miktarlarının Saptanması	16
2.3- Kesit Alma ve Değerlendirme İşlemleri	16

2.4- Kuru Ağırlık Tayini	16
2.5-Bulguların İstatistiksel Değerlendirilmesi	16
3. BULGULAR	17
3.1- Tohumlarda çimlenme durumu	17
3.1.1- Kök Büyümesi ve Kök Tüyü Oluşumu	17
3.1.2- Hipokotil Gelişimi	21
3.2- Saksılarda Yetiştirilen <i>C. sativus</i> L. Bitkilerinde Gözlenen Bazı Fiziyojik Değişimlerinin İncelenmesi	22
3.2.1-Ana Kök Uzunluğu	22
3.2.1.1-Köklerde anatomik bulgular	23
3.2.2-Sürgün Uzunluğu	25
3.2.2.1- Gövdedeki anatomik bulgular	25
3.2.3- Çiçek-Çiçek Tomurcuğu Sayıları Ve Çiçeklenme Zamanları	27
3.2.4-Stoma Sayısındaki Değişim	28
3.2.5-Gövdede (Yaprak ve sürgün)' deki Kl-a, Kl-b ve Karoten değişimi	29
3.2.6- Kök ve Yapraklı Sürgünlerdeki Kuru Kütle Değişimleri	31
4-TARTIŞMA VE SONUÇ	33
5-YARARLANILAN KAYNAKLAR	40
6- ÖZGEÇMİŞ	50

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**ÖZET**

***Cucumis sativus* L. (SALATALIK)' TA ASETİLSALİSİLİK ASİDİN  
ÇİMLENME, BÜYÜME VE GELİŞME ÜZERİNE ETKİSİ**

**NURAY AKKAYA**

**Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Biyoloji Ana Bilim Dalı**

**Danışman**

**Prof. Dr. İbrahim YALÇIN**

Bu çalışmada asetilsalisilik asidin (ASA), 25, 75, 125, 175, 225, 275 ppm konsantrasyonlarının, *Cucumis sativus* L. tohumlarına uygulanması ile yetiştirilen bitki üzerindeki bazı etkileri incelenmiştir.

ASA' nın artan konsantrasyonlarının çimlenmeyi, primer kök ve hipokotil gelişimini baskıladığı görülmüştür. Ancak bitki gelişiminin ilerleyen dönemlerinde kökteki baskılanma etkisi sürerken, yan köklerde artış olduğu saptanmış, sürgün uzunluğunda ise bir kısalma gözlenmiştir.

Bunun yanı sıra, artan konsantrasyonlarla beraber çiçeklenme zamanı öne alınmış, çiçek sayısı artmıştır. 25 ve 75 ppm konsantrasyonlarında en fazla çiçeklenme olduğu saptanmıştır.

Bitki pigmentlerinden Kl-a, Kl-b ve karotenoidlerde bir düşüş saptanmıştır. Stoma sayılarında ise genel bir artış izlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** *Cucumis sativus* L. ASA (Asetilsalisilik Asit), çimlenme, büyüme ve gelişme, pigmentasyon, stoma

**SUMMARY**  
**MASTER THESIS**

**EFFECTS OF ACETYSALICYLIC ACID ON GERMINATION, GROWTH  
AND DEVELOPMENT OF *Cucumis sativus* L. (CUCUMBER)**

**NURAY AKKAYA**

**Cumhuriyet University Graduate School of Natural and  
Applied Sciences  
Department of Biology**

**Supervisor**

**Prof. Dr. İbrahim YALÇIN**

In this study, it was observed some effects of 25, 75, 125, 175, 225, 275 ppm concentrations of ASA (Acetylsalicylic acid) in the plant, *Cucumis sativus* when applied to its seeds.

It was seen that increasing concentrations of ASA inhibited germination, primary root and the development of hypocotyls, and yet it was determined that there was an increase in adventitious roots and that there was a decreasing difference in the length of shoot, while the effect of inhibition in the root in the further phase of the development of the plant was continuing.

In addition, flowering time was made earlier than expected together with increasing concentrations, and the number of flowers increased. And it was determined that there was the most flowering in 25 and 75 ppm concentrations.

It was determined that there was a decrease in Cl-a, Cl-b and carotenoids and also a general increasing in the number stoma.

**Key Words:** *Cucumis sativus* L., ASA (Acetylsalicylic Asit), germination, growth and development, pigmentation, stomata

## TEŞEKKÜR

Tez konumu bana veren, değerli bilgi ve tecrübeleriyle çalıőmamda yardımını esirgemeyen hocam, sayın Prof. Dr. İbrahim YALÇIN' a, verilerin istatistiksel analizinde yardımını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Ziyet ÇINAR' a, çalıőmayı maddi olarak destekleyen C.Ü. Araştırma Fon Saymanlığı' na, bugüne dek yaőamımın her alanında bana destek olan, bana inanan sevgili aileme sonsuz teőekkürlerimi sunarım.



## TABLOLARIN DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Tablo 1.</b> Su ve ASA' da şişirilen <i>Cucumis. sativus</i> L. tohumlarının 48 saat süresince ortalama çimlenme yüzdeleri.....	17
<b>Tablo 2.</b> Kontrol ve ASA uygulanmış <i>C. sativus</i> L. fidelerinde 6. gündeki primer kök uzunlukları (mm) istatistik değerleri.....	18
<b>Tablo 3.</b> Kontrol ve ASA uygulanmış <i>C. sativus</i> L. fidelerinin 6. gündeki hipokotil uzunlukları (mm).....	21
<b>Tablo 4.</b> Kontrol ve ASA uygulanmış <i>C. sativus</i> L. örneklerinde 59. gündeki ana kök uzunlukları (cm).....	23
<b>Tablo 5.</b> Kontrol ve ASA uygulanmış <i>C. sativus</i> L. örneklerinde 59. gündeki sürgün uzunlukları.....	25
<b>Tablo 6.</b> Kontrol ve ASA uygulanmış <i>C. sativus</i> L. örneklerinde 59. gündeki bitki başına düşen çiçek ve çiçek tomurcuğu sayıları.....	28
<b>Tablo 7.</b> Kontrol ve tohumlarına ASA uygulanmış <i>C. sativus</i> L. örneklerinin yaprak alt ve üst yüzeylerindeki 0.05 mm <sup>2</sup> deki ortalama stoma sayıları.....	29
<b>Tablo 8.</b> Kontrol ve ASA uygulanmış <i>C. sativus</i> L. yapraklı sürgünlerindeki Kl-a, Kl-b ve Karoten değişimi (µg/ g yaş ağırlık).....	30
<b>Tablo 9.</b> Kontrol ve ASA uygulanmış <i>C. sativus</i> L.' un kök ve sürgün kuru ağırlık değişimi (%' si).....	32

## ŞEKİLLERİN DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
<b>Şekil 1.</b> Salisilik asitin biyosentez mekanizması.....	13
<b>Şekil 2.</b> Kontrol ve ASA uygulanmış <i>C. sativus</i> L. fidelerinde, 6. gündeki primer kök uzunlukları.....	18
<b>Şekil 3.</b> Suda ve ASA çözeltilerinde şişirilerek petri ortamında çimlenmeye bırakılan <i>C. sativus</i> L. tohumlarının 48. saatteki kök tüyü oluşumları.....	19
<b>Şekil 4.</b> Suda ve ASA çözeltilerinde şişirilerek petri ortamında çimlenmeye bırakılan <i>C. sativus</i> L. tohumlarının 72. saatteki kök ve yan kök durumları.....	20
<b>Şekil 5.</b> Kontrol ve ASA uygulanmış <i>C. sativus</i> L. fidelerinin 6. gündeki hipokotil uzunlukları.....	21
<b>Şekil 6.</b> Kontrol ve ASA uygulanmış <i>C. sativus</i> L. fidelerinin 6. gündeki hipokotil ve kök durumları.....	22
<b>Şekil 7.</b> Kontrol ve ASA uygulanmış <i>C. sativus</i> L. örneklerinin 59. gündeki ortalama primer kök (kazık kök) uzunlukları (cm).....	22
<b>Şekil 8.</b> Kontrol ve ASA uygulanmış <i>C. sativus</i> L. örneklerinin 18. gündeki kök ve sürgün durumları.....	23
<b>Şekil 9.</b> <i>C. sativus</i> L. örneklerinin kontrol (a) ve 275 ppm (b) gruplarından alınan enine kök kesitleri (X 40) .....	24
<b>Şekil 10.</b> Kontrol ve ASA uygulanmış <i>C. sativus</i> L. örneklerinin 59. gündeki ortalama sürgün uzunlukları (cm).....	25
<b>Şekil 11.</b> <i>C. sativus</i> L. örneklerinde kontrol (a) ve 275 ppm' lik deney grubundan (b) enine gövde kesitleri (X 40).....	26
<b>Şekil 12.</b> Kontrol ve ASA uygulanmış <i>C. sativus</i> L. örneklerinin 59. gündeki bitki başına düşen ortalama çiçek ve çiçek tomurcuğu sayıları.....	27
<b>Şekil 13.</b> 44. günde, kontrol grubu dışındaki, ASA uygulanmış tüm deney gruplarında gözlenen çiçeklenme durumu.....	27
<b>Şekil 14.</b> Kontrol ve ASA uygulanmış <i>C. sativus</i> L. örneklerinin yaprak alt ve üst yüzeylerindeki 0,05 mm <sup>2</sup> 'ye düşen ortalama stoma sayıları.....	28
<b>Şekil 15.</b> Kontrol ve ASA uygulanmış <i>C. sativus</i> L. örneklerinin yapraklı sürgünlerindeki Kl-a, Kl-b ve karoten değişimi (µg/ g yaş ağırlık).....	30

<b>Şekil 16. Kontrol ve ASA uygulanmış <i>C. sativus</i> L. örneklerinde yapraklı sürgünlerde KI-a / KI-b değişimleri (<math>\mu\text{g} / \text{g}</math> yaş ağırlık).....</b>	<b>31</b>
<b>Şekil 17. Kontrol ve ASA uygulanmış <i>C. sativus</i> L.' un kök ve sürgünlerinde % kuru ağırlık değişimi .....</b>	<b>32</b>



## **SİMGELERİN DİZİNİ**

- SA** : Salisilik asit  
**ASA** : Asetilsalisilik asit  
**ABA** : Absisik asit  
**IAA** : Indol asetik asit  
**GA** : Giberellik asit  
**JA** : Jasmonik asit  
**KI- a** : Klorofil-a  
**KI- b** : Klorofil-b



## 1- GİRİŞ

Bitki büyüme ve gelişmesinde rol oynayan en önemli içsel faktörlerden biri olan bitki hormonlarının keşfi ile, bitki büyüme-gelişmesi ile ilgili birçok olayın kontrol altına alınması mümkün olmuştur. Genel bir tanımla, bitkilerde doğal olarak sentezlenen, sentezlendiği yerden bitkinin diğer kısımlarına taşınarak oralarda da etkili olan, büyüme ve buna bağlı diğer fizyolojik olayları kontrol eden, çok az yoğunlukta dahi etkisini gösterebilen organik maddelere **HORMON** denir. Bugüne değin yapılan araştırmalarda doğal bitki büyüme hormonlarının etkisine benzer etkiler gösteren hatta bazen daha şiddetli etkilere sahip olabilen çeşitli sentetik büyüme maddelerinin varlığı da saptanmıştır. Bu nedenle bugün büyüme hormonu denildiğinde, daha çok bitkide büyüme-gelişmeyi olumlu ya da olumsuz yönde etkileyen yani büyüme düzenleyen doğal veya sentetik maddeler akla gelir ki, bunlar da "bitki büyüme düzenleyicileri" olarak isimlendirilir.

Raskin (1992) tarafından yeni bir bitki hormonu olarak adlandırılan Salisilik asit (SA); hidroksil (-OH) grubu taşıyan ve aromatik bir halkaya sahip olan bitki fenoller grubunda yer almaktadır.

Fenoller, bitki hücre duvarının önemli bir yapısal bileşeni olan lignin biyosentezi için gerekli olup, bitkilerin; böcekler, mikroorganizmalar ve otçullara karşı geliştirdikleri kimyasal savunucularıdır (Harborne, 1980). Çeşitli fenolikler, bitki büyümesini ve çimlenmesini etkileyen alelopatik bileşikler şeklinde işlev görürler (Einhellig, 1986). Bitki kökleri tarafından sentezlenen fenolik bileşikler çimlenme, havstorum oluşumu ve parazitik Striga türlerinde konağa bağlanma için gereklidir (Lynn ve Chang, 1990). Deneysel kanıtlar fenoliklerin bitki-mikroorganizma etkileşimindeki belirleyiciler olarak ta işlevleri olduğunu göstermektedir.

İnsanlar, salisilatların tedavi edici etkilerinin saptanmasından önceki yüzyıllarda söğüt ağacının kabuk ve yapraklarının ağrı ve ateşi tedavi ettiğinin farkındaydılar. Gelişen bilimle beraber söğüt kabuğunun esas aktif maddesini izole etme çabaları sonuç vermiş, ilk kez 1828 yılında Buchner tarafından söğüt ağacı (Salix) kabuğundan ekstre edilen salisilalkolglukozid' i, Pria, Salix kelimesinden esinlenerek salisilik asit (SA) olarak adlandırmış (1838) ve tıp alanında aspirin (Asetil salisilik asit = ASA) adıyla özdeşleşen salisilatların tedavi edici etkilerinden yararlanılmaya başlanmıştır.

### 1.1- Salisilik Asidin Bazı Kimyasal Özellikleri

Aspirinin SA' ya hidrolizi (Mitchelle ve Broathead,1967) spesifik olmayan arilesteraz enzimi ile katalize edilir ( Morgan ve Truitt, 1965 ). Arilesteraz canlı olan birçok dokuda bulunduğu için bitkilerde de hayvanlarda olduğu gibi dışarıdan verilen aspirin, hızlı bir şekilde SA' ya çevrilir. Yapılan çalışmalarda bitkilerde aspirinin etkisinin SA' nın ki ile aynı olduğunun gözlenmesi bu görüşü desteklemektedir (Raskin, 1992). Aspirin doğal bir bitki ürünü olarak tanımlanmadığı halde çoğu bitki bilimciler deneylerinde birbirinin yerini tutabilen aspirin ve SA' yı kullanmışlardır (Lester ve ark., 1946; Takaki ve ark., 2000).

Serbest SA, 157-159 °C' de eriyen kristal bir tozdur. Suda orta derecede çözünebilirken polar organik çözücülerde yüksek oranda çözünür. SA' nın doymuş bir çözültisinin pH' sı 2,4' tür. SA, 412 nm dalga boyunda gözlenmekte olup, bitki dokularındaki SA araştırmalarında bu özellikten yararlanılmaktadır (Raskin ve ark., 1987). Floemde uzun mesafeli taşınım için idealdir. Bu yüzden serbest SA aktif olarak taşınmakta, metabolize olmadan ya da sentez edilmeden hızlı bir şekilde ilk uygulama veya sentez bölgesinden diğer dokulara ulaşmaktadır (Raskin, 1995).

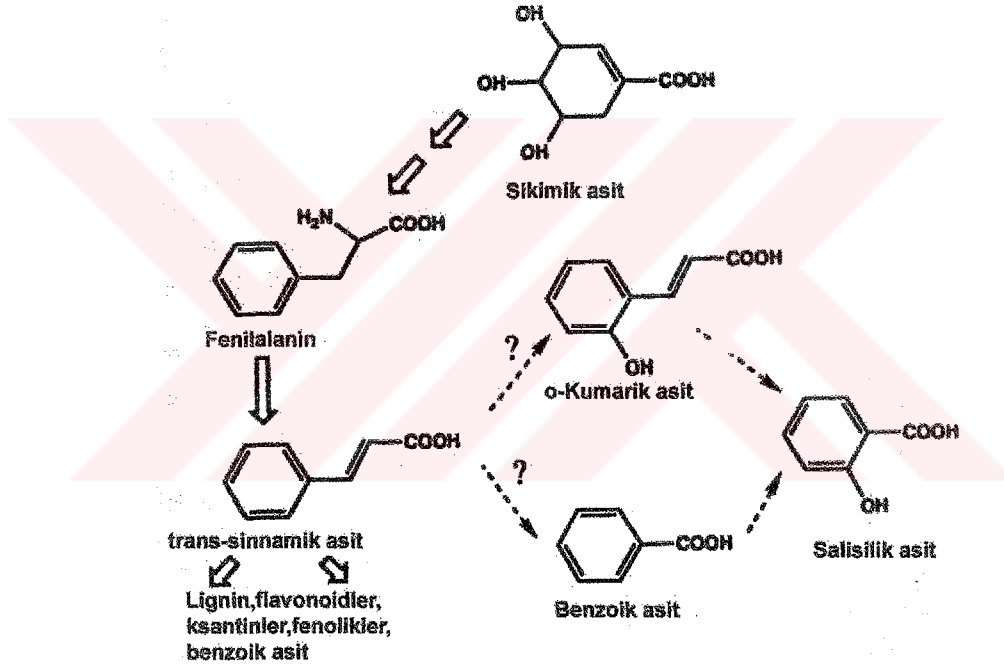
### 1.2-Bitkilerde Salisilik Asit Biyosentezi

Bitkilerde benzoik asit için en önemli mekanizma, sinnamik asitlerin yıkımıdır (Gross, 1981). Şikimik asitin metabolizması esnasında oluşan sinnamik asit önemli bir ara üründür. Bu yüzden SA' ya (orto-hidroksibenzoik asit), sinnamik asitin türevi gözüyle bakılabilir. Bugüne değin yapılan çalışmalar sonucunda, sinnamik asitin SA' ya dönüşümünün bir ya da iki biyosentetik yolla gerçekleştiği düşünülmektedir (Şekil:1). Bu biyosentetik yollar;  $\beta$ -oksidasyon ve orto-hidroksilasyon reaksiyonlarına göre farklılık gösterirler ve bitkilerde bazı enfeksiyon durumlarında bağımsız olarak çalışabilirler.

Enfekte olmamış bitkilerde, sinnamik asit  $\rightarrow$  benzoik asit  $\rightarrow$  SA metabolik yolu en aktif olandır (Chadha ve Brown, 1974). Her iki metabolik yolunda bitkilerde bulunduğu El-Basyovni ve ark. (1964) tarafından da doğrulanmıştır; hidroksi benzoik asitlerin, birçok bitkide hidroksi sinnamik asitlerden sentezlendiğini göstermişlerdir. Bununla beraber, *Catalpa ovata'* da yapılan deneylerde,  $\beta$ -oksidasyonun, sinnamik asitlerden benzoik asit oluşumunda son basamak olduğu gösterilmiştir (Carr ve ark., 1989). Ayrıca, *Ganitha* ve *Podumbes*

bitkisinin genç yapraklarına  $^{14}\text{C}$ -benzoik ya da  $^{14}\text{C}$ -sinnamik asit uygulanması, işaretlenmiş SA oluşumu ile sonuçlanmıştır (Ellis ve ark.,1971). Bu bulgulara dayanarak bitkilerde hidroksilasyon örneklerinin,  $\beta$ -oksidasyondan önce ve sonra meydana geldiği söylenebilir.

Sinnamik asitlerden SA biyosentezinin kinetiğini ve mekanizmasını doğrulamak ve *in vivo* SA biyosentezinde yer alan enzimleri saflaştırmak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır (Raskin, 1995).



Şekil 1: Salisilik asitin biyosentez mekanizması (Raskin, 1992)

### 1.3-Bitkilerde Salisilik Asit Seviyesi

Bitkilerde SA' nın varlığı, modern analitik teknikler kullanan bir çok bilim adamı tarafından doğrulanmıştır (Baardseth ve Russwurm, 1978; Clealand ve Ajami, 1974; Mendez ve Brown, 1971). 34 türün yaşama ve üreme yapılarında SA' nın önemi, bitkilerde bu maddenin her tarafa eşit oranda dağılmış olmasıyla açıklanır (Raskin ve ark., 1990). En yüksek SA seviyeleri, termojenik (ısı üreten) bitkilerin çiçeklenmesinden önce ve nekrotize patojenlerle enfekte olmuş bitkilerde kaydedilmiştir (Raskin, 1989; Turner ve Melender, 1989; Metraux ve Raskin, 1992; Meuwly ve ark., 1995).

## 1.4- Dışarıdan Uygulanan Salisilik Asidin Etkileri

### 1.4.1- Salisilik Asidin i eklenme erindeki Etkileri

Raskin (1992) dışarıdan uygulanan SA' nın, bitki büyümesi ve gelişimi üzerindeki etkilerinden çok, çiçeklenme üzerindeki uyarıcı etkisini muhteşem olarak değerlendirmektedir.

Pek çok insan suda çözülmüş aspirin tabletlerinin kesme çiçeklerde canlılığı daha uzun süre muhafaza ettiğini gözlemlemiştir. Ancak bu gözlemin kökeni literatürlere geçmemiştir.

Anandhi ve Ramajuam (1997), *Vigna mungo'* ya SA' nın püskürtülerek ya da sulama ile verilmesinin kontrole göre daha fazla çiçek oluşumuna neden olduğunu saptamışlardır.

SA' nın, armut ve elma hücre süspansiyon kültürlerinde 1-aminosiklopropan 1-karboksilik asitin etilene dönüşümünü bloke ederek, etilen biyosentezini baskıladığı düşüncesi doğrultusunda, SA' nın çiçek ömrünü uzatabileceği ileri sürülmüştür (Leslie ve Romani, 1986; Romani ve ark., 1989). Bu çalışmalarda test edilen 22 fenolik bileşik arasında yalnızca aspirin (ASA), SA' nın etkisine benzer bir uyarım seviyesi göstermektedir (Leslie ve Romani, 1988). Ancak armut hücre süspansiyonundan elde edilen sonuçların aksine, fitotoksik olmayan SA seviyeleri, soya fasulyesinde etilen oluşumunu etkilememiştir (Pennazio ve ark., 1987). Ayrıca floral dokulardaki endojen SA seviyelerinin, çiçek dokusundaki etilen oluşumunu etkileyecek kadar yüksek olması da göz önünde tutulmalıdır (Raskin, 1992).

Bunun yanı sıra çiçek senesensinde her zaman etilen bulunmamaktadır. Aspirin (ASA); güllerin senesensini geciktirir. Fakat bu etkinin kesilmiş çiçeklerin konulduğu ortamın asitleşmesiyle ya da ASA' nın ortamdaki diğer organik asitlere bağlanmasıyla ilgili olabileceği de düşünülmektedir (Raskin, 1992).

SA' nın çiçeklenmeyi teşvik edici etkisi ilk kez, kinetin ve Indol-3-asetik asit ile takviye edilmiş tütün doku kültürlerinde gösterilmiştir (Lee ve Skoog, 1965). *Xanthium strumarum'* da çiçeklenmeyi uyarıcı maddenin SA olduğu belirlenmiştir ve SA *Lemna gibba'* nın çiçeklenmesinde maksimum bir uyarım sağlamıştır (Cleland ve Ajami, 1974). Yeni çiçek gelişim oranı üzerinde çok az bir etkiye sahip olduğu düşünülen SA, *Lemna'* da çiçek uyarımını hızlandırmıştır (Cleland ve Tanaka, 1979).



Yine SA, ASA ve bazı fenolikler; Lemnaceae' nin bir diğerk genusuna ait olan *Spirodela polyrhiza* (Khurana ve Maheshwari, 1980), *Spirodela punctata* (Scharfetter ve ark., 1978) ve *Wolffia hyaline*'de (Tamot ve ark. 1987) uyarıcı olmayan fotoperiyotlarda dahi çiçeklenmeyi uyarmaktadır.

SA aktivitesinin pH ile olan ilgisine göre, SA çiçeklenmedeki en iyi aktiviteyi nötral formda göstermektedir (Raskin, 1992). SA' nın *X. strumarum*' da çiçeklenmeyi uyarmaması vejetatif formdaki ve çiçek açan bitkilerden toplanan polenlerde SA seviyelerinin farklı olmasına dayanılarak, SA' nın Xanthium ve Lemnaceae' de endojen bir çiçeklenme regülatörü olması ihtimalini azaltmıştır (Cleland ve Ajami, 1974; Cleland, 1974). Endojen SA etkisinin spesifik olmadığı düşünülmektedir. Çünkü benzoik asitlerin (Watanabe ve ark., 1981), kelat ajanların (Oata, 1972), ferrisiyanidin (Tanaka ve Cleland, 1980), nikotinic asidin (Fujioka ve arkadaşları 1986) ve sitokininlerin de (Fujioka ve ark., 1983; Khurana ve Maheshwari, 1983-1987) *Lemna sp.*' de uyarıcı olmayan fotoperiyotlarda çiçeklenmeyi uyardıkları rapor edilmiştir.

Dışarıdan uygulanan SA' nın Lemnaceae' deki fitojenik etkilerine yönelik raporlar, farklı familyalara ait bitkilerde çiçeklenmeyi artırma ya da uyarma yetenekleri ile ilgili bulgulardan oluşmaktadır. Sukroz ile birlikte uygulanan ASA, bir orkide türü olan *Oncidium sp*' de çiçek oluşumunu hızlandırmıştır (Watanabe ve Takimoto, 1979). GA<sub>3</sub> ve β-naftol kadar SA' da, kısa gün bitkisi olan *Impatiens balsamina*' da uyarıcı olmayan fotoperiyotlar çerçevesinde çiçek tomurcuğu oluşumunu hızlandırıcı etki göstermiştir (Sood ve Nanda, 1979; Nanda ve ark., 1976).

SA' nın çiçek tomurcuğu başlangıç zamanı ve total tomurcuk sayısı üzerine olan etkisinin, GA' nın (Giberellik asit) etkisini artırıcı yönde olduğu ve uygulama yapılan bitkilerin vejetatif organlarında bazı proteinlerin (Kumar ve Nanda, 1981), fosfatazların (Kumar ve Nanda, 1981) ve total RNA kapsamlarının (Kumar ve Nanda, 1981) arttığı gözlenmiştir. Aynı sinerjistik etki, *Arabidopsis thaliana*' da da gözlenmiştir (Goto, 1981). Araceae familyasına ait bir tür olan *Pisita stratiotes* L.' in, kültür ortamına SA eklenmesiyle çiçeklenme daha erken gözlenmiştir (Pieterse, 1982). Bununla birlikte, *P. stratiotes*' de SA' nın çiçeklenme üzerindeki etkisinin diğerk türlerde olduğu gibi spesifik olmadığı, GA<sub>3</sub> ve etilendiamin-di-o-hidroksifenil asetik asidin (EDDHA) de, uyarıcı olmayan koşullar altında SA kadar etkili olduğu görülmüştür.

Bazı türlerde; SA ile kinetin, indol asetik asit ve gibberellin gibi bitki büyüme düzenleyicileri birlikte uygulandığında çiçeklenmede artış gözlenmiştir (Lee ve Skoog, 1965; Nanda ve ark., 1976-1977).

#### 1.4.2-Dışarıdan Uygulanan Salisilik Asidin Diğer Etkileri

SA' nın, *Phaseolus vulgaris* yaprakları (Larque-Saavedra, 1978) ve *Commelina communis*' in epidermal şeritlerinde transpasyonu büyük ölçüde azalttığı belirlenmiştir (Larque ve Saavedra, 1979). Ancak bu çalışmada SA' nın yüksek konsantrasyonları kullanıldığı için, bu etki stoma davranışının fizyolojik düzenlenmesi ile ilgili bir belirti olabileceği düşünülmüştür (Raskin, 1992).

Ayrıca SA ve diğer bazı fenolikler, *Amaranthus caudatus* fideleri ve turp (*Raphanus* sp.) fidelerinde ABA' nın büyümeyi engelleyici etkilerini antagonize etmektedirler (Ray ve Laloraya, 1984).

SA' nın bitki gelişimi üzerine olan diğer etkileri, mung fasulyelerinde (*Vigna radiata*) (Singh ve Khaur, 1980) ve *Panicum miliaceum*' da (Datta ve Nanda, 1985) ürün tane sayısı ve ağırlığında artışı şeklinde izlenmiştir.

SA mısır fidelerinde in vivo nitrat redüktaz aktivitesini artırmıştır (Jain ve Srivasvata, 1981). SA' nın nitrat redüktaz aktivitesini, inaktif olmasını önlemek suretiyle indirek olarak artırdığı ileri sürülmüştür.

Anandhi ve Ramanujam (1997) *Vigna mungo*' da yaptıkları çalışma sonucunda; SA uygulamasını takiben kök ve sürgün büyümesinin azaldığını ve özellikle kök büyümesinde sürgüne göre daha fazla bir azalma olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu çalışmada SA uygulaması biyomas kapsamını da azaltmıştır. Bu sonuçlar, çeşitli kültür ve yabani ot türlerine SA uygulanması ile biyomasta azalmayı rapor eden Shettel ve Balke'nin (1983) gözlemlerini desteklemektedir. Ancak *Panicum miliaceum*' a SA ve GA' nın ayrı ayrı uygulanması halinde kontrole göre sürgün boyunda meydana gelen artışın, birlikte uygulandıklarında daha da fazla olduğu görülmüştür (Datta ve Nanda, 1985).

SA, turp tohumlarında absisik asidin (ABA) büyümeyi baskılama etkisini geri çevirmiş (Rai ve ark., 1986) ve kök hücresi membranı boyunca iyon alınımı ve taşınmasını etkilemiştir (Shettel ve Balke, 1983).

Çiçeklenme uyarımıyla birlikte; SA uygulanan *Spirodella*' da antosiyanin ve klorofil kapsamında da belirgin artışlara neden olmuştur (Khurana ve

Mahishwari, 1980). *Sauromatum gulutatum*' da alternatif oksidaz proteinini kodlayan nükleer bir genin aktif hale geçmesinde (Rhoads ve Mcintosh, 1981 ) ve alternatif bir solunum yolunun kullanılmasında SA' nın rol aldığı ile ilgili kanıtlar mevcuttur (Elthon ve ark., 1989 ).

Anandhi ve Ramanjuam' ın (1997) *Vigna mungo* ' da yaptıkları çalışmada ise, SA' nın artan dozlarıyla klorofil ve karotenoid seviyelerinde belirgin bir düşüş, redükte şekerlerde ise belirgin bir artış olduğu rapor edilmiştir.

Ayrıca SA' nın kurşun ve civa gibi bitki büyümesi ve metabolizması üzerine olumsuz etki yapan ağır metallerin etkilerini iyileştirmede de kullanılabileceği Mishra ve Choudhury (1997) tarafından bildirilmiştir.

SA etkilerinin, jasmonik asit (JA) ve absisik asit (ABA) gibi diğer bitki düzenleyicilerinin çimlenme, büyüme ve yaşlanma süreci üzerindeki etkilerine benzediği gözlenmiştir (Popova ve ark., 1987). Bunun yanı sıra SA, stoma faaliyetlerindeki düzenleyici rolü ve fotosentez olayındaki etkileri bakımından da oldukça önem taşımaktadır (Pancheva ve ark., 1996). SA' nın stoma fonksiyonu, klorofil kapsamı, transpirasyon oranı ve solunum yolu üzerinde belirlenen etkileri bu bileşiğin muhtemel bazı fotosentetik reaksiyonların düzenlenmesinde fizyolojik bir fonksiyona daha sahip olabileceği fikrini ortaya çıkarmaktadır (Raskin, 1992).

*Hordeum vulgare*' de, Pancheva ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada (1996), SA uygulanan sürgünlerin yapraklarında protein içeriği azalmış, tüm SA seviyelerinde yaprak klorofil (a+b) kapsamında bir azalma gözlenmiştir. Yapılan bu çalışma ile arpa sürgünlerine uzun süre SA uygulamasının, bitki büyümesinde ve fotosentez oranında azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Fotosentetik parametrelerde gözlenen bu değişikliklerin; stomaların kapanmasından kaynaklanan dolaylı bir etkinin mi; yoksa, SA' nın, bitkilerdeki CO<sub>2</sub> fiksasyonu kapasitesi üzerine etkisinin mi bir sonucu olduğu bugün hala tartışılmaktadır (Raskin, 1992).

Dışarıdan uygulanan SA' nın bir diğer önemli özelliği de adventif kök oluşumunun uyarılmasında rol oynamasıdır: Adventif kök oluşumunun fenolik bileşikler tarafından uyarıldığı, yapılan bazı çalışmalarda rapor edilmiştir: Kateşöl, p-hidroksi benzoik asit, pyrogallol ve salisilik asit bu çalışmalarda kök oluşumu başlangıcını uyarıcı etki göstermiştir (Hess, 1962; Roy ve ark. 1972; Still ve ark. 1976). Bose ve ark. (1972), p-kumarik, p-hidroksi benzoik asit, salisilik asit ve

tannik asitlerin, 10 farklı subtropik çalı ve asma sürgününde köklenmeyi uyarmak için IAA ile etkileştiklerini açıklamıştır.

Tüm bu özelliklerinin yanı sıra SA; bazı bitkilerin rizosferlerinde üretilerek, büyümeyi inhibe eden allelopatik bir kimyasal olarak ta görev yapar (Balke ve ark., 1987). SA, arpa (*Hordeum sp.*) köklerinde fosfat membran iyon taşınımını %54 oranında inhibe etmekte (Glass, 1973), ve potasyum absorpsiyonunu azaltmaktadır (Glass, 1974; Glass ve Dunlop, 1974).

Ayrıca SA, pH ve konsantrasyona bağlı olarak yulaf (*Avena sp.*) köklerinde potasyum absorpsiyonunu inhibe etmektedir (Harper ve Maheswari, 1980). Arpa kök hücreleri, SA' nın eklenmesi ile hızlı bir şekilde depolarize olmaktadır. SA' nın, mitokondrinin transmembran elektrokimyasal potansiyelinin ve tonoplastın ATP-bağımlı proton gradientinin bozulmasına neden olduğu saptanmıştır (Macri ve ark., 1986).

SA' nın bazı termojenik (ısı üreten) bitkilerde ısı artışına neden olduğu da belirlenmiştir. İlk kez 1987 yılında *Arum sp.*' de erkek çiçeklerden yüksek oranda kalorijen ekstre edilmesinde SA' nın varlığı ve rolü ortaya konulmuştur. Apendikse SA uygulanmasının sıcaklığın 12°C artmasına neden olduğu belirlenmiştir. Bu esnada termojen dokuda gözlenen SA' da ki artışın, termojen periyot sonunda çiçek açmadan önceki seviyesine düştüğü görülmüştür. SA' nın alternatif solunuma etkisi, termojenik periyot esnasında ki glikoliz, krebs döngüsü ve koku üretiminin uyarılmasına olan etki mekanizması hala aydınlatılamamıştır (Raskin, 1992).

Son yıllarda SA' nın en yoğun olarak araştırılan etkisi, bitki-patojen etkileşiminde sinyal işlevi yüklenerek, bitkilerde patojene karşı direnç oluşumu sağlayıcı "patojen bağlantılı proteinler" in (PR) sentezini uyarmasıdır (Tomaya ve ark., 1998). Verilere göre, patojenlere karşı direnç ve PR proteinlerinin birçoğu SA ve ASA tarafından gerçekleştirilir. Salisilatların koruyucu etkileri ilk kez tütün bitkisinde (*Nicotiana tabacum*) gözlenmiştir. Salisilat uygulaması, yapraklarda PR' nin uyarılmasına neden olmuştur (White ve ark. 1986). Patojen bağlantılı proteinlerinin uyarılma düzeyinin ve TMV (tütün mozaik virüsü)' ye karşı koruyuculuğun, artan ASA konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak arttığı saptanmıştır. Ancak SA' nın direnç sistemini uyarmasının ve ilgili PR sentezini başlatmasının mekanizması bugün hala bilinmemekte olup, SA' nın diğer direnç sistemlerini aktive ederek etki gösterdiği düşünülmektedir (Raskin, 1992).

Bu çalışmada, Cucurbitaceae familyasında yer alan *Cucumis sativus* L.' a farklı konsantrasyonlardaki ASA' nın uygulanması ve bitki dokusunda SA' ya hidrolizlenmesi sonucunda (Mitchelle ve Broathead, 1967), SA' nın öncelikle çimlenme döneminde kök, hipokotil üzerine olan etkisi; ardından çiçeklenme dönemine dek kök, gövde gelişimi, çiçeklenme zamanı ve sayısı, pigment içeriği ve stoma sayısı üzerine olan etkilerinin araştırılması hedeflenmiştir. Salatalık (*Cucumis sativus* L) bitkisinin seçilmesindeki amaç ise; 1992-1993 rakamlarına göre ülkemizde 1.050.000 ton (Zirai ve İktisadi Rapor, 1994) üretiminin yapıyor olmasından ve Türkiye genelinde sera koşullarında üretilen salatalık alanının 50 bin dekar, tarla şartlarında ise 250 bin dekar olduğundan (Kaygısız, 1996) yola çıkarak, yakın zamanda bir hormon olarak tanımlanan SA' nın bu bitki üzerindeki etkilerinin de saptanmasıdır.

Bu araştırma sonucunda elde edilecek bilgilerin, SA' nın bazı etkilerine ışık tutacağını, benzer çalışmalarla karşılaştırmalar yapılarak tarımsal çalışmalarda ve stres koşullarında uygulanabilirliği hakkında fikir vereceğini ummaktayız.

## 1.5- GENEL BİLGİLER

### 1.5.1-*Cucumis sativus* L.' un besinsel özellikleri ve bitkisel karakteri

Salatalık bitkisi meyve içeriğinin %90' ı su olup, özellikle A (250 IU/100 g) ve C (11 mg/100 g) vitaminleri bakımından zengindir. Bazik özellikteki meyve özsuyu çeşitli kozmetik ürünlerin bileşimine girmektedir. Özellikle cilt bakımı ve güzelliğine yönelik farmakolojik özelliklere sahiptir (Kaygısız, 1996).

Bitki sistematüğinde Cucurbitaceae familyası içinde yer alan salatalığın (*Cucumis sativus* L.), ana vatanı Hindistan olup 3 bin yıldır yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ülkemizdeki salatalıklar üzerinde araştırma yapan Zhukowsky üç grup ayrımı yapmıştır: *Cucumis sativus* var. *anatolicus* Gabaiev , *C. sativus* var. *cilicicus* Gabaiev, *C. sativus* var. *izmir* Gabaiev (Kaygısız, 1996).

**1.5.1.1- Bitki oluşumu:** *Cucumis sativus* L. (salatalık) tohumları ekimden 4 ile 8. gün sonrasında çimlenerek önce bir kazık kök oluşumu meydana getirir. Kök 4-5 cm uzadığında birinci ve ikinci yan kökler faaliyete geçer. Bu sırada hipokotil uzamasını sürdürerek kotiledon yaprakları toprak üzerine çıkmaya başlar. Kotiledonlar irileşmeye başlayıp yatay duruma geldiğinde tepe tomurcuğu büyür. 15-20 günlük bitkilerde 2-3 gerçek yaprak bulunur. Bitkinin ana gövdesi 60-70 cm' yi bulduğunda dip dallardan yan sürgünler çıkar. Bitki yanlara doğru yayılır. 20-40 gün içinde dip yaprak koltuklarından erkek çiçekler açar. Erkek çiçeklerin görünmesinden 10-15 gün sonra da dişi çiçeklerin oluştuğu (bazı türlerde tersi durumlar da görülür) ve döllenen sonra meyvenin irileşmeye başladığı gözlenir. Olgun meyvelerin yaklaşık büyüklüğü 20-40 cm boyunda, 5-15 cm enindedir. Meyveler olgunlaşınca kış yağışları başlamadan toplanıp depolarda çekirdekleri saklanır ve elde edilen tohumlar ileriki yıllarda üretimde kullanılır (Günay, 1993).

**1.5.1.2- Kök** Salatalık kökleri diğer Cucurbitaceae bitkilerine göre daha zayıf gelişirler. Ana kök kazık köktür. Boyu ortalama 5-10 cm uzunluğundadır. Ana kökten bol miktarda yan kökler meydana gelir. Yan köklerin büyümesi ve tekrar dallanmasıyla kök, saçak kök görünümünü alır. Yan kökler 50-100 cm kadar toprağın üst yan kısımlarına yayılır. Kök yapısı köşeli, yuvarlak, yuvarlak-köşelidir (Günay, 1970-1993).

**1.5.1.3- Gövde** Salatalık gövdesi otsudur. Dalların, yaprakların ve iri meyvelerin ağırlığını taşıyamaz. Bu yüzden yere yayılır. Ancak dallar üzerinde meydana gelen sülükler çevreye tutunduğunda, bitki sarılıcı özellik kazanır.

Gövde birçok boğum ve boğum aralarından oluşur. Boğumlarda yapraklar ve sülükler bulunur. Yaprak koltuklarından yan dallar çıkar. Ayrıca dişi ve erkek çiçeklerde burada meydana gelir.

Dallanma oldukça kuvvetli olup, iyi gelişmiş bir bitkinin ana gövdesi üzerinde 4-6 adet birincil, 4-6 adet ikincil yan dal bulunur. Gövde ve yan dallar köşelidir. Gövde üzerinde tüyler bulunur (Günay, 1970-1993).

**1.5.1.4- Yapraklar** Yapraklar uzun bir sapla gövdeye bağlanırlar. Nemli ve ılık bir ortamda suyun yeterince bulunması halinde 25-30 cm genişliğine ulaşabilir. Yapraklar parçalı beş köşelidir. Yaprak kenarları düz veya dişlidir. Diş uçları sivri yuvarlak veya küttür. Yaprak üstü düz ve parlak, alt yüzü dalgalı ve mat tüylüdür. Genelde yapraklar narindir. En ufak mekanik etkiyle parçalanırlar. Yaşlı yapraklar özümleme yeteneğini kaybeder, bitkide işe yaramayan ve hatta onların besin maddelerine ortak, sömürücü bir organ haline gelirler.

Sülükler metamorfoza uğramış yapraklar olup çatallanmayan sade bir görünüşe sahiptir ve bitkinin bir yere tutunmasını sarılmasını böylece tırmanıcı özellik kazanmasını sağlar (Günay, 1970-1993).

**1.5.1.5- Çiçek ve meyve** Salatalık bitkisi çiçekleri, genellikle tek evcikli olup (monoik), bir bitki üzerinde ayrı yaprak koltuklarında tek veya salkım şeklinde oluşur. Erkek çiçekler dişilerden önce meydana gelir. Ender halde dişi çiçekleri önce açan tiplere de rastlanır. Dişi ve erkek çiçekler kademeli bir şekilde gövde üzerinde sıralanır. Genellikle dişi çiçekler yan dallarda meydana gelir. Ana gövde üzerinde görülmeleri daha azdır. Bu yüzden ana gövdeden uç alarak yan dalları artırmak verime olumlu etki yapar.

Dişi ve erkek çiçekler ayrı yaprak koltuklarında oluşmalarına rağmen bazen aynı yaprak koltuğunda bir arada görülebilirler. Seralarda üretilen kışlık çeşitlerde ve özellikle partenokarp meyvelerin oluşumu için dişi çiçeklerin önce açması ve mevsim sonuna doğru erkek çiçeklerin oluşması istenir. Bu tip çeşitlerde geliştirilmiştir. Tarlada önce erkek sonra dişi çiçekler açar. Bu çeşitler mutlak döllenmelidir. Döllenmeyen dişi çiçekler meyve meydana getirmez.

Çiçek tozları yapışkan olduğundan döllenme sadece böcek ve arılarla olur. Dişi çiçek 48 saat döllenme yeteneğini korur. Çiçek tozları nemli ve serin havada 2-3 gün canlı kalabilirler. Kuru ve sıcak havada bu süre kısalmır.

Salatalıklarda meyveler tür ayrımının karakteristik organıdır. Uzun, silindirik, yuvarlak, kama, tokmak formları vardır. Meyvenin enine kesiti yuvarlak üçgen ve dörtgen olabilir. Bir dişi çiçek döllendikten sonra 5-15 gün sonra hasat olgunluğa ulaşır (Günay, 1970-1993).

**1.5.1.6- Tohum** Uzun elips şeklindeki tohumların büyüklükleri türe göre değişmekle beraber genellikle 7-16 mm uzunlukta , 3-6 mm genişlikte ve 2-3 mm kalınlıktadır. Renkleri beyaz, sarı-beyaz, sütlü kahverengi ve kremdir. Bir tohumun ağırlığı yaklaşık 16-34 mg kadardır. Tohumun kullanılma oranı % 95, en düşük çimlenme oranı % 80' dir. Tohumların çimlenme süresi 10 gündür. Tohumlar canlılığını 8 yıl saklarlar. Fakat ortalama 4-6 yıllıklar tercih sebebidir. İki yıllık tohumlar bazı hastalıkların ortadan kalkması ve verim açısından daha çok tercih edilir. Tohumlar 10-12°C den itibaren çimlenmeye başlar. Optimal sıcaklık 25-30°C' dir. 40°C den sonra çimlenme yeteneği giderek azalır (Günay, 1993).

**1.5.1.7- İklim ve toprak istekleri** Tarla yetiştiriciliğinde salatalık nazlı bir sebzedir. Fazla soğuk ve sıcaklıktan hoşlanmaz. Fazla soğukta verim düşüklüğü ve donma, fazla sıcakta ise çeşitli mantar hastalıkları söz konusudur. İliman iklimden hoşlanır. Sıcaklığın 10°C' ye ulaşması ile tohumlarda çimlenme başlar. Bitki gelişmesinin normal seyretmesi için 12°C' nin üzerinde sıcaklık ister. Çiçeklerin oluşması ve döllenme 10°C' den daha yüksek sıcaklıklarda gerçekleşir. 15-25°C sıcaklık idealdir. Sıcaklığın artışı ve 30°C' yi aşması geçici solgunluk meydana getirir. Kökler üst organlara göre zayıf kaldıkları için yüksek sıcaklıktaki terlemeyle kaybedilen su yerine konulamaz.

Salatalığın direkt güneş ışığı isteği domates, patlıcan, kavun ve karpuzla göre daha azdır. Işık süresi oldukça önemli olup ışık miktarı ve süresinin kısılması bitkide erkek çiçek oluşumunu artırır. Dişi çiçek sayısı azaldığından verimde düşme görülür. Işık şiddetinin 6000-8000 lüks civarında olması verim açısından yeterlidir. Bu ışık miktarı içinde ışıklandırma süresinin 12 saatten fazla olması dişi çiçek sayısını artırır dolayısıyla verim fazlalığına yol açar (Günay, 1993).

Sıcaklık ve ışık özellikle kış ayları yetiştiriciliğinde önem kazanır. Devamlı ışık alan ve ışık şiddetinin %80' in üzerinde olan bir serada ürün miktarı 19 kg/m<sup>2</sup>



iken, gölgeleme yapılarak ışık şiddeti %50' ye düşürülen bir serada 15 kg/m<sup>2</sup> dir. (Hosslin ve ark., 1964).

Köklerin az su alma özelliği yanında, salatalık bitkisi bol su kaybeder. Eğer toprakta su oranı % 50' nin altına düşerse bitkiler günün sıcak olduğu devrelerde pörsümeye başlar. Bu yüzden meyve belli büyüklüğe ulaştıncaya kadar akşam ve sabah az miktarda su verilerek suyun % 50' nin üzerinde kalması sağlanır. Köklerin fazla su içeren toprakta yaşam şansları az olduğundan suyun % 85' in üzerinde olması da arzu edilen bir durum değildir.

Toprak nemi yanı sıra hava neminin de % 60-70 civarında olması verimi artıran bir unsurdur.

Salatalık bitkisi oldukça seçici toprak isteğine sahiptir. Derin, gevşek, besin maddesince zengin, tuz konsantrasyonu fazla olmayan, fazla kireç içermeyen, organik maddece zengin topraktan hoşlanır. En ideali tınlı-kumlu , tınlı topraklardır (Kütevin ve Türkeş, 1985).

### **1.5.2-Araştırmamızda saptanan pigmentlerin genel özellikleri**

Klorofil ve yardımcı pigmentler yeşil bitkilerin fotosentez yapan hücrelerinin kloroplastlarında fotosentetik birimler olarak adlandırılan işlevsel gruplar halinde organize olmaktadır. Her bir birim klorofil ve karotenoidlerin dahil olduğu yaklaşık 300 pigment molekülü içerir.

#### **1.5.2.1-Klorofil-a ve Klorofil-b**

Bitkilerin yeşil pigmentleri olan klorofiller, fotosentezde rol oynayan en aktif pigmentlerdir. Fotosentezde asal olarak iki görevi üstlenirler:

1-Belli dalga boyundaki ışık enerjisini absorbe ederek bu enerjiyi ya fotosentezde kullanılan dalga boyu başka olan bir enerjiye dönüştürürler ya da fotosentez için gerekli bileşiklere doğrudan aktarırlar.

2-Fotosentezin değişik aşamalarında bir katalizör gibi görev yaparlar. Klorofillerin ışık absorpsiyon özellikleri katalitik özelliklerine göre daha belirgindir.

En fazla bitki yapraklarındaki mezofil hücrelerinde bulunan klorofil pigmentleri, az da olsa bitki gövdeleri ve sepallerde de bulunur. Bugünkü bilgilerimize göre 8 farklı klorofil bulunmaktadır. Bunlar: Klorofil-a, b, c, d ve e ile bakteriyoklorofil-a, bakteriyoklorofil-b ve klorobiyum klorofildir. Bunlardan klorofil-a ve b (Kl-a, Kl-b), pigmentleri bakteriler dışındaki tüm ototrofik organizmalarda bulunan ve en iyi bilinen klorofillerdir.

Kapalı formülü  $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$  olan KI-a' nın baş kısmı merkezinde bir Mg atomunun yer aldığı porfirin, uzun sap kısmı ise fitol grubundan oluşmuştur. Fitol grubu çift bağlar içeren uzun zincirli bir alkoldür ve porfirin, halkanın 7 numaralı C' nuna bağlıdır. KI-a ile b' nin farkı, yapının 3 numaralı C atomunda görülür. KI-a' da 3 numaralı C atomuna bir metil ( $CH_3$ ) grubu bağlanmışken KI-b' de bir aldehit ( $CHO$ ) grubu bağlanmıştır. KI-b' nin kapalı formülü  $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$  şeklindedir.

Moleküler yapılarında ki bu küçük ayrıma karşın çözelti halinde bulduklarında ışık absorpsiyon spektrumları oldukça farklı ve karakteristiktir. KI-a en yüksek ışık absorpsiyonunu mavi-mor alanda (410-430 m $\mu$ ) gösterirken, KI-b en yüksek ışık absorpsiyonunu kırmızı yörede (642-660 m $\mu$ ) gösterir.

#### 1.5.2.2-Karotenoid pigmentleri

Yaklaşık tüm yüksek bitkilerde ve pek çok mikroorganizmalarda farklı miktarlarda bulunan karotenoidler, kırmızı, turuncu, sarı renkteki lipid bileşiklerdir. Fotosentezdeki asal görevleri; ışık ve oksijen karşısında klorofillerin parçalanmasını (Fotooksidasyon) önlemek olduğu gibi, belli dalga boyundaki ışık enerjisini absorbe ederek klorofile aktarmak suretiyle de fotosentez olayına katkı da bulunmaktır (Seely, 1966; Valadon ve Mummery, 1986).

Karotenoidlerin kapalı formülü  $C_{40}H_{51}$ 'dir. Bitkilerde en çok bulunan karotenoid portakal-sarı renkli  $\beta$ -karotendir. Çoğunlukla  $\beta$ -karoten değişik miktarlarda ki  $\alpha$ -karoten ile birlikte bulunur. Yapılarında yalnızca hidrojen bulunan karotenoidler hidrojen karotenoidleri olarak isimlendirilir. Bunlardan oksijen içerenlere ksantofil adı verilir. Ksantofiller doğada daha çok bulunurlar. Gelişmekte olan bazı bitki yapraklarında ksantofil / karoten oranı 2:1 şeklindedir.

Bütün plastidler karotenoid içermesine karşın bu pigmentler yüksek düzeyde kloroplast ve kromoplastlarda bulunur. Karotenoidler kloroplastlarda tilakoit lipidlerin ağırlığının yaklaşık %3' ünü teşkil ederler (Hoover, 1984).

Pigmentler tilakoid zarlarında birbirine paralel tabakalar halinde sıralanmışlardır. Klorofilin hidrofil kutubu (porfirin) destek proteinlerle birarada bulunur ve lipofil kutup (fitol) karotenoidlerle diğer pigmentler arasında, zar yağlarına doğrudur. Bu yapısal dizilim fotosentez olayında esas görevi üstlenir ve özellikle pigmentten pigmente eksitasyon (uyarım) transferine (geçişine) yardım eder.

## **2. MATERYAL VE METOT**

### **2.1. ASA Uygulanmış Tohumlardan Bitkinin Yetiştirilmesi**

Deneylerde özel paketler halinde hazırlanmış (Yüksel Tohumculuk Firması) ve ülkemizde tüketimi yapılan *C. sativus* L. (salatalık)' un baharatçılarda satılan tohumları kullanılmıştır. Tohumlar deney ortamına alınmadan önce distile suda (Kontrol grubu) ve 25, 75, 125, 175, 225 ve 275 ppm' lik konsantrasyonlardaki asetil salisilik asit (ASA) çözeltilerinde 16 saat süreyle şişmeye bırakılmıştır.

Daha sonra şişmeye bırakılan tohum gruplarının her birinden ortalama 20' şer adedi, içerisi kaba filtre kağıdı ile kaplı petri kutularına alınarak  $24 \pm 2$  °C' ye ayarlı, % 60  $\pm 5$  nem içeren iklim dolabında (12 saat aydınlık, 12 saat karanlık) çimlenmeye bırakılmıştır ve 6 gün süresince (belli saat aralıkları), tohumlarda çimlenme davranışları ( Kök tüyü, yan kök oluşumları ve pirimer kök, hipokotil uzunlukları) izlenmiş ve değerlendirilmiştir.

6. günün sonunda fidelerden her biri 5' er adet olmak üzere içerisinde toprak, perlit, hayvan gübresi (2:1:1) bulunan 20 cm' lik saksılara dikilmiş ve iklim dolabında (% 60  $\pm 5$  nem, 12 saat ışık 12 saat karanlık), tüm gruplarda belirgin olarak çiçeklenme döneminin gözlenmesine kadar olan bir süre (59 gün) denemeye alınmıştır. Ayrıca çiçeklenme zamanları ve sayıları dışında tüm gruplarda sürgün ve kök gelişimi, stoma sayıları, kök gövde anatomisi ve pigment içerikleri incelenmiştir.

### **2.2. Pigment Ekstraksiyonu ve Miktarının Saptanması**

Ekstraksiyon işlemlerinde De Kok ve Graham (1989), yöntemi kullanılmıştır. Analiz için 59 günlük yapraklı sürgünlerden alınan örnekler, parçalayıcıda parçalandıktan sonra 1 g alınarak 50 ml asetonda 10 dk homojenize edilip 1/5 oranında distile su eklenerek yeniden homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler süzülerek 3.000 devir/dakikada santrifüj edilmiştir. Ölçüm yapılan dek 4C° de koyu renkli, kapaklı şişelerde muhafaza edilmiştir. Daha sonra örneklerin spektrofotometrede 662, 645 ve 470 nm' de absorbans değerleri okunmuştur (Lichtenthaler ve Wellburn, 1983).

**2.2.1. Pigment Miktarlarının Saptanması** Absorbansları 662, 645 ve 470 nm' de okunan örneklerin miktarları Lichtenthaler ve Wellburn (1983)'a göre hesaplanmıştır.

$$KI-a = 11.75 \times A_{662} - A_{645}$$

$$KI-b = 18.61 \times A_{645} - 3.96 \times A_{662}$$

$$\text{Karotenoid} = \frac{1000 \times A_{470} - 2,27 \times KI-a - 81.4 \times KI-b}{227}$$

(A=Absorbans değeri, KI-a=Klorofil a, KI-b=Klorofil b)

**2.3- Kesit Alma ve Değerlendirme İşlemleri** Her bir gruptaki bitkilerin kök, gövde ve yapraklarından alınan örneklerden elle kesitler alınmış floroglusin (Floroglusin:1 g, 95' lik etil alkol: 100 ml) ve %25' lik HCl damlatılarak lignin içeren bölgeler boyanarak incelenmiştir (Algan ve Toker, 1999).

Sabit preparatlar içinse; dokular % 10' luk alkolde fikse edilmiştir. Daha sonra sırası ile %10, % 20, %30, %40, %50, %60, %70, %80, %90, %100' lük alkol serilerinde 30 dakika bekletilmiştir. 2 kez ksilolden geçirilen doku parçaları parafin bloklar haline getirilip, mikrotomda 25µ kalınlığında kesitler alınmıştır. Hematoksilende 20 dk boyanan kesitler çeşme suyunda yıkanıp ksilolden geçirildikten sonra entellan ile sabit preparatlar elde edilerek ışık mikroskopunda incelenmiştir (Vardar, 1987).

**2.4- Kuru ağırlık Tayini** Kontrol grubu ve deney gruplarından 18. günde alınan ve aynı (5) sayıda, eşdeğer örnekler seçilerek oluşturulan 2 serinin; sürgün ve kökleri ayrılmış ve yaş ağırlıkları hassas terazide tartılmış, daha sonra 85 C° sıcaklıkta sabit tartım yöntemi ile kurutularak % kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

**2.5- Bulguların İstatistiksel Değerlendirilmesi** Deney sonuçlarında elde edilen bulguların değerlendirilmesi için SPSS programı kullanılarak "Tukey Testi" yapılmıştır. Önem kontrolü için "multiple range" F testi kullanılmıştır. Ortalamalar arasındaki farklar 0.05 olasılık düzeyinde F değerinden büyük olduğu zaman önemli kabul edilmemiştir.

### 3. BULGULAR

**3.1- Tohumlarda çimlenme durumu:** Çimlenme için radikulanın (kökçük) tohum kabuğunu (testa) yırtarak belirgin şekilde çıkışı esas alınmıştır. Buna göre salatalık bitkisinde herhangi bir dormansi durumu gözlenmemiş, 48 saat içerisinde tüm gruplarda çimlenme tamamlanmıştır. En erken ve en fazla sayıda çimlenme kontrol grubunda gözlenirken ASA konsantrasyonlarının artması ile çimlenme yüzdesinde bir azalma olmuştur (Tablo 1).

**Tablo 1:** Su ve ASA' da şişirilen *C. sativus* L tohumlarının, 48 saat süresince ortalama çimlenme yüzdeleri

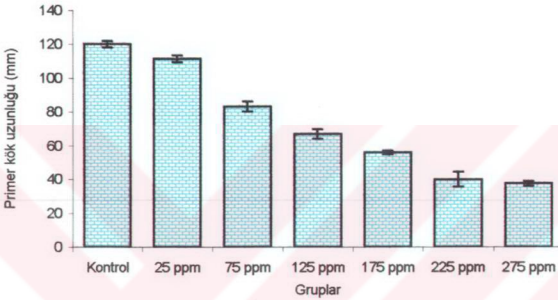
Gruplar	Çimlenme Yüzdeleri (%)			
	12. saat	24. saat	36. saat	48. saat
Kontrol	85	90	100	100
25ppm	70	85	90	100
75ppm	65	80	85	95
125ppm	50	75	85	90
175ppm	60	80	90	90
225ppm	75	80	90	90
275ppm	75	85	90	90

İlk 12 saat içerisinde çimlenme yüzdesi 75, 125 ve 175 ppm' lik grupta bir düşüş gösterirken, sonraki gruplarda nispeten bir artış eğilimi saptanmıştır.

Çimlenme yüzdelerine göre yapılan değerlendirmelerde; 48 saatin sonunda, kontrol grubunda %100 çimlenme gözlenirken, 75 ppm' lik grupta %5' lik, diğer gruplarda (konsantrasyonlarda) ise ortalama %10' luk bir çimlenme kaybı olduğu gözlenmiştir.

**3.1.1-Kök Büyümesi ve Kök Tüyü Oluşumu** 6 gün sonunda yapılan değerlendirmelerde; ASA konsantrasyonu arttıkça primer kök gelişiminde inhibisyon etkisi gözlenmiş, en fazla inhibisyon ise 275 ppm' lik grupta meydana

gelmiştir (Şekil 2; Tablo 2). 6. günün sonunda elde edilen değerlerin ortalamasına göre, ASA' nın 275 ppm' lik gruptaki kök inhibisyon etkisinin kontrole göre % 63 olduğu saptanmıştır (Şekil 2 ).



**Şekil 2:** Kontrol ve ASA uygulanmış *C. sativus* L. fidelerinde, 6. gündeki primer kök uzunlukları (mm)

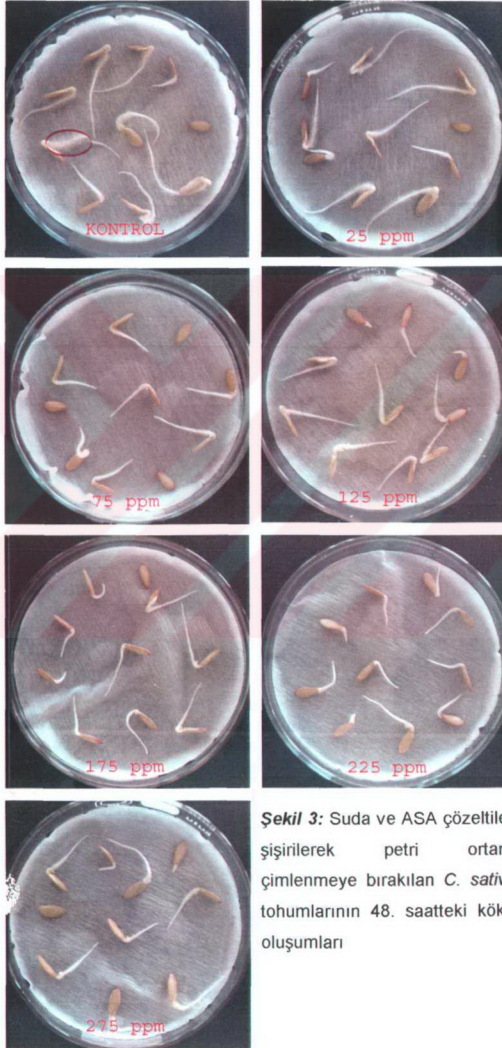
İstatistiksel olarak yapılan değerlendirmelerde de kontrol grubu ile deney grupları arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ) (Tablo 2).

**Tablo 2:** Kontrol ve ASA uygulanmış *C. sativus* L. fidelerinde 6. gündeki primer kök uzunlukları (mm) istatistik değerleri ( $F=329.27$ ,  $P < 0.05$ )

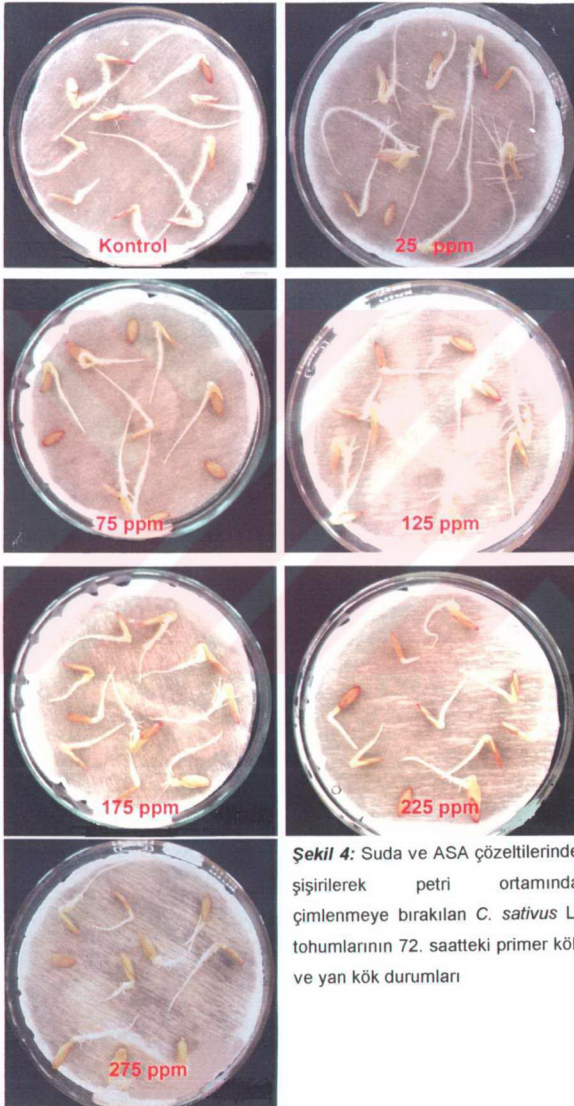
Kontrol	25 ppm	75 ppm	125 ppm	175 ppm	225 ppm	275 ppm
120.0	111.2 ± 0.20	83.2 ± 0.28	67.6 ± 0.27	55.8 ± 0.12	39.8 ± 0.44	37.4 ± 0.15

Kök tüyü oluşumu ilk önce kontrol grubunda 36. saatte gözlenmiş ve bunu takiben 2 saat aralıklarla yapılan gözlemlerde, ASA uygulanmış olan 25 ppm' lik grupta 42, 75 ppm' lik grupta 54 saat sonra izlenmiş, diğer gruplarda ise kök tüyü oluşumuna çok az rastlanmış veya hiç rastlanmamıştır (Şekil 3).

İlk yan kök oluşumu 54. saatte 25 ppm' lik grupta gözlenirken bunu 60. saatte kontrol grubu, 62. saatte 75 ve 125 ppm, 66. saatte 175 ppm ve 70. saatte 225 ve 275 ppm' lik gruplar takip etmiştir. 48 ve 72. saatlerdeki kök gelişimi incelenerek resimlendirilmiştir (Şekil 3 ve 4).



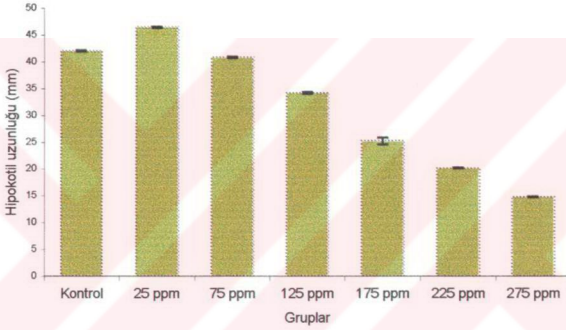
**Şekil 3:** Suda ve ASA çözeltilerinde şişirilerek petri ortamında çimlenmeye bırakılan *C. sativus* L. tohumlarının 48. saatteki kök tüyü oluşumları



**Şekil 4:** Suda ve ASA çözeltilerinde şişirilerek petri ortamında çimlenmeye bırakılan *C. sativus* L. tohumlarının 72. saatteki primer kök ve yan kök durumları



**3.1.2- Hipokotil Gelişimi** ASA' nın artan dozları ile beraber bitki kökünde gözlenen büyümenin baskılanması etkisi sürgünlerde de gözlenmektedir. 25 ppm' lik grupta kontrole göre sürgün büyümesinde % 9.4 oranında artış gözlenirken, sonrakilerde kontrole göre bir azalma izlenmiş ve son grupta %35 oranında inhibisyon saptanmıştır (Şekil 5; Tablo 3).

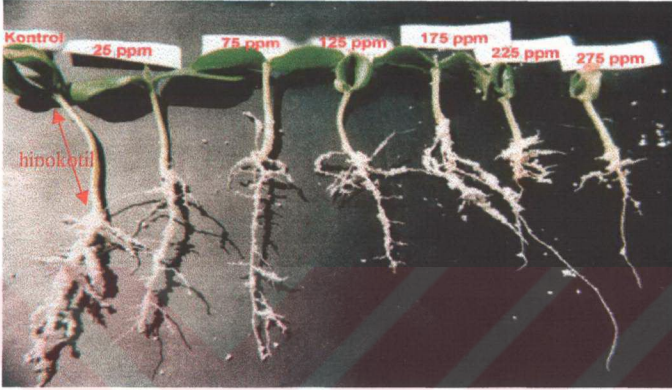


**Şekil 5:** Kontrol ve ASA uygulanmış *C. sativus* L. fidelerinin 6. günündeki hipokotil uzunlukları (mm)

Hipokotil uzunlukları yönünden gruplar istatistik olarak karşılaştırıldığında, kontrol grubu ile 25, 125, 175, 225 ve 275 ppm' lik gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ) (Tablo 3).

**Tablo 3:** Kontrol ve ASA uygulanmış *C. sativus* L. fidelerinin 6. günündeki hipokotil uzunlukları (mm) ( $F=79.29$ ,  $P < 0.05$ )

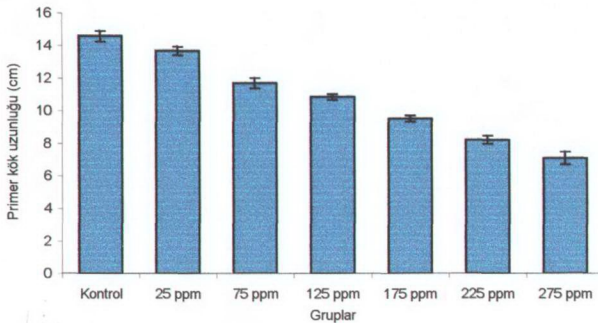
Kontrol	25 ppm	75 ppm	125 ppm	175 ppm	225 ppm	275 ppm
42.0 ± 0.13	46.4 ± 0.08	40.8 ± 0.14	34.2 ± 0.15	25.2 ± 0.65	20.2 ± 0.08	14.8 ± 0.10



**Şekil 6:** Kontrol ve ASA uygulanmış *C. sativus* L. fidelerinin 6. gündeki hipokotil ve kök durumları

### 3.2- Saksılarda Yetiştirilen *C. sativus* Bitkilerinde Gözlenen Bazı Fizyolojik ve Anatmik Değişimlerinin İncelenmesi

**3.2.1-Ana Kök Uzunluğu** 6. gün sonunda petrilere dikilen ve tüm gruplarda belirgin olarak çiçeklenmenin gözlemlendiği 59. güne değin izlenen örneklerin 59. gündeki kök durumları değerlendirildiğinde; ASA'nın artan konsantrasyonlara bağlı olarak primer köklerde bir kısalmaya, saçak kök sisteminde ise bir artışa neden olduğu saptanmıştır (Şekil 7 ve 8; Tablo 4).



**Şekil 7:** Kontrol ve ASA uygulanmış *C. sativus* L. örneklerinde 59. gündeki ortalama primer kök (kazık kök) uzunlukları (cm)

Ana kök uzunlukları yönünden gruplar istatistiksel bakımdan karşılaştırıldığında, kontrol grubu ile deney grupları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ) (Tablo 4).

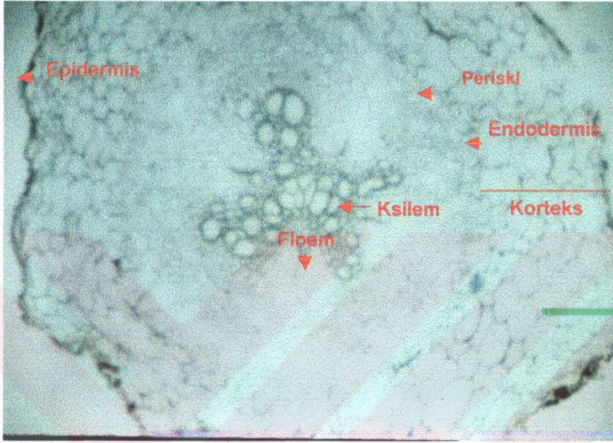
**Tablo 4:** Kontrol ve ASA uygulanmış *C. sativus* L. örneklerinde 59. gündeki ana kök uzunlukları (cm) ( $F = 96.62$ ,  $P < 0.05$ ).

Kontrol	25 ppm	75 ppm	125 ppm	175 ppm	225 ppm	275 ppm
14.58±0.33	13.68±0.26	11.68±0.31	10.84±0.17	9.50 ± 0.18	8.20 ± 0.25	7.08 ± 0.39

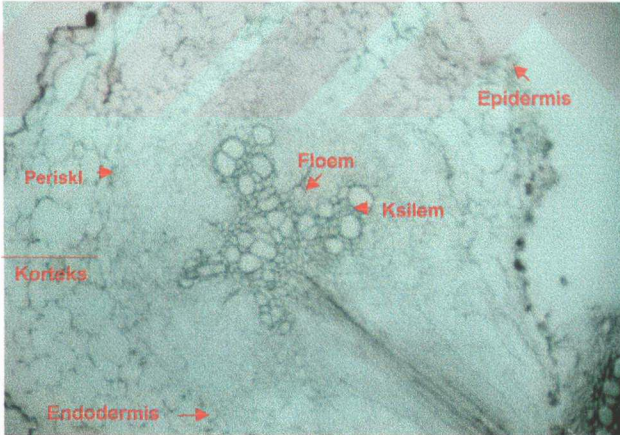


**Şekil 8:** Kontrol ve ASA uygulanmış *C. sativus* L. örneklerinin 18. gündeki kök ve sürgün durumları

**3.2.2. Köklerde anatomik bulgular:** Alınan kesitlerde yapılan incelemeler sonucu gruplar arasında önemli bir fark görülmemiştir (Şekil 9).



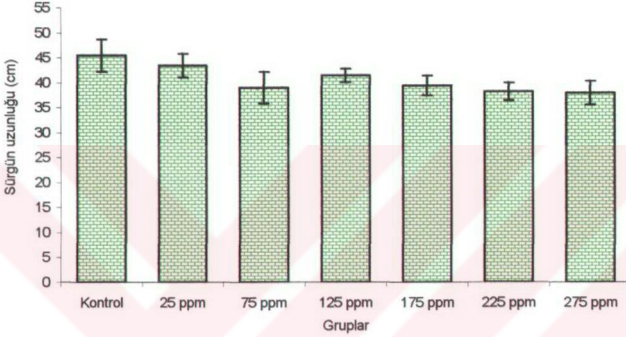
a)



b)

**Şekil 9:** *C. sativus* L. örneklerinin kontrol (a) ve 275 ppm (b) gruplarından alınan enine kök kesitleri (X 40)

**3.2.2- Sürgün Uzunluğu** Sürgün büyümesinde kontrole göre 25 ppm' de daha az olmak üzere deney gruplarında yaklaşık oranlarda bir düşüş eğilimi gözlenmiştir (Şekil 10; Tablo 5).



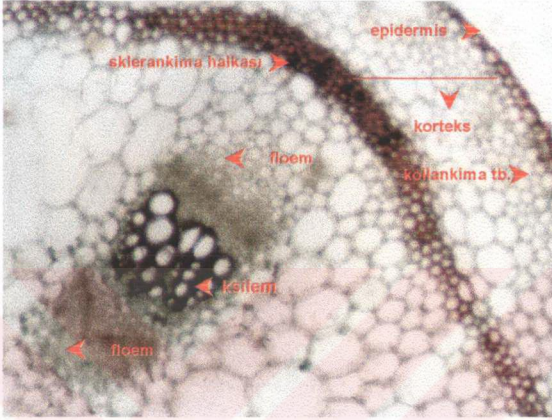
**Şekil 10:** Kontrol ve ASA uygulanmış *C. sativus* L. örneklerinin 59. gündeki ortalama sürgün uzunlukları (cm)

Sürgün uzunluğu yönünden gruplar istatistiksel olarak karşılaştırıldığında ise de kontrol ve 75, 125, 175, 225, 275 ppm' lik deney grupları arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ) (Tablo 5).

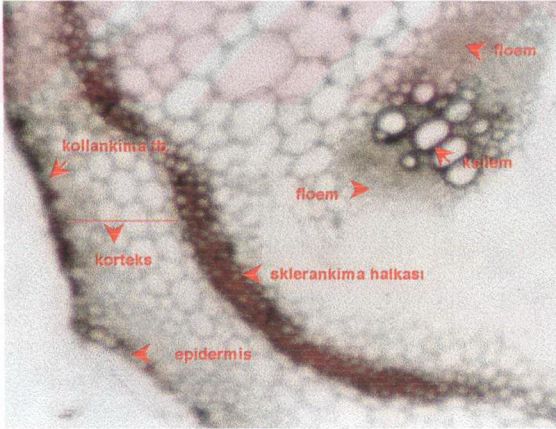
**Tablo 5:** Kontrol ve ASA uygulanmış *C. sativus* L. örneklerinde 59. gündeki sürgün uzunlukları (cm) ( $F = 2.99$ ,  $P < 0.05$ )

Kontrol	25 ppm	75 ppm	125 ppm	175 ppm	225 ppm	275 ppm
45.46±3.26	43.36±2.38	38.98±3.20	41,4±1,38	39.4±1.98	38.16±1.80	37.91±2.42

**3.2.2.1 Gövdedeki anatomik bulgular** Alınan kesitlerde ışık mikroskobu ile yapılan incelemelerde ve milimetrik objektif ile yapılan ölçüm değerlendirmelerinde (Gövde çapı, iletim doku demetleri çapı, boyu ve kutikula kalınlığı) gövde yapılarında önemli bir fark gözlenmemiştir (Şekil 11).



a)

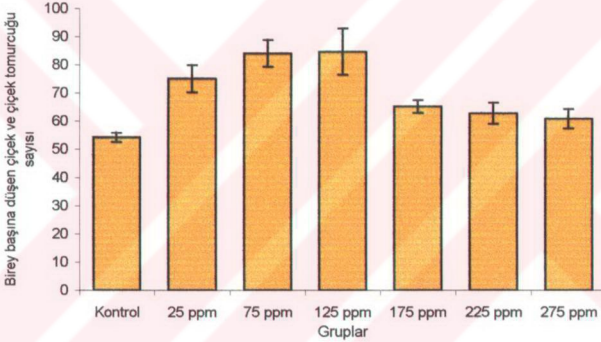


b)

**Şekil 11:** *C. sativus* L. örneklerinde kontrol (a) ve 275 ppm' lik deney grubundan (b) enine gövde kesitleri (X 40)

### 3.2.3- Çiçek - Çiçek Tomurcuğu Sayıları Ve Çiçeklenme Zamanları

İlk çiçek oluşumu 37. günde 275 ppm' lik grupta gözlenmiştir. Bunu 39. günde 225, 40. günde 175, 42. günde 125 ve 75, 44. günde 25 ppm' lik grup ve 45. günde kontrol grubu izlemiştir. 59. günde yapılan çiçek ve çiçek tomurcuğu sayımlarında, SA uygulanan deney gruplarında kontrole göre belirgin bir artış gözlenirken, en fazla artış 25, 75 ve 125 ppm' lik grupta belirlenmiştir (Şekil 12 ve 13; Tablo 6). ASA salatalık bitkilerinde çiçeklenmeyi hızlandırmakta ve bitki başına düşen çiçek sayısını da artırmaktadır.



**Şekil 12:** Kontrol ve ASA uygulanmış *C. sativus* L. örneklerinin 59. gündeki bitki başına düşen ortalama çiçek ve çiçek tomurcuğu sayıları



**Şekil 13:** 44. günde, kontrol grubu ve ASA uygulanmış deney gruplarında gözlenen çiçeklenme durumu

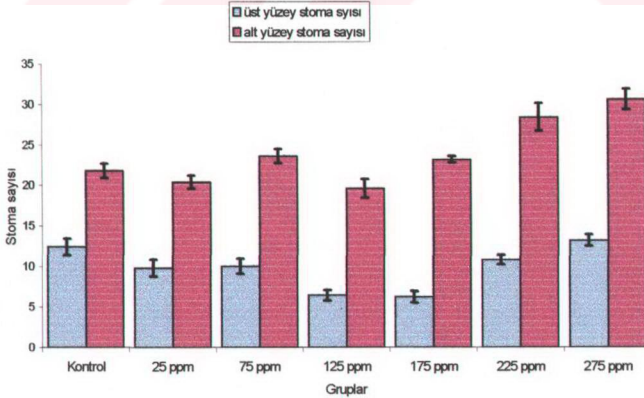
Çiçek ve çiçek tomurcuğu sayıları yönünden yapılan istatistiksel değerlendirmede kontrol ve deney grupları arasındaki fark önemli bulunmuştur (Tablo 6).

**Tablo 6:** Kontrol ve ASA uygulanmış *C. sativus* L. örneklerinde 59. gündeki bitki başına düşen çiçek ve çiçek tomurcuğu sayıları (F= 6.62 , P< 0.05)

Kontrol	25 ppm	75 ppm	125 ppm	175 ppm	225 ppm	275 ppm
54.2 ± 1.65	75.0 ± 4.83	84.0 ± 4.73	84.6 ± 8.24	65.0 ± 2.27	62.0 ± 3.81	60.8 ± 3.51

**3.2.4- Stoma Sayısındaki Değişim** Amfistomatik (Yaprığın her iki yüzünde de stoma bulunması) özellik gösteren yapraklardan alınan yüzeysel kesitlerde, yaprağın alt yüzeyinde üst yüzeyine göre daha fazla stoma görülmüştür.

Işık mikroskobunda 0,05 mm<sup>2</sup> lik alandaki stoma sayılarında; 125 ppm' lik gruba kadar olan konsantrasyonlarda yaprağın her iki yüzeyindeki stoma sayısında kontrole göre nispeten bir azalma olmakla birlikte, sonraki gruplarda bir artış gözlenmiştir. En belirgin artışta 275 ppm' lik gruptaki yaprakların alt ve üst yüzeydeki stoma sayısında gözlenmiştir (Şekil 14; Tablo 7).



**Şekil 14:** Kontrol ve ASA uygulanmış *C. sativus* L. örneklerinin yaprak alt ve üst yüzeylerindeki 0,05 mm<sup>2</sup> ye düşen ortalama stoma sayıları



Stoma sayıları istatistiksel olarak değerlendirildiğinde: yaprak alt yüzeyindeki stoma sayısı yönünden, kontrol grubu ile 225 ve 275 ppm' lik gruplar arası fark; yaprak üst yüzeyindeki stoma sayısı yönünden ise kontrol grubu ile 125 ve 175 ppm' lik gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P < 0,05$ ) (Tablo7).

**Tablo 7:** Kontrol ve tohumlarına ASA uygulanmış *C. sativus* L. örneklerinin yaprak alt ve üst yüzeylerindeki  $0.05 \text{ mm}^2$  deki ortalama stoma sayıları (Alt yüzey stoma sayısı (AYSS):  $F= 15.61$ ; Üst yüzey stoma sayısı (ÜYSS):  $F= 11.17$ ,  $P < 0.05$ )

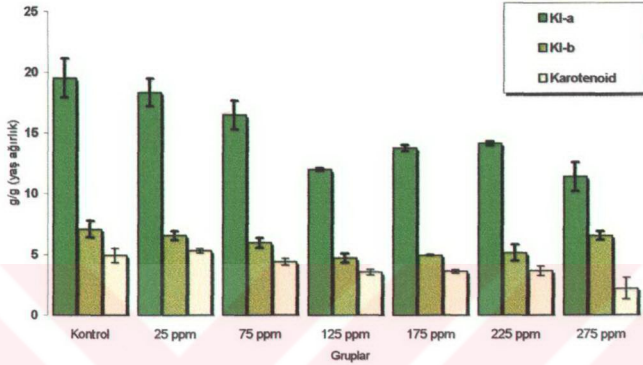
	Kontrol	25 ppm	75 ppm	125 ppm	175 ppm	225 ppm	275 ppm
AYSS	19.4±0.92	22.8±0.80	23.6±0.87	19.2±1.16	23.8±0.37	28.6±1.72	30.6±1.25
UYSS	12.8±1.01	9.8 ± 1.06	9.4 ± 0.92	6.4 ± 0.67	6.0 ± 0.70	10.8±0.58	13.0±0.70

### 3.2.5- Gövdede (Yaprak ve sürgün) Kl-a, Kl-b ve Karotenoid Değişimi

Yaprak ve sürgünlerdeki Kl-a miktarında, artan ASA konsantrasyonuna bağlı olarak belirgin bir azalma gözlenmiş, bu azalma 125 ve 275 ppm' lik gruplarda daha belirginleşmiştir (Şekil 15; Tablo 8).

Kl-b' ye bakılacak olursa; 275 ppm' lik gruba dek bir düşüş izlenirken, 275 ppm' lik grupta artış olmuştur (Şekil 15; Tablo 8).

Karotenoid miktarında ise: 25 ppm' lik grupta bir artış, diğer gruplarda ise belirgin bir azalma saptanmıştır (Şekil 15; Tablo 8).



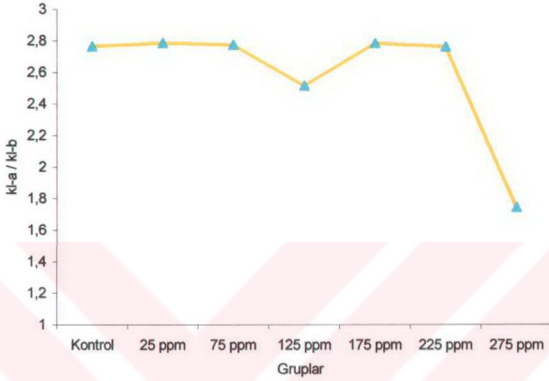
**Şekil 15:** Kontrol ve ASA uygulanmış *C. sativus* L. örneklerinin yapraklı sürgünlerindeki KI-a, KI-b ve karotenoid değişimi (µg/ g yaş ağırlık)

İstatiksel olarak yapılan değerlendirmelerde: KI-a, KI-b ve karotenoidler için, kontrol grubu ile deney grupları arasındaki fark önemli bulunmuştur.

**Tablo 8:** Kontrol ve ASA uygulanmış *C. sativus* L. sürgünlerindeki ki-a, ki-b ve karotenoid değişimi (µg/ g yaş ağırlık) (KI-a: F=236,88; KI-b: F=645,32; Karotenoid: F=16,29, P< 0.05 )

	Kontrol	25 ppm	75 ppm	125 ppm	175 ppm	225 ppm	275 ppm
KI-a	19,52±1,59	18,33±1,13	16,48±1,17	12,0±0,12	13,74±0,25	14,12±0,15	11,38±1,19
KI-b	7,07±0,69	6,57±0,37	5,96±0,39	4,87±0,37	4,95±0,02	5,14±0,66	6,55±0,35
Karotenoid	4,92±0,59	5,30±0,18	4,40±0,28	3,54±0,22	3,63±0,14	3,66±0,39	2,20±0,91

KI-a / KI-b oranlarına bakılacak olursa, kontrol, 25, 75, 175, 225 ve 275 ppm' lik gruplarda benzer değerler elde edilirken, 125 ppm' lik grupta bir düşüş gözlenmekte ve 275 ppm' lik grupta bu düşüş çok daha belirgin hale gelmektedir (Şekil 16).



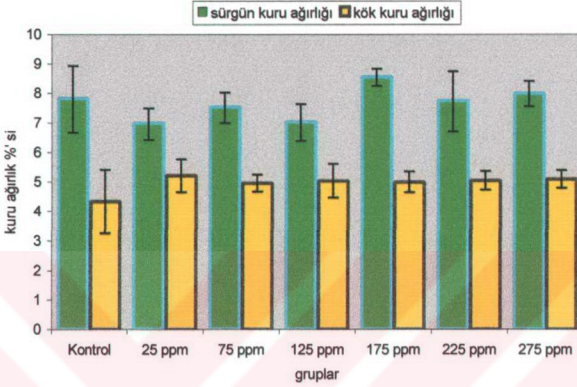
**Şekil 16:** Kontrol ve ASA uygulanmış *C. sativus* L. örneklerinde yapraklı sürgünlerde KI-a / KI-b değişimleri ( $\mu\text{g} / \text{g}$  yaş ağırlık)

### 3.2.6- Kök ve Yapraklı Sürgünlerdeki Kuru Kütle Değişimleri

18. günde alınan bitki materyallerinin kök ve gövdelere ayrı ayrı sabit tartım yöntemi ile kurutma işlemi uygulandıktan sonra yapılan ölçümlerde şu sonuçlar elde edilmiştir:

Sürgünlerde kontrole göre, 125 ppm' lik gruba dek olan konsantrasyonlarda kuru ağırlıkta anlamlı bir farklılık gözlenmezken, 175 ppm' lik grupta bir artış olmak üzere, 225 ve 275 ppm' lik gruplardaki ağırlıklar kontrol ile benzerlik göstermektedir (Şekil 17; Tablo 9).

Köklerde ise; kontrole göre deney gruplarında birbirine yakın değerlerde seyreden anlamlı bir artış saptanmıştır (Şekil 17; Tablo 10).



**Şekil 17:** Kontrol ve ASA uygulanmış *C. sativus* L' un kök ve sürgünlerinde % kuru ağırlık değişimi

Kuru ağırlıkları yönünden yapılan istatistiksel karşılaştırmada: sürgünlerde, kontrol grubu ile 25, 125 ve 175 ppm' lik deney grupları arasındaki fark, kökte ise kontrol grubu ile deney grupları arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $P < 0.05$ ) (Tablo 9).

**Tablo 9:** Kontrol ve ASA uygulanmış *C. sativus* L. örneklerinde kök ve sürgün kuru ağırlık değişimi (%' si) (Kök için  $F = 401,1$   $P < 0.05$ , Sürgün için  $F = 917,5$ ,  $P < 0.05$ )

	Kontrol	25 ppm	75 ppm	125 ppm	175 ppm	225 ppm	275 ppm
Kök kuru ağırlık %	4,34±1.07	5,21±0.56	4,96±0.29	5,03±0.57	4,99±0,35	5,04±0,32	5,09±0,30
Sürgün kuru ağırlık %	7,80±1.13	6,96±0,53	7,51±0,51	7,01±0.62	8,54±0,29	7,73±1,02	7,98±0,43

#### 4-TARTIŞMA VE SONUÇ

“Uygun koşullar altında tohum embriyosundan normal bitki oluşturma yeteneğine sahip bir yapının tohum kabuğunu aşarak dışarı çıkması” şeklinde tanımlanan çimlenme olayında, ilk aşama tohumun çeşitli dokuları tarafından suyun absorpsiyonudur. Su girişi ile enzim aktivitesi artarak solunumun da hızlanmasına yol açmaktadır. Bu aşamada şişirici madde olarak kullanılacak çözeltiye katılacak olan kimi kimyasalların, tohumun çimlenmesinden başlayarak tüm gelişim dönemlerine olan etkilerini incelemek de kullanılan yöntemlerden biridir (Kaçar, 1996).

Dışarıdan uygulanan ASA' nın bitki dokusunda bulunan arilesteraz enzimi aracılığı ile hidrolizlenmesi sonucunda SA' ya dönüşmesi (Mitchelle ve Broathead, 1967; Morgan ve Truitt, 1965), yapılan çalışmalarda bitkilerde ASA' nın etkisinin SA' nın ki ile aynı olduğunun gözlenmesi (Raskin, 1992) ve doğal bir bitki ürünü olarak tanımlanmayan ASA' nın, çoğu bitki bilimciler tarafından deneylerde SA ile eş amaçlı kullanılması (Lester ve ark., 1946; Takaki ve ark., 2000) nedeni ile bulgularımızın tartışılmasında SA kullanılacaktır.

Bitki büyüme düzenleyicilerinin çimlenme üzerindeki etkilerine bakıldığında; IAA (İndol asetik asit)' nin tohum çimlenmesini teşvik ettiği (Tillberg, 1984), GA<sub>3</sub> (Giberellik asit)' nin tohum dormansisini ortadan kaldırdığı (Mounla, 1978, Salisbury ve Ross, 1992), ABA' nın embriyo büyümesini ve gelişmesini engellediği, ayrıca tohumda normal olgunlaşma ve çimlenmeyi de inhibe ettiği bilinmektedir (Quatrona, 1987; Salisbury ve Ross, 1992).

Bugün artık bir bitki büyüme düzenleyicisi olarak anılan SA nın ise, *Vigna mungo'* ya 10, 100 ve 500 µm uygulamalarında, artan konsantrasyonlarla beraber çimlenmeyi baskılayıcı etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Anandhi ve Ramanujam 1997).

Bu çalışmamızda, çimlenmenin kontrol ve 25 ppm' lik. grupta %100 gerçekleştiği, 75 ppm' lik. grupta %5, diğerlerinin ise %10 oranında baskılandığı saptanmıştır (Tablo 1). Buradan yola çıkarak SA' nın artan konsantrasyonlarının salatalık bitkisi için çimlenmede baskılayıcı rol oynadığı söylenebilir. Dolayısı ile bu bulgular yukarıda sözü edilen çalışmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Asthama ve Srivastava' nın (1978) mısırdaki (*Zea mays*) yaptıkları çalışmada, SA' nın çimlenme üzerinde baskılayıcı etkiye sahip olduğunun bildirilmiş olması da sonuçlarımızı desteklemektedir.

Diğer yandan, *Orzya sativa* tohumlarında kurşun ve civa gibi ağır metallerin neden olduğu çimlenmeyi engelleme etkisi SA tarafından önemli ölçüde azaltılmış olduğu saptanmıştır (Mishra ve Chouhuri 1997). Yine kimi bitkilerde (*Panicum miliaceum*, *Vigna radiata*), SA' nın çimlenme oranını artırdığı (Singh ve Kaur 1980; Datta ve Nanda 1985) gözlenmiştir. Turp tohumlarında ise SA' nın, absisik asitin (ABA) neden olduğu tohum dormansisini ortadan kaldırarak çimlenmeyi uyardığı (stimüle ettiği) da rapor edilmiştir (Rai ve ark., 1986). Bu sonuçlar SA' nın çimlenme üzerindeki etkisinin bitki çeşidine ve ortam koşullarına göre farklılık gösterebileceğini akla getirmektedir.

SA' nın çimlenmeyi inhibe edici etkisi yanında kök ve sürgün büyümesi üzerinde de konsantrasyona bağlı olarak inhibe ettiği yapılan değişik çalışmalarda rapor edilmiştir. Özellikle yüksek konsantrasyonlarda büyümeyi inhibe etme etkisi *Vigna mungo'* da %40' a ulaşabilmektedir (Anandhi ve Ramanujam, 1997).

SA uygulaması bitki kök hücre membranları boyunca iyon alınımını ve taşınımını bozarak (Shettel ve Balke, 1983) bitkide büyüme olaylarını inhibe edebileceği düşüncesi ileri sürülebilir. Ancak SA' nın inhibisyon etkisi bitki türüne ve konsantrasyonuna göre farklılık gösterdiği de bir gerçektir. Uzun süre SA uygulanan soya fasulyesi bitki doku kesitlerinde büyümeyi engellemiş ve köklenmeyi de uyarmıştır (Pennazio ve Roggero, 1991).

Salatalık bitkilerinde SA uygulaması genelde ana kök uzamasını engellerken (şekil 2, 3, 4 ve 7; Tablo 2 ve 4), yan kök gelişimini teşvik etmiş, giderek bitkinin saçak kök sisteminde önemli bir artış meydana gelmiştir (Şekil 3, 4, 6, 8; Tablo 2, 4).

Yapılan bir çalışmada (Kling ve ark. 1983) kimi fenolik bileşiklerin (SA ve tannik asit gibi) IAA ile birlikte *Phaseolus aureus*, *Acer saccharinum* ve *Acer griseum* çeliklerinde adventif kök oluşumunu teşvik ettiği gösterilmiştir. Muhtemelen eksojen olarak verilen SA salatalık bitki köklerinde yan kök gelişimini benzer şekilde stimüle ediyor olabilir.

SA' nın farklı konsantrasyonları uygulanarak yapılan denemelerde; 6. günde petri ortamında kontrol grubuna göre yapılan değerlendirmeler sonucunda;

kök büyümesinde %63, hipokotil büyümesinde %35 inhibisyon gözlenmektedir. İnhibisyon etkisinin sürgüne göre kökte daha fazla olduğu saptanmıştır. Ancak bitki büyüme-gelişmesinin ileri zamanlarında kök büyümesindeki inhibisyon etkisi %51 olarak gözlenirken, sürgün üzerindeki etki şiddetinin azaldığı ve gruplar arası farkın çok belirgin olmadığı gözlenmiştir (Şekil 7, 8, 10; Tablo 4, 5). Bulgularımız Anandhi ve Ramanujam'ın sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Diğer yandan, düşük konsantrasyonlarda ki SA'nın, özellikle baklagillerde simbiyotik azot fiksasyonunda etkili olan kök nodül oluşumunu ve nitrat redüktaz aktivitesini artırdığı, dolayısı ile vejetatif gelişmeyi hızlandırdığı bildirilmiştir (Duygu ve Çökmüş, 1983). Buna karşın bizim üzerinde çalışma yaptığımız salatalık bitkisi gövdesinin büyümesi üzerinde SA'nın bir uyarım etkisi gözlenmemiştir (Şekil 8 ve 10; Tablo 5).

SA uygulamasının kökteki inhibisyon etkisinin, bitki rizosferinde belirlenen SA'nın büyümeyi inhibe edici allelopatik bir kimyasal olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Einhelling, 1986).

Temelde köklenme üzerinde gözlemlenen bu inhibisyon etkisinin, salisilatların düşük düzeydeki anti oksinik aktivitesine (Lee ve ark., 1982) yada Indol-3-asetik asidi inaktive etme ile ilgili kapasitesine (Lee ve Skoog, 1965) bağlı olabileceği düşünülmektedir.

SA uygulaması bitkilerde büyüme ve gelişme olayları dışında çiçeklenmeyi de etkilemektedir. Yaptığımız bu çalışmada SA uygulanmış bitkilerin kontrollere göre daha erken çiçeklenmeye gittiği ve çiçek tomurcuk sayılarında belirgin oranda arttığı gözlenmiştir (Şekil 12 ve 13; Tablo 6). Çiçek tomurcuğundaki bu artış olayı 75 ve 125 ppm'lik gruplarda benzer ve yüksek oranda gözlenirken; 175, 225, ve 275 ppm'lik gruplarda yaklaşık değerlerde gözlenmemiştir (Şekil 12 ve 13; Tablo 6). Bu gözlemler bizi SA uygulamasının, salatalık bitkisi üzerinde çiçeklenmeyi teşvik edici ve çiçek tomurcuk sayısını artırıcı bir etkiye sahip olduğu sonucuna götürmektedir.

Bu bulgumuzu destekleyen ilk çalışma kinetin ve Indol-3-asetik asit eklenmiş tütün doku kültürlerinde Lee ve Skoog tarafından (1965) ortaya konulmuştur. *Pisita stratiotes* L.'in, kültür ortamına SA eklenmesiyle de çiçeklenme daha erken zamana alınmıştır (Pieterse, 1982).

*Xanthium strumarum*'da çiçeklenmeyi uyarıcı maddenin SA olduğu belirlenmiş ve SA *Lemna gibba*'nın çiçeklenmesinde maksimum bir uyarım

sağladığı gözlenmiştir (Cleland ve Ajami, 1974; Cleland ve Tanaka, 1979). Yine SA, ASA (Asetil salisilik asit) ve bazı fenoliklerin, Lemnaceae' nin diğer genusuna ait olan *Spirodela polyrhiza* (Khurana ve Maheshwari, 1980), *Spirodela punctata* (Scharfetter ve ark., 1978) ve *Wolffia microscopica*' da (Tamot ve ark., 1987) uyarıcı olmayan fotoperiyotlar altında dahi çiçeklenmeyi uyardığı gözlenmiştir. Benzer şekilde sukroz ile bereber verilen aspirin (ASA), bir orkide türü olan *Oncidium sp.*' ye uygulandığında çiçek oluşumunu hızlandırmıştır (Watanabe ve Takimoto, 1979). SA; GA<sub>3</sub> ve β-naphtolde olduğu gibi, kısa gün bitkisi olan *Impatiens balsamina*' da uyarıcı olmayan fotoperiyotlar altında çiçek tomurcuk oluşumunu hızlandırıcı etki göstermiştir (Sood ve Nanda, 1979; Nanda ve ark., 1976).

Birkaç türde SA' nın; kinetin, indol asetik asit ve giberellin gibi bitki büyüme düzenleyicileri ile birlikte verilmeleri sonucu çiçeklenmede artış gözlenmiştir (Lee ve Skoog, 1965; Nanda ve ark., 1976). Yine Anandhi ve Ramanujam' ın (1997) püskürtülerek ya da sulama ile verilen SA' nın, *Vigna mungo*' da çiçek oluşumunu artırdığını saptamış olması çalışmamızla paralellik göstermektedir.

SA' nın çiçek tomurcuğu başlangıç zamanı ve total tomurcuk sayısı üzerine olan bu etkilerinin, GA' nın (Giberellik asit) etkisi ile sinerjistik olduğu Kumar ve Nanda (1981) tarafından rapor edilmiştir. Aynı SA ve GA<sub>3</sub> arasındaki bu sinerjistik etki, *Arabidopsis thaliana*' nın çiçeklenmesinde de gözlenmiştir (Goto, 1981).

SA' nın, bitkilerde çiçeklenmeyi uyarıcı mekanizması bugün tam olarak bilinmemektedir (Raskin, 1992). Bir hipoteze göre SA çiçeklenmeyi kelat bir ajan gibi davranarak uyarmaktadır (Oota, 1972; Seth ve ark., 1970). Bu uyarının da SA' nın çiçek uyarıcı etkilerine benzediği düşünülmektedir. Ancak benzoik asitin (Fujioka ve ark.; 1985, Watanabe ve Takimoto 1979) ve diğer kelat özellikte olmayan fenoliklerin (Watanabe ve ark., 1981) çiçeklendirici etkisi, çiçeklenmeyi uyarıcı başka mekanizmaların da olabileceğini göstermektedir. SA' nın demir kelatinin özellikleri SA' nın etilen üzerine olan baskılayıcı etkisini açıklayabilir. Çünkü demir, 1-aminosiklopropan-1-karboksilik asitin etilene dönüşümünde gerekli olan bir kofaktördür (Raskin, 1992). Yani SA' nın, çiçeklenmeyi engelleyen etilenin sentezinde rol oynayan enzimin inhibisyonu üzerinde bir kelat gibi rol oynayarak çiçeklenmeyi teşvik ettiği düşünülmektedir.



SA' nın vazo içerisindeki çiçeklerin daha uzun süre canlılığını korumasının nedeninin SA' nın, 1-aminosiklopropan 1-karboksilik asitin etilene dönüşümünü bloke etmesi, etilen biyosentezini baskılaması sureti ile olduğu düşünülmekte ise de (Leslie ve Romani, 1986; Romani ve ark., 1989) ancak fitotoksik olmayan SA konsantrasyonları soya fasulyesinde etilen oluşumunu etkilememiştir (Pennazio ve ark., 1987).

Kültür ortamlarında SA' nın etilen üretimini engelleme özelliği ortamın pH' sının artması ile bariz şekilde azalmıştır (Leslie ve Romani, 1988). SA kesme çiçekler üzerindeki en iyi koruyucu etkisini nötral ortamda göstermektedir.

Tüm bu bulgular dahilinde endojen SA etkisinin spesifik olmadığı düşünülmektedir. Çünkü benzoik asitlerin (Ward ve ark., 1991), ferrisiyanidin (Tanaka ve Cleland, 1980), nikotinik asitin (Fujioka ve arkadaşları, 1986) ve sitokininlerin de (Fujioka ve ark., 1983; Khurana ve Maheshwari, 1987) uyarıcı olmayan fotoperiyotlarda Lemna' da çiçeklenmeyi uyardıkları rapor edilmiştir. Yine, SA' nın çiçeklenme üzerindeki etkisinin her türde spesifik olmadığı, GA<sub>3</sub> ve etilendiamin-di-o-hidroksifenil asetik asidin de (EDDHA), uyarıcı olmayan koşullar altında SA kadar etkili olduğu da görülmüştür (Pieterse, 1982).

Ayrıca sitokininler de, bitkilerde çiçeklenmeyi teşvik etmekte (Palavan 1993; Applewhite ve ark., 1994) ve dişi çiçek oluşumunu artırmaktadır (Khryanin 1987; Louis ve ark., 1990).

Benzer şekilde, bir inhibitör olan ABA' da uzun gün bitkilerinde çiçeklenmeyi engellemesine karşın, uzun gün şartlarında bırakılan kısa gün bitkilerinde çiçeklenmeyi teşvik etmektedir (Tsaovd, 1986). Ayrıca ABA dişi çiçek oluşumunu da uyarmaktadır (Fredlander ve ark., 1977).

Giberellinler de rozet tipi bitkilere uygulandığında çiçeklenmeyi uyarmakta (Rood ve ark., 1989) ve erkek çiçek oluşumunu teşvik etmektedir (Matthyse ve Scott, 1980).

O halde bitkilerde çiçeklenmenin tek bir faktör tarafından değil, değişik faktörlerin birbirleri ile etkileşimleri sonucunda meydana geldiği düşüncesi ileri sürülebilir.

Çalışmamızda stoma sayılarına göre yapılan değerlendirmelerde; SA konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak özellikle alt yaprakta bulunan stoma sayısında önemli bir artış saptanmıştır (Şekil 14; Tablo 7).

Stoma davranışı, düzenlenişi ve sayısı bitkinin fotosentez yeteneği bakımından da önemli bir faktördür. SA' nın etkisi, jasmonik asit (JA) ve absisik asit (ABA) gibi diğer büyüme düzenleyicilerinin çimlenme, büyüme ve yaşlanma süreci üzerindeki etkilerine benzemekte, SA' nın stoma davranışı ve stoma faaliyetine etkisi nedeniyle de fotosentez olayında önem taşıdığı ileri sürülmektedir (Popova ve ark., 1987 ve 1988).

SA' nın stoma faaliyeti, klorofil kapsamı, transpirasyon oranı ve solunum yolu üzerinde olan etkileri bu bileşiğin muhtemel bazı fotosentetik reaksiyonların düzenlenmesinde, fizyolojik bir fonksiyona da sahip olabileceği yönünde bir düşünce ileri sürülmüştür (Raskin, 1992).

Değişik bitkiler üzerinde yapılan çalışmalarda SA' nın bitki pigmentasyonu üzerinde de önemli değişime neden olduğu bildirilmiştir: Khurana ve Mahishwari (1980), SA uygulanan *Spirodella*' da antosiyanin ve klorofil kapsamında belirgin bir artış olduğunu göstermişlerdir. Ancak Anandhi ve Ramanjuam (1997) ise *Vigna mungo* ile yaptıkları çalışmada, SA' nın artan dozlarıyla birlikte bitkinin klorofil ve karotenoid seviyelerinde belirgin bir azalma, redükte şekerlerde ise önemli bir artış olduğunu rapor etmişlerdir.

Aynı şekilde Pancheva ve ark.' nın (1996) *Hordeum vulgare*' de yaptıkları çalışmada SA uygulanmış yapraklarda klorofil içeriğinin (Kl-a ve Kl-b) azaldığını gözlemişlerdir. Yapılan bu araştırma ile, uzun süre SA uygulamasının fotosentez oranını önemli ölçüde azalttığını da göstermişlerdir.

Yaptığımız çalışmada pigmentlerle ilgili bulgulara bakılacak olursa; Kl-a miktarında artan SA konsantrasyonuna bağlı olarak bir azalma saptanmıştır (Şekil 15 ve 16; Tablo 8). Kl-b miktarında ise Kl-a' daki kadar değişim olmasa bile SA konsantrasyonuna bağlı bir azalma, en yüksek konsantrasyonda ise (275 ppm) kontrole yakın bir artış gözlenmiştir (Şekil 15 ve 16; Tablo 8).

Gerek Kl- a gerekse Kl-b değişimi ile ilgili bulgularımız yukarıda söz edilen çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Karotenoid yönünden yapılan değerlendirmede, artan SA konsantrasyonlarına bağlı olarak bir düşüş izlenirken, bu düşüş 275 ppm' lik grupta daha belirgindir (Şekil 15; Tablo 8).

Ayrıca çalışmamızda SA konsantrasyonun bağlı olarak özellikle köklerde belirgin bir kuru ağırlık artışı saptanmıştır (Şekil 17; Tablo 9). Bu durum fotosentezdeki bir artışla açıklanabilir. Yada SA muhtemelen fotosentezde

fotooksidasyonu önleyici yönde olumlu bir işlev görmesine bağlı fotosentezdeki kaybın önlenmesi ile açıklanabilir. Ancak bu konuda daha detaylı çalışmalara gereksinim olduğu da bir gerçektir. Anandhi ve Ramanjuam' ın, *Vigna mungo*' da yaptıkları bir çalışmada (1997), SA uygulanmış bitkilerde redükte şekerlerin arttığını gözlemlenmiştir. Bu sonuçta SA' nın bitkide fotosentezi olumlu bir şekilde etkilediğini göstermektedir.

Ayrıca Leslie ve Romani (1988)' nin SA uygulanmış *Pyrus communis* bitkilerinde yaptıkları çalışmada yüksek konsantrasyonların solunumu inhibe ettiğini gözlemlenmiştir. Bu durum artan dozlara bağlı olarak bitkide solunumla olan kayıpların azalması nedeni ile kuru ağırlıktaki artışın bir nedeni olabilir. Yine bitkiye uygulanan SA' nın bitki tarafından patojen bir madde varmış gibi algılanarak patojen bağlantılı protein sentezini uyarması da kuru ağırlıktaki artışla ilişkilendirilebilir (Pennazio, 1987; Tomaya, 1998).

Fotosentetik parametrelerde gözlenen değişikliklerin; SA' nın stomaların kapanmasına neden olan bir etkinin sonucu mu, yoksa, bitkilerin CO<sub>2</sub> fiksasyonu kapasitesi üzerine etkili olmasıyla mı meydana geldiği bugün hala tartışılmaktadır (Raskin, 1992).

Sonuç olarak, *C. sativus* L.' ta tohum çimlenmesini ve ana (primer) kök gelişimini engelleyen, yan (saçak) kök çıkışını ve çiçeklenmeyi hızlandıran ayrıca pigment değişimi üzerinde etkinliğe sahip olan SA' nın bitki büyüme ve gelişme olaylarında önemli bir işleve sahip olduğu söylenebilir. Bu ve yapılan diğer araştırmaların sonuçları da dikkate alınırsa, SA' nın bitki büyüme düzenleyicisi (hormon) olarak kabul edilmesi (Raskin, 1992) yönündeki görüşlerin geçerliliğini kanıtlar niteliktedir.

Yaptığımız bu araştırmada SA' nın özellikle yan kök gelişimi üzerindeki olumlu etkisinin bitkilerde su stres direncini artırarak kurak yöre tarımının verimliliğini artıracak kanısını taşımaktayız. Ancak bu amaçla tarla koşullarında yapılacak yeni araştırma sonuçlarına gereksinim vardır.

### 5-YARARLANILAN KAYNAKLAR

- ALGAN, G. ve TOKER, C., 1999.** Bitki hücreleri ve bitki morfolojisi laboratuvar kitabı. III Baskı. A. Ü. Fen Fak. Döner Sermaye İşletmesi Yayınları No:21. Ankara
- ANANDHİ, S. and RAMANUJAM, M. P., 1997.** Effect of salicylic acid on black gram (*Vigna mungo*) cultivars. *Indian Journal of Plant Physiology* 2 (2): 138-141. Botany Lab., Cent. Postgraduate Studies, Pondicherry- 605008, India
- APPLEWHITE, P. B., K-SAWHNEY, R. and GALSTON, A. W., 1994.** Isolation as an auxin source favoring floral and vegetative shoot regeneration from calli produced by thin layer explants of tomato pedicel. *Plant Growth Regulation*. 15: 17-21
- BALKE, N. E., SCHULTZ, M., 1987.** Potential impact of enzymatic glucosylation of allelopathic phenolic compounds. In *Invited Lectures, Sect. 4: Industrial chemistry. 31<sup>st</sup> int. Congr. Pure Appl. Chem.*, pp. 17-29. Sophia, Bulgaria. Bulgarian acad. Sci.
- BAARDSETH, P., RUSSWURM, H. Jr., 1978.** Content of some organic acids in cloudberry (*Rubus chamaemorus*). *Food Chem.* 3: 43-46
- BOSE, T. K., ROY, B. N., BASU, R. N. 1972.** Synergism between auxins and phenolic compounds in the rooting of cuttings. *Indian Agr.* 16: 171-76
- CARR, J. P., KLESSING, D. F. 1989.** The pathogenesis-related proteins of plants. In *Genetic Engineering. Principles and Methods*, ed. J. K. Setlow, pp. 65-109
- CHATHA, K. C., BROWN, S. A. 1974.** Biosynthesis of phenolic acids in tomato plants with *Agrobacterium tumefaciens*. *Can. J. Bot.* 52: 2041-46
- CLELAND, C. F., 1974.** Isolation of flower inducing and flower-inhibiting factors from aphid honeydew. *Plant Physiol.* 54: 899-903
- CLELAND, C. F., AJAMI, A., 1974.** Identification of the flower-inducing factor isolated from aphid honeydew as being salicylic acid. *Plant Physiol.* 54: 904-6

- CLELAND, C. F., TANACA.O., 1979.** Effect of daylength on the ability of salicylic acid to induce flowering in the long-day plant *Lemna gibba* G3 and the short-day plant *Lemna paucicostata* 6746. *Plant Physiol.* 64: 421-24
- DATTA, K. S. and NANDA, K. K., 1985.** Effects of some phenolic compounds and giberellic acid on growth and development of chenna millet (*Panicum miliaceum* L). *Indian Journal of Plant Physiology*, 28: 298-302
- DE KOK, L. J. and GRAHAM, M., 1989.** Levels of pigments, soluble proteins, amino acids and sulfhydryl compounds in foliar tissue of *Arabidopsis thaliana* during dark-induced and natural senescence. *Plant Physiol. Biochem.* 27: 203-09
- DUYGU, E., ÇÖKMÜŞ, C., 1983.** Salicylic acid and plant growth regulation, plant growth regulators, Lilow, D., Karanow, E., Illiev, L., pp. 668-675. publ. House of Bulgarian Academy of Sciences, Sofia.
- EINHELLING, F. A., 1986.** Mechanisms and modes of action of allelochemicals. In *The Science of Allelopathy*, ed. A. R. Putnam, C.S. Ting. New York: John Willey and sons. 317 pp
- EL-BASYOVNÍ, S., CHEN, D., IBRAHIM, R. K., NEISH, A. C., TOWERS, G. H. N. 1964.** The biosynthesis of hydrobenzoic acids in higher plants. *Pytochemistry* 3: 485-92
- ELLIS, B. E., AMRHEIN, N. 1971.** The "NIH-shift" during aromatic orthohydroxylation in higher plants. *Phytochemistry* 10: 3069-72
- ELTHON, T. E., NICKELS, R. L., MCINTOSH, L. 1989.** Mitochondrial events during development of thermogenesis in *Sauromatum guttatum* (Schott). *Planta* 180: 82-89
- FRIEDLANDER, M., ATSMON, D. and GALUN, E., 1977.** Sexual differentiation in cucumber: Abscisic Acid and Giberellic Acid contents of various sex genotypes. *Plant and Cell Physiol.* 18:681-691
- FUJIOKA, S. S., YAMAGUCHI, I., MUROFUSHI, N., TAKAHASHI, N., KAIHARA, S., TAKIMATO, A., 1983.** The role of plant hormones and benzoic acid in flowering of *Lemna paucicostata* 151 and 381. *Plant Cell*

Physiol. 24: 241-46

**FUJIOKA, S. S., YAMAGUCHI, I., MUROFUSHI, N., TAKAHASHI, N., KAIHARA, S., et al. 1985.** The role of benzoic acid and plant hormones in flowering of *Lemna gibba* G<sub>3</sub>. Plant Cell Physiol. 27: 109-16

**GLASS, A. D. M. 1973.** Influence of phenolic acids ion uptake: I. Inhibition of phosphate uptake. Plant Physiol. 51: 1037-41

**GLASS, A. D. M. 1974.** Influence of phenolic acids ion uptake: III. Inhibition of potassium absorption. J. Exp. Bot. 25: 1104-13

**GLASS, A. D. M., DUNLOP, J. 1974.** Influence of phenolic acids ion uptake: IV. Depolarisation of membrane potentials. Plant Physiol. 54: 855-58

**GOTO, N., 1981.** Enhancement of gibberellic acid effect by 5-bromodeoxyuridine, salicylic acid and benzoic acid on the flowering *Arabidopsis thaliana*. Arabidopsis Inf. Serv. 18: 157-60

**GROSS, G. G., 1981.** Phenolic acids. See ref. 144a, pp: 301-16

**GÜNAY, A., 1993.** Özel Sebze Yetiştiriciliği Cilt V. Ankara Üni. Ziraat Fak. Yayınları

**GÜNAY, A., 1970.** Marmara Bölgesi önemli hıyar çeşitlerinin sitolojik, biyolojik ve morfolojik hususiyetleri üzerinde araştırmalar. A. Ü. Ziraat Fak. Yayınları 395.

**HARBORNE, J. B., 1980.** Plant phenolics . In secondary Plant Products, ed. E. A. Bell, B. V. Charlwood, pp. 329-402. Berlin: Springer-Verlag. 674 pp.

**HARPER, J. P. and MAHESHWARI, S. C., 1980.** Characterization of the inhibition of K<sup>+</sup> absorption in oats by salicylic acid. Plant Physiol. 68: 1349-53

**HEW, C. S., 1987.** The effects of 8-hydroxyquinoline sulphate, acetylsalicylic acid and sucrose on bud opening of *Oncidium* flowers. J. Hort. Sci. 62: 75-78

**HESS, C. E., 1962.** Characterization of the rooting cofactors extracted from *Hedera helix* L. and *Hibiscus Rosa sinensis* L. Proc. 16<sup>th</sup> Intern. Hort. Cong. P. 382-88

- HOOBER, J. K. 1984.** Carotenoid pigment. In chloroplasts, J. K. Hooper, ed. (New York: Plenum press), p. 56
- HOSSLIN, R., STEIB, T., MAPPE, F., 1964.** Gemusebau, erzeugung und Abatz. BLV Verlagsgesellschaft. Munchen, Basel, Wein.
- HSU, F. H. and CHANG, H. C., 1992.** Inhibitory effects of heavy metals on seed germination and seedling growth of *Miscanthus* species. Botanical Bulletin Academy, 33: 335-42
- JAIN, A and SRIVASTAVA, H. S. 1981.** Effect of salicylic acid on nitrate reductase activity in maize seedlings. *Physiologia Plantarum*, 51: 339-42
- KAYGISIZ, H., 1996.** Salatalık Yetiştiriciliği. Hasat Yayıncılık, İstanbul
- KHURANA, J. P., MAHESHWARI, S. C., 1980.** Some effects of salicylic acid on growth and flowering in *Spirodela polyrrhiza* SP20. *Plant Cell Physiol.* 21; 923-27
- KHURANA, J. P., MAHESHWARI, S. C., 1983.** Promotion of flowering in *Lemna paucicostata* 6746 (a short-day duck-weed) by cytokinins. *Plant Cell Physiol.* 24; 913-18
- KHURANA, J. P., MAHESHWARI, S. C., 1987.** Floral induction in *Wolffia microscopica* by non-inductive long days, *Plant Cell Physiol.* 24; 907-12
- KHRYANIN, V. N., 1987.** All regulation of sex expression in plants: Hormonal regulation of plant growth and development. Prohit, S.S. (eds), ISBN 90-247-3435-5
- KLING, G. J. and MEYER, M. M., 1983.** Effect of phenolic compounds and indole acetic acid and adventitious root initiation in cuttings of *Phaseolus aureus*, *Acer saccharinum* and *Acer griseum*. *Horticultural Sci.* 18: 352-54
- KUMAR, S., NANDA, K. K., 1981.** Giberelic acid and salicylic acid caused formation of new proteins associated with extension growth and flowering of *Impatiens balsamina*. *Boil. Plant.* 23: 321-27
- KUMAR, S., NANDA, K. K., 1981.** Effect of giberellic acid and salicylic acid on the activities and electrophoretic patterns of alkaline and phosphatases

during floral induction in *Impatiens balsamina*. Z. Pflanzenphysiol. 101: 159-68

**KUMAR, S., NANDA, K. K., 1981.** GA<sub>3</sub> and salicylic acid-caused changes in RNA' s associated with floral induction in *Impatiens balsamina* exposed to inductive and non-inductive photoperiods. J. Exp. Bot. 19: 961-65

**KÜTEVİN, Z. VE TÜRKEŞ, T., 1985..** Sebzeçilik Genel Sebze Tarımı Prensipleri ve Pratik Sebzeçilik Yöntemleri. İnkilap Kitapevi-İstanbul

**LARQUE-SAAVEDRA, A., 1979.** Stomatal closure in response to acetylsalicylic acid treatments. Z. Pflanzenphysiol. 93: 371-75

**LARQUE-SAAVEDRA, A., 1978.** The antitranspirant effect of acetylsalicylic acid on *Phaseolus vulgaris* L. Physiol. Plant. 43: 126-28

**LEE, T. T., SKOOG, F. 1965.** Effect of substituted on bud formation and growth of tobacco tissue culture. Physiol. Plant. 18: 386-402

**LEE, II., J, LEON, and RASKIN., J., 1995.** Biosynthesis and metabolism of salicylic acid. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 92: 4076-4079

**LESLIE, C. A., ROMANİ, R. T., 1986.** Salicylic acid: a new inhibitor of ethylene biosynthesis. Plant Cell Rep. 5: 144-46

**LESLIE, C. A., ROMANİ., R. J., 1988.** Inhibition of ethylene biosynthesis by salicylic acid. Plant Physiol. 88: 833-37

**LESTER, D., LOLLİ, K., GREENBERG, G.A., 1946.** The fate of acetylsalicylic acid. J. Pharmacol.Exp. ther. 87: 329-42

**LEVİTAN, H., BARKER, J. L., 1972.** Salicylate: astructure-activity study of its effects on membrane permeability. Science 126: 1423-25

**LİCHTENTHALER, H. K. and WELLBURN, A. R., 1983.** Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Botanischs Institut der Universtat, Kaiserstran ße 12, Postfach 6380

**LOİS, J., AUGUR, C. and TELLER, G., 1990.** Cytokinins and differentiation processes in *Mercurialis annua*. Plant Physiol. 94:1535-1541

**LYNN, D. G., CHANG, M., 1990.** Phenolic signals in cohabitation: implications for plant devolopment. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. 41: 497-526



- MACRÌ, F., VIANELLO, A., PENNAZIO, S. 1986.** Salicylate-collapsed membrane potential in pea stem mitochondria. *Physiol. Plant.* 67: 136-40
- MANIHE, B., SCHULZ, M., SCHNABL, H. 1992.** Effect of salicylic acid on growth and stomatal movements of *Vicia faba* L.: Evidence for salicylic acid metabolization. *J Chem. Ecol.* 18: 1525-39
- MITCHELL, A. G., BROADHEAD, J. F., 1967.** Hydrolysis of solubilized aspirin. *J. Pharm. Sci.* 56: 1261-66
- MEEUSE, B. J. D., RASKIN, I., 1988.** Sexual reproduction in the arum lily family, with emphasis on thermogenicity. *Sex. Plant. Reprod.* 1: 3-15
- MENDEZ, J., BROWN, S. A., 1971.** Phenols and coumarins of tomato plants. *Can. J. Bot.* 49:2097-2100
- METRAUX, J. P., RASKIN, I., 1992.** Role of phenolics in plant disease resistance. In *Application of Biotechnology in Plant Pathology*, ed. I. Chet. New York: John Wiley & Sons. In press
- MEUWLY, P., BUCHALA, A. J., MOLDERS, W. and METRAUX J.P., 1995).** Local and systemic biosynthesis of salicylic acid in infected cucumber plants. *Plant Physiol.* 109 (3): 1107-14
- MISHRA, A., CHOUDHURI, M. A. 1997.** Ameliorating effects of salicylic acid on lead and mercury-induced inhibition of germination and early seedling growth of two rice cultivars. *Seed Sci. Technol.* 25: 263-70
- MOORE, T. C., 1989.** *Biochemistry and Physiology of Plants Hormones*. Second Edition, Springer-Verlag, New York, 330 s.
- MORGAN, A. G., TRUITT, E. B. Jr., 1965.** Evaluation of acetylsalicylic acid esterase in aspirin metabolism: interspecies comparison. *J. Pharm. Sci.* 54(11): 1640-46
- MOUNLA, M. A. KH., 1978.** Giberellin-like substance in parts of developing barley grain. *Physiol. Plant.* 44: 268-72
- NANDA, K. K., KUMAR, S., SOOD, V., 1976.** Effect of giberellic acid and some phenols on flowering of *Impatiens balsamina*, a qualitative short-day plant. *Physiol. Plant.* 38: 53-56
- NANDA, K. K., KUMAR, S., SOOD, V., 1977.** Interaction effect of giberellic acid and some monophenols on growth and development of Italian millet. *Indian*

- J. agric. Sci., 47: 441-45
- OOTA, Y., 1972.** The response of *Lemna gibba* G<sub>3</sub> to a single long day in the presence of EDDTA. *Plant Cell Physiol.* 13: 575-80
- PALAVAN-ÜNSAL, N., 1993.** Bitki büyüme maddeleri. I Ü. Basımevi ve Flim Merkezi, İstanbul
- PANCHEVA, T. V., POPOVA, L. P., UZUNOVA, A. N. 1996.** Effects of salicylic acid on growth and photosynthesis in barley plants. *J. Plant Physiol.* 149: 57-63
- PENNAZIO, S., ROGGERO, P., 1991..** Effects of exogenous salicylate on basal and stress-induced ethylene formation in soybean. *Biologia Plant.* 33: 58-65
- PENNAZIO, S., COLARICCIÒ, D., ROGGERO, P., LENZÌ, R., 1987.** Effect of salicylate stress on the hypersensitive reaction of *Asparagus bean* to T.M.V., *Physiol. And Mol. Plant Pathology*, 30: 347-57
- PIETERSE, A. H., MULLER, L. J., 1977..** Induction of flowering in *Lemna gibba* G<sub>3</sub> under short-day contitions. *Plant Cell Physiol.* 18: 45-53
- PIETERSE, A. H., 1982.** Areview of chemically induced flowering in *Lemna gibba* G<sub>3</sub> and *Pistia stratiotes* . *Aquat. Bot.* 13: 21-28
- POPOVA, L. P., TSONEV, T. D. and VAKLINOVA, S. G., 1987.** A possible role for abscisic acid in regulation of photosynthetic and photorespiratory carbon metabolisim in barley leaves. *Plant Physiol.* 83: 284-88
- POPOVA, L. P., TSONEV, T. D. and VAKLINOVA, S. G., 1988.** Change in some photorespiratory and photosynthetic properties in barley leaves after treatment with jasmonik acid. *J. Plant Physiol.* 132:257-261
- RAI, V. K., SHARMA, S. S., SHARMA, S., 1986.** Reversal of ABA- induced stomatal closure by phenolic compounds. *J. Exp. Bot.* 37: 129-34
- RASKIN, I., EHMANN, A., MELANDER, W. R. AND MEEUSE, B. J. D., 1987.** Salicylic acid: a natural inducer of heat production in *Arum lilies*. *Sci.*, 237: 1601-02
- RASKIN, I., SKUBATZ, Z., TANG, W. and MEEUSE, B. J. D., 1990.** Salicylic

- acid levels in thermogenic and nonthermogenic plant. *Ann. Bot.* 66: 369-73
- RASKIN, I., TURNER, I. M., MELANDER, W. R., 1989.** Regulation of heat production in the inflorescences of an Arum lily by endogenous salicylic acid. *Proc. Natl. Acad. Sci., USA*, 86: 2214-18
- RASKIN, I., 1992.** Role of salicylic acid in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 43: 439-463
- RASKIN, I., 1992.** Salicylate, a new plant hormone. *Plant Physiol.*, 99: 799-803
- RASKIN, I., 1995.** Salicylic acid. In: *Plant Hormones and Their Role in Plant Growth and Development*, 2nd Edition. P.J. Davies ed, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, pp. 188-205
- RASKIN, I., DAVIES, P. J., 1995.** Salicylic acid, plant hormones, physiology, biochemistry and molecular biology. Kluwer Acad. Pub., London, pp. 188-205
- RAY, S. D., LALORAYA, M. M., 1984.** Interaction of gibberellic acid, abscisic acid and phenolic compounds in the control of hypocotyl growth of *Amaranthus caudatus* seedlings. *Can. J. Bot.* 62: 2122-26
- RHOADS, D. M., McINTOSH, L., 1991.** Isolation and characterization of a cDNA clone encoding an alternative oxidase protein of *Saurmatum guttatum* (Schott). *Proc. Natl. Sci. USA* 88:2122-26
- ROMANI, R. J., HESS, B. M., LESLIE, C. A., 1989.** Salicylic acid inhibition of ethylene production by apple diseases and other plant tissues. *J. Plant Growth Regul.* 8: 63-69
- ROOD, S. B., MANDEL, R. and PHARIS, R. P., 1989.** Endogenous gibberellins and shoot and growth and development in *Brassica napus*. *Plant Physiol.* 89:269-73
- ROY, B. N., ROYCHOUHURY, N., BOSE, T. K., and BOSE, R. N., 1972.** Endogenous phenolic compounds as regulators of rooting in cuttings. *Phyton* 30: 147-51
- SALISBURY, F. B. and ROSS, C. W., 1992.** *Plant physiology*. Wardsworth Publishing Company, Belmont, California 94002

- SCHARFETTER, F., ROTTENBURG, T., KANDELER, R., 1978.** The effect of EDDHA and salicylic acid on flowering and vegetative development in *Spirodela punctata*, Z. Pflanzenphysiol. 87: 445-54
- SEELY, G. R., 1966.** Phytochemistry of chlorophylls in vitro. In: L. P. Vernon and G. R. Selly (e.d.s.), The chlorophylls, Academic press, New York
- SCHETTEL, N. L. and BALKE, N. E. , 1983.** Plant growth response to several allelopathic chemicals. Weed Sci. 31: 293-98
- SETH, P. N., VENKATARMAN, R., MAHESHWARI, S. C., 1970.** Studies on the growth and flowering of a short-day plant. *Wolffia microscopia*. II. Role of metal ions and chelates. Planta 90: 293-98
- SHETTEL, N. L. and BALKE, N. E., 1983.** Plant growth response to several allelopathic chemicals. Weed Sci. 31: 293-98
- SINGH, G., KHAUR, M. 1980.** Effect of growth regulators on podding and yield of mung bean (*Vigna radiata* (L.) Wilczec). Indian j. Plant Physiol. 23: 366-70
- SOOD , V., NANDA, K. K., 1979.** Effect of giberellic acid and monophenols on flowering of *Impatiens balsamina* in relation to the number of inductive and non-inductive photoperiodic cycles. Physiol. Plant. 45: 250-54
- STILL, S. M., DIRR. M. A. and GARTNER, J. B., 1976.** Phytotoxic effects of several bark extracts on mung bean and cucumber growth. J: Amer. Soc. Hort. Sci. 101: 34-37
- TAKAKI, M. and ROSIM, R. E., 2000.** Aspirin increases tolerance to high temperature in seeds of *Raphanus sativus* L. cvar early scarlet globe. Seed Sci. and Technology, 28: 179-83
- TAMOT, B. K., KHURANA, J. P., MAHESHWARI, S. C. 1987.** Obligate requirement of salicylic acid for short-day induction of flowering in new ductweed, *Wolffiella hyaline* 7378. Plant Cell Physiol. 28: 349-53
- TANAKA, O., CLELAND, C. F., 1980.** Comparison of the ability of salicylic acid and ferricyanide to induce flowering in the long-day plant, *Lemna gibba* G3. Plant Physiol. 65: 1058-61

- TİLLBERG, E., 1984.** Levels of endogeneous Indole-3-Acetic Acid inhibitors in green and etiolated bean seedlings (*Phaseolus vulgaris*). *Physiol. Plant.* 31:106-111
- TOMAYA, N., ICHIRO, M., SHIGEMİ, S., NARIHIRO, O., YUKO, O., 1998.** Antagonistic effect of salicylic acid and jasmonik asit on the expression of pathogenesis-related (PR) protein genes in Wounded mature leaves. *Plant and Cell Physiol.*, 39: 500-07
- TSAO, T. H., ZHONG, H. W., JIAO, S. P. and TAN, Y. Z., 1986.** Changes in endogenous ABA and GA contents during floral induction of *Lemna aequinoctialis*. *Acta Bot. Neerl.*, 35: 443-48
- TURNER, I. M. and MELANDER, W. R., 1989.** Regulation of heat production in the inflorescences of an *Arum lilly* by endogenous salicylic acid. *Proceedings of the National Acedemy of Sci. USA*, 86: 2214-18
- VALADON, L. R. G. and MUMMERY, R.S., 1969.** The effect of light on carotenoids of etiolated mung bean seedlings. *J. Exper. Bot.* 20: 732 - 742
- VARDAR, Y., 1987.** Botanikte preparasyon tekniği. Ege Üni. Fen Fak. Baskı İşleri, Bornova - Izmir
- WARD, E. R., UKNES, S. J., WILLIAMS, S. C., DINCHER, S. S., WIEDERHOLD, D. L., 1991.** Coordinate gene activity in response to agents that induce systemic acquired resistance. *Plant Cell.* 3:1085-94
- WATANABE, K., FUJİTA, T., TAKİMOTO, A., 1981.** Relationship between structure and flower-inducing activity of benzoic acid derivatives in *Lemna paucicostata* 151. *Plant Cell Physiol.* 20: 847-50
- WATANABE, K., TAKİMOTO, A., 1979.** Flower-inducing effects of benzoic acid and some related compounds in *Lemna paucicostata* 151. *Plant Cell Physiol.* 22: 1469-79
- WHİTE, R. F., DUMAS, E., SHAW, P., ANTONİW, J. F., 1986.** The chemical induction of PR-(b) proteins and resistance to TMV infections in tobacco. *Antivir. Res.* 6: 177-85

## **6- ÖZGEÇMİŞ**

1971 yılında doğan Nuray Akkaya, ilk ve orta öğrenimini Sivas' ta tamamlayıp, 1989 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Sağlık Meslek Lisesinden hemşire olarak mezun olmuştur. 1991 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Meslek Y. O. Tıbbi Laboratuvar bölümünü bitirmiştir. 1998 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünden mezun olmuş, 1999 yılında Yüksek Lisansa başlamıştır. 1999 yılından beri de Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji bölümünde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.

