

Tamam

**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

105425

DOKTORA TEZİ

**BAZI BİTKİ BÜYÜME MADDELERİNİN, STOMA
ÇALIŞMA MEKANİZMASINA ETKİSİ**

Mine SARSAĞ

Biyoloji Anabilim Dalı

(Bitki Fizyolojisi Programı)

Danışman: Doç. Dr. Muammer ÜNAL

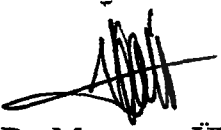
İSTANBUL

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

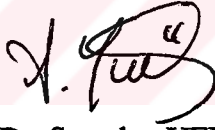
MAYIS 2001

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu çalışma, 27/06/2001 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından, Biyoloji Anabilim Dalı Bitki Fiziyojisi programında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.



Doç.Dr. Muammer ÜNAL

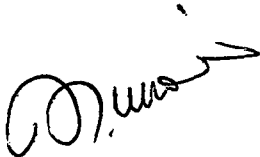


Prof.Dr. Semahat YENTÜR

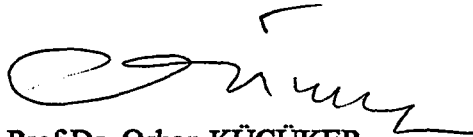


Prof.Dr. Belma DERMAN

SEMİZ



Prof.Dr. Meral ÜNAL



Prof.Dr. Orhan KÜÇÜKER

ÖZET

Bazı Bitki Büyüme Maddelerinin, Stoma Çalışma Mekanizmasına Etkisi

Günümüzde, bitki büyüme teşvik edicileri ve bitki büyüme ketvurucuları, bitki veriminin artışı için oldukça popülerdir. Bu nedenle bu araştırmada, bazı bitki büyüme teşvik edici ve ketvurucuları kullanılmış ve onların stomanın çalışma mekanizması üzerine olan etkileri incelenmiştir. Bitki büyüme teşvik edicileri olarak IAA, GA₃, sitokininler, ketvurucuları olarak da, ABA, ACC, MeJA kullanılmıştır. Aynı zamanda Sultan 70 WG diye isimlendirilen yeni bir herbisitın yüksek bitkilerin stoması üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

Bu araştırmada deney materyalleri olarak, Sedum sp., Vicia faba, Rhoeo discolor, C.communis, Avena sativa, Zea mays ve Allium cepa kullanılmıştır. Deneylerde, bu bitkilerin yapraklarının epidermal şeritlerine büyüme teşvik edicileri ve inhibe edici uygulanarak stomalarının por açıklıkları ölçülmüştür. Özellikle stoma ile ilgili çalışmalarda yaygın olarak kullanılan C.communis bitkilerine Sultan 70 WG uygulanmış ve bu bitkide total protein, peroksidaz aktivitesi, stoma bekçi hücreleri protoplastlarının klorofil ve K⁺ içerikleri incelenmiştir.

Sultan 70 WG isimli herbisitın C.communis'de bitki gelişimini kısmen engellediği fakat öldürmediği gözlenmiştir. Peroksidaz aktivitesinin ve K⁺ içeriğinin yükseldiği tespit edilmiştir. Büyüme teşvik edici ve ketvurucularına bitkilerin farklı cevap verdikleri görülmüştür.

SUMMARY

The Effect of Some Plant Growth Substances on Stomatal Function

Nowadays, plant growth stimulators and plant growth inhibitors are very popular for the increasing of plant productivity. By this reason at this research, some plant growth stimulators and inhibitors are used and determined their effects on the mechanism of stomatal function. IAA, GA₃, cytokinins are used as plant growth stimulators, ABA, ACC, MeJA for plant inhibitors too. At the same time, the effects of a new herbicide that is named Sultan 70 WG on the stoma of high plants are researched.

At this research, Sedum sp., Vicia faba, Rhoeo discolor, C.communis, Avena sativa, Zea mays and Allium cepa are used as the examination materials. At examinations, the stomatal apertures of these plants are measured after growth stimulators and inhibitors are applied to the epidermal strips of these plant leaves. Sultan 70 WG is applied to C.communis plants, which are widespread, used at works with related stoma and total protein, peroxidase activity, chlorophyll and K⁺ contents of the protoplasts of stoma guard cells are investigated.

It is observed that the herbicide that is named Sultan 70 WG has partially prevented the plant growth of C.communis but not kills. It is determined that the peroxidase activity and K⁺ content have been increased. It is seen that plants gave different response to growth stimulators and inhibitors.

ÖNSÖZ

“ Bazı Bitki Büyüme Maddelerinin, Stoma Çalışma Mekanizmasına Etkisi ” başlıklı Doktora Tezimin gerçekleşmesinde bana her türlü olanağı sağlayan, bilgi ve ilgisiyle yol göstererek destek olan Danışmanım Doç. Dr. Muammer ÜNAL’a şükranlarımı sunarım. Doktora çalışmam sırasında, yardım ve ilgilerini esirgemeyen ve daima destek olan Anabilim Dalı Başkanımız hocam Prof. Dr. Semahat YENTÜR’e teşekkürlerimi sunarım. Çalışmamda ilgi ve desteğini gördüğüm hocam Prof. Dr. Nurten ÖNDER’e teşekkürü bir borç bilirim. Başta Anabilim Dalımız olmak üzere İ.Ü. Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü’ndeki tüm hocalarıma, meslektaşlarıma ve tüm çalışanlara, deneysel çalışmalarında bana yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Serap Çağ ve Yrd. Doç. Dr. Gül Cevahir’e, Yrd. Doç. Dr. Gülriz Bayçu Kahyaoğlu’na ve Yrd. Doç. Dr. Nazlı Arda’ya, İ.Ü. Fen Fakültesi Radyobiyojoloji ve Sağlık Fiziği Araştırma ve Uygulama Merkezi’nde çalışmama izin veren Prof. Dr. Tulay Engizek ve Prof. Dr. Yavuz Çotuk’a, Moleküler Biyoloji Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Güler Temizkan’a ve yardımlarını esirgemeyen Uzman Biyolog Süreyya Günebakan’a teşekkür ediyorum. İhtiyaç duyduğumda gerekli malzemelerin elimize geçmesinde büyük kolaylıklar gösteren İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Dekanı Sayın Prof. Dr. Dinçer Gülen’e teşekkürlerimi sunarım. Deney bitkilerimden biri olan *C. communis* L.’nin tohumlarının temin edilmesinde büyük kolaylık sağlayan, İngiltere Lancaster Üniversitesi’nden Ruth Berry’e ve çalışmalarında kullandığım SULTAN 70 WG’yi bana temin eden Cyanamid Kimyevi Madde ve İlaç Ticaret Ltd. Şirketi’ne, fotoğraf çekimlerine yardımcı olan Alaaddin Şentürk ve Araş. Gör. Dr. Neslihan Balkıs’a, ayrıca yardımlarını gördüğüm Yrd. Doç. Dr. Göksel Daylan Esmer’e teşekkür ederim. T-98/160695 No. lu Doktora Tez Projeme destek veren İ.Ü. Araştırma Fonu’na teşekkür ederim. Hayatım boyunca bana büyük emek veren, bugünlere gelmemi sağlayan sevgili babam Şerif Sarsağ’ı rahmetle anarken, her zaman yanımda olan ve desteğini hiç esirgemeyen sevgili annem Mübeccel Sarsağ başta olmak üzere ailemin tüm fertlerine şükran ve sevgilerimi sunarım.

İstanbul, Mayıs, 2001

Mine Sarsağ

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ŞEKİL LİSTESİ	V
TABLO LİSTESİ	VII
TÜRKÇE ÖZET	IX
YABANCI DİLDE ÖZET	X
KISALTMALAR	XI
I. GİRİŞ	1
II. MALZEME ve YÖNTEM	8
II.1. Deney Materyali ve Yetiştirilmesi	8
II.2. Stoma Çalışmaları İçin Yapraklardan Epidermal Şerit Elde Edilmesi	9
II.3. Bitki Büyüme Teşvik Edicilerinin Stoma Hareketi Üzerine Etkisi IAA, GA ₃ , Sitokinin	11
II.4. Bitki Büyüme Kötürücülerinin Stoma Hareketi Üzerine Etkisi ABA, ACC, MeJA	11
II.5. <i>C. communis</i> 'e Herbisit Uygulanması ve Biyokimyasal Çalışmalar	12

II.5.1. Bitkilerin Boy Uzunlukları ile Taze ve Kuru Ağırlıklarının Tanımlanması.....	12
II.5.2. <i>C. communis</i> 'in Yaprak Epidermisindeki Protoplastların Ayrılması ve Saflaştırılması	12
II.5.3. Stoma Bekçi Hücrelerindeki K ⁺ İyonu Miktarının Ölçülmesi	14
II.5.4. Stoma Bekçi Hücrelerindeki Klorofil Miktarının Ölçülmesi	14
II.5.5. Peroksidaz Miktarının Ölçülmesi	14
II.5.6. Total Protein Miktarının Spektrofotometrik Olarak İfadesi	15
III. BULGULAR	16
III.1. Bitki Büyüme Teşvik Edicilerinin Stoma Hareketi Üzerine Etkisi	16
III.1.1. IAA	16
III.1.2. GA ₃	18
III.1.3. Sitokininler	21
III.2. Bitki Büyüme Ketvurucularının Stoma Hareketi Üzerine Etkisi	29
III.2.1. ABA	29
III.2.2. ACC, AVG	35
III.2.3. Metil Jasmonik Asit (MeJA), Etilen Glikol – bis (β aminoetil Eter) N, N, N', N' – Tetraasetik Asit (EGTA), Verapamil	36
III.3. Herbisit Stoma Hareketi Üzerine Etkisi	40
III.4. <i>C. communis</i> 'e Herbisit Uygulanması İle İlgili Biyokimyasal Çalışmalar. 44	
III.4.1. Bitkilerin Boy Uzunlukları, Taze ve Kuru Ağırlıkları	45
III.4.2. Stoma Bekçi Hücrelerindeki K ⁺ İyonu Miktarı	47
III.4.3. Stoma Bekçi Hücrelerindeki Klorofil Miktarı	48
III.4.4. Peroksidaz Miktarının Ölçülmesi	49
III.4.5. Total Protein Miktarının Spektrofotometrik Olarak Ölçülmesi	50

IV. TARTIŞMA ve SONUÇ	52
V. KAYNAKLAR	64
VI. ÖZGEÇMİŞ	78



ŞEKİL LİSTESİ

Resim II.1. : Olympus CK2 Model Inverted Fast Contrast Mikroskop kullanılarak deney bitkilerinden <i>C.communis</i> L.'nin yapraklarındaki stomaların yüzeyel görüntüsü görüntülenmesi.....	10
Resim II.2. : İnkübasyon tankı.....	11
Şekil III.1.1.1: 10^{-4} - 10^{-6} M konsantrasyonlarındaki IAA'nın <i>Sedum sp.</i> , <i>V.faba</i> ve <i>A.cepa</i> 'nın stoma por açıklıklarının üzerine olan etkisi.....	17
Şekil III.1.1.2: <i>V.faba</i> 'nın stoma porlarının 10^{-3} M IAA ve 10^{-7} M Kin'e karşı tepkisi.....	18
Şekil III.1.2.1: 10^{-3} - 10^{-5} M konsantrasyonlardaki GA ₃ 'ün <i>V.faba</i> , <i>R.discolor</i> ve <i>C.communis</i> ' in stomaları üzerine olan etkileri.....	19
Şekil III.1.2.2: <i>Sedum sp.</i> ve <i>A.cepa</i> 'nın stoma hücrelerinin 10^{-4} - 10^{-6} M GA ₃ 'e karşı olan tepkileri.....	21
Şekil III.1.3.1: <i>Z.mays</i> 'ın yaprak ucu ve tabanındaki stomalar açıkken uygulanan Kin'in etkisi.....	22
Şekil III.1.3.2: <i>Z.mays</i> 'ın yaprak ucu ve tabanındaki kapalı durumda olan stomalara uygulanan 10^{-4} M Kin'in etkisi.....	23
Şekil III.1.3.3: <i>V.faba</i> 'nın genç ve yaşlı yapraklarının açık durumda olan stomalarına uygulanan 10^{-4} M Kin'in etkisi.....	25
Şekil III.1.3.4: <i>V.faba</i> ve <i>C.communis</i> 'in açık olan stomaları üzerine 10^{-5} - 10^{-7} M zeatinin etkileri.....	26
Şekil III.1.3.5: <i>V.faba</i> ve <i>C. communis</i> 'in stoma hücreleri üzerine 10^{-4} - 10^{-6} M BAP'in etkisi.....	27
Şekil III.1.3.6: <i>C.communis</i> 'in yaprak ucu ve tabanında yer alan açılmış durumdaki stomalara 10^{-4} M konsantrasyonundaki BAP'in etkisi.....	28
Şekil III.2.1.1: 10^{-3} – 10^{-5} M konsantrasyonlardaki ABA'nın <i>R.discolor</i> ve <i>C.communis</i> stoma por kapanmasına olan etkisi.....	30
Şekil III.2.1.2: 10^{-4} - 10^{-6} M ABA konsantrasyonlarının <i>Sedum sp.</i> , <i>V.faba</i> , <i>A.sativa</i> ve <i>A.cepa</i> stomalarının kapanmasına etkisi.....	31

Şekil III.2.1.3: <i>C. communis</i> 'in stomaları üzerine 10^{-5} M ABA ve 10^{-4} M IAA'nın tek tek ve birlikte etkisi.....	32
Şekil III.2.1.4: <i>C. communis</i> 'in stomaları üzerine 10^{-5} M ABA ile 10 , 20 ve 100 μ M konsantrasyonlarındaki ACC'nin etkisi.....	33
Şekil III.2.1.5: 10^{-5} M CAMP ile 10^{-6} – 10^{-8} M ABA konsantrasyonlarının <i>C. communis</i> stomalarına olan etkisi.....	34
Şekil III.2.2 : 100 μ M ACC ve 50 μ M AVG'nin stoma hareketine etkisi.....	35
Şekil III.2.3.1: 10^{-3} M MeJA, 2 mM EGTA ve 10^{-4} M verapamilin stoma üzerine etkileri.....	37
Şekil III.2.3.2: 10^{-4} – 10^{-7} M konsantrasyonlarındaki verapamil ile BAP'ın 10^{-4} M olan sabit konsantrasyonunun <i>C. communis</i> stomaları üzerine etkileri.....	39
Şekil III.3.1 : <i>V.faba</i> 'da yaprağın farklı kısımlarındaki stoma hareketine Sultan 70 WG' nin etkisi.....	41
Şekil III.3.2 : Stomaları kapalı olan <i>C. communis</i> 'e Sultan 70 WG' nin etkisi.....	42
Şekil III.3.3 : <i>C. communis</i> ve <i>Z.mays</i> 'ın açık durumdaki stomalarına Sultan 70 WG' nin etkisi.....	43
Resim III.4 : Herbisit uygulanmış ve uygulanmamış olan <i>C. communis</i> bitkilerinin genel görüntüleri.....	44
Resim III.4.1 : Herbisit uygulanmış ve uygulanmamış olan <i>C. communis</i> bitkilerinin boy uzunluklarının görüntüsü.....	45
Şekil III.4.1 : <i>C. communis</i> bitkilerine Sultan 70 WG uygulanmasının sonucunda elde edilen gövde uzunlukları ile yaprak ve gövdeye ait taze – kuru ağırlık ölçümleri.....	46
Şekil III.4.2 : Sultan 70 WG uygulanmış <i>C. communis</i> 'in stoma bekçi hücrelerindeki K^{+} iyonu miktarı.....	47
Şekil III.4.3 : Sultan 70 WG uygulanmış stoma bekçi hücrelerindeki klorofil miktarı.....	49
Şekil III.4.4 : Sultan 70 WG (10 gr / 40 lt) uygulanmış <i>C. communis</i> yapraklarındaki peroksidaz aktivitesi.....	50
Şekil III.4.5 : <i>C. communis</i> yaprak proteinlerine Sultan 70 WG'nin etkisi.....	51

TABLO LİSTESİ

Tablo III.1.1.1: 10^{-4} , 10^{-5} ve 10^{-6} M konsantrasyonlardaki IAA çözeltilerinin <i>Sedum sp.</i> , <i>V.faba</i> ve <i>A.cepa</i> 'nın stomalarının por açıklığı üzerine olan etkileri.....	16
Tablo III.1.1.2: 10^{-3} M IAA ile 10^{-4} M Kin çözeltilerinin <i>V.faba</i> 'nın stoma por açıklığı üzerine olan etkisi.....	17
Tablo III.1.2.1: <i>V.faba</i> , <i>R.discolor</i> ve <i>C.communis</i> bitkilerinin stomaları üzerine 10^{-3} , 10^{-4} ve 10^{-5} M konsantrasyonlardaki GA_3 çözeltilerinin etkileri.....	19
Tablo III.1.2.2: GA_3 'ün 10^{-4} , 10^{-5} ve 10^{-6} M konsantrasyonlarının <i>Sedum sp.</i> ve <i>A.cepa</i> bitkilerinin stomaları üzerine etkileri.	20
Tablo III.1.3.1: 10^{-4} M Kin'in <i>Z.mays</i> yapraklarının uç ve taban kısmında bulunan açık durumdaki stomalara etkisi.....	22
Tablo III.1.3.2: 10^{-4} M Kin'in, <i>Z.mays</i> yapraklarının uç ve taban kısmındaki kapalı durumdaki stomalara etkisi.....	23
Tablo III.1.3.3: 10^{-4} M Kin'in <i>V.faba</i> 'nın genç ve yaşlı yapraklarındaki açık durumdaki stomalara etkisi.	24
Tablo III.1.3.4: 10^{-4} – 10^{-7} M konsantrasyonlarındaki zeatin çözeltilerinin <i>V.faba</i> ve <i>C.communis</i> bitkilerinin stomaları üzerine olan etkileri.	25
Tablo III.1.3.5: 10^{-4} – 10^{-6} M BAP çözeltilerinin <i>V.faba</i> ve <i>C.communis</i> bitkilerinin stoma por açıklığı üzerine etkisi.....	27
Tablo III.1.3.6: 10^{-4} M BAP'ın <i>C.communis</i> yapraklarının uç ve taban kısımlarındaki açık durumda olan stomalara etkisi.....	28
Tablo III.2.1.1: <i>R.discolor</i> ve <i>C.communis</i> stomalarına 10^{-3} - 10^{-5} M ABA'nın etkisi.....	29
Tablo III.2.1.2: 10^{-4} – 10^{-6} M ABA konsantrasyonlarının stoma poru üzerine etkileri.....	30
Tablo III.2.1.3: 10^{-5} M ABA ve 10^{-4} M IAA'nın <i>C.communis</i> 'in stomalarının por açıklığı üzerine olan etkileri.....	31
Tablo III.2.1.4: 10^{-5} M ABA ile 10, 20 ve 100 μ M ACC'nin <i>C.communis</i> stomalarına olan etkileri.....	32

Tablo III.2.1.5: 10^{-6} – 10^{-8} M ABA ile 10^{-5} M kloramfenikol (CAMP) çözeltilerinin <i>C. communis</i> stomaları üzerine etkisi.....	34
Tablo III.2.2 : 100 μ M ACC ve 50 μ M AVG'nin <i>C. communis</i> stomaları üzerine etkisi.....	35
Tablo III.2.3.1: <i>C. communis</i> yapraklarının stomaları üzerine farklı konsantrasyondaki MeJA, EGTA ve verapamilin etkisi.....	36
Tablo III.2.3.2: 10^{-4} – 10^{-7} M verapamil ile 10^{-4} M BAP'ın <i>C. communis</i> stomaları üzerine etkisi.....	38
Tablo III.3.1 : <i>V. faba</i> 'nın yaprak ucundan ve tabanından alınan epidermal şeritlerin deney tamponundaki 3 saatlik inkübasyonu ile stoma porları açık durumda iken 3 saat süreyle uygulanan Sultan 70 WG'ye stomaların cevabı.....	40
Tablo III.3.2 : <i>C. communis</i> 'in kapalı olan stomalarına 3 saat süreyle uygulanan Sultan 70 WG'nin etkisi.....	41
Tablo III.3.3 : <i>C. communis</i> ve <i>Z. mays</i> 'in açık olan stomalarına Sultan 70 WG'nin etkisi.....	43
Tablo III.4.1 : Sultan 70 WG uygulanmış <i>C. communis</i> bitkilerine ait gövde uzunlukları ile yaprak ve gövdeye ait taze – kuru ağırlık ölçümleri.....	46
Tablo III.4.2 : Stoma bekçi hücrelerindeki K^{+} iyonu miktarına Sultan 70 WG'nin etkisi.....	47
Tablo III.4.3 : Sultan 70 WG'nin stoma bekçi hücrelerinin klorofil miktarına etkisi.....	48
Tablo III.4.4 : Sultan 70 WG'nin <i>C. communis</i> yapraklarındaki peroksidaz aktivitesine olan etkisi.....	49
Tablo III.4.5 : Sultan 70 WG'nin <i>C. communis</i> bitkisinin yaprak proteinlerine olan etkisi.....	51

ÖZET

Bazı Bitki Büyüme Maddelerinin, Stoma Çalışma Mekanizmasına Etkisi

Günümüzde, bitki büyüme teşvik edicileri ve bitki büyüme ketvurucuları, bitki veriminin artışı için oldukça popülerdir. Bu nedenle bu araştırmada, bazı bitki büyüme teşvik edici ve ketvurucuları kullanılmış ve onların stomanın çalışma mekanizması üzerine olan etkileri incelenmiştir. Bitki büyüme teşvik edicileri olarak IAA, GA₃, sitokininler, ketvurucuları olarak da, ABA, ACC, MeJA kullanılmıştır. Aynı zamanda Sultan 70 WG diye isimlendirilen yeni bir herbisit yüksek bitkilerin stoması üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

Bu araştırmada deney materyalleri olarak, *Sedum sp.*, *Vicia faba*, *Rhoeo discolor*, *C. communis*, *Avena sativa*, *Zea mays* ve *Allium cepa* kullanılmıştır. Deneylerde, bu bitkilerin yapraklarının epidermal şeritlerine büyüme teşvik edicileri ve inhibe edici uygulanarak stomalarının por açıklıkları ölçülmüştür. Özellikle stoma ile ilgili çalışmalarda yaygın olarak kullanılan *C. communis* bitkilerine Sultan 70 WG uygulanmış ve bu bitkide total protein, peroksidaz aktivitesi, stoma bekçi hücreleri protoplastlarının klorofil ve K⁺ içerikleri incelenmiştir.

Sultan 70 WG isimli herbisit *C. communis*'de bitki gelişimini kısmen engellediği fakat öldürmediği gözlenmiştir. Peroksidaz aktivitesinin ve K⁺ içeriğinin yükseldiği tespit edilmiştir. Büyüme teşvik edici ve ketvurucularına bitkilerin farklı cevap verdikleri görülmüştür.

SUMMARY

The Effect of Some Plant Growth Substances on Stomatal Function

Nowadays, plant growth stimulators and plant growth inhibitors are very popular for the increasing of plant productivity. By this reason at this research, some plant growth stimulators and inhibitors are used and determined their effects on the mechanism of stomatal function. IAA, GA₃, cytokinins are used as plant growth stimulators, ABA, ACC, MeJA for plant inhibitors too. At the same time, the effects of a new herbicide that is named Sultan 70 WG on the stoma of high plants are researched.

At this research, *Sedum sp.*, *Vicia faba*, *Rhoeo discolor* *C.communis*, *Avena sativa*, *Zea mays* and *Allium cepa* are used as the examination materials. At examinations, the stomatal apertures of these plants are measured after growth stimulators and inhibitors are applied to the epidermal strips of these plant leaves. Sultan 70 WG is applied to *C.communis* plants, which are widespread, used at works with related stoma and total protein, peroxidase activity, chlorophyll and K⁺ contents of the protoplasts of stoma guard cells are investigated.

It is observed that the herbicide that is named Sultan 70 WG has partially prevented the plant growth of *C.communis* but not kills. It is determined that the peroxidase activity and K⁺ content have been increased. It is seen that plants gave different response to growth stimulators and inhibitors.

KISALTMALAR

AAS	Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi
ABA	Absisik asit
ABR	ABA'ya duyarlı protein
ACC	1- aminosiklopropan -1- karboksilik asit
AHAS	Asetohidroksiasit sentaz
ALS	Asetolaktat sentaz
ATP	Adenozintrifosfat
AVG	Aminoetoksivinilglisin
BA	Benziladenin
BAP	Benzilamino pürin
BSA	Bovin serum albümin
C 4	Fotosentezin dikarboksilik asit yolu
CAM	Crassulacean asit metabolizması
CAMP	Kloramfenikol
2,4 D	2,4 – Diklorofenoksiasetikasit
EGTA	Etilenglikol – bis (β - aminoetileter) – N, N'- tetraasetik asit
GA ₃	Gibberellik asit
IAA	İndol -3 - asetik asit (oksin)
Kin	Kinetin (N ⁶ – furfurilaminopürin)
MeJA	Metil jasmonik asit
MES	2 – (N – morfolino) ethanesülfonik asit
MBP	Miyelin bazik protein
NAA	α - Naftalenasetik asit, naftalen -1- asetik asit
PA	Faseik Asit
PO	Peroksidaz
SU	Sülfonilüre

I. GİRİŞ

Stomalar (gözenekler), bitki ve atmosfer arasında gaz alışverişini sağlayan, suyun buhar şeklinde geçişini kontrol eden epidermal açıklıklardır. Genellikle bitkinin 1cm² lik yaprak yüzeyinde stoma sayısı 1000-10.000 arasında değişmektedir. Bu yüzden, özellikle son yıllarda bitki fizyologları ve ekologları fotosentez ve transpirasyonun stomalar tarafından kontrolü ile yakından ilgilenmektedirler [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18]. Transpirasyonun bitkiye olan en önemli yararlarından birisi; terlemenin yarattığı su akımıyla köklerden yapraklara iyon taşınmasını sağlaması, diğeri ise transpirasyon sırasında yaprak yüzeyinden suyun buharlaşmasıyla sıcaklık kaybı sonucu yaprak yüzeyini dış ortama göre soğutmasıdır.

Uzun yıllardan beri Bitki Büyüme Maddelerinin stomanın çalışma mekanizması üzerine etkisi pekçok araştırmacıya konu olmuştur. Özellikle büyümeyi teşvik eden indolasetik asit (IAA, oksin), gibberellik asit (GA₃) ve sitokininlerin ayrıca bitki büyümesine ket vuran absisik asit (ABA), etilen ve ilgili maddelerin stoma hareketlerine etkisini içeren çalışmalara sık rastlanmaktadır. Bunlardan ilk sırayı oluşturan IAA'nın yanında diğer fitohormonların etkileşimiyle stomanın büyüme maddelerine olan tepkisi literatürde geniş bir alan kaplamaktadır.

Hormonlar ve stoma arasındaki ilişkiye bir örnek oluşturan *Commelina communis*'de 10 µM – 0.1 mM IAA konsantrasyonlarının stoma kapanmasına neden olduğu bilinmesine rağmen [19], yapılan bir başka çalışmada CO₂'siz ortamda *C. communis*'de stoma açılması üzerine IAA'nın etkisinin olmadığı, buna karşın CO₂'in neden olduğu stoma kapanmasının IAA tarafından tersine dönüştürüldüğü belirtilmiştir [20]. Bu arada, sentetik oksinler olan 2.4 - diklorofenoksiasetik asit (2.4-D) ve naftalen asetik asit (NAA)'ın *Nicotiana tabacum* (tütün) bitkilerinde stomaları kapattığı da kanıtlanmıştır [21]. Buna karşılık *Vicia faba*'nın (bakla) epidermal şeritlerine 0.01-1.0 mM konsantrasyonlarında uygulanan IAA'nın stoma

açılmasını teşvik ettiği, IAA ve etilen vericisi olan etofanın birlikte kullanıldığı bir çalışma ile gösterilmiştir [22].

Bir diğer bitki büyüme maddesi olan GA₃ ile stoma regülasyonu arasındaki ilişki hakkında fazla literatür olmamasına rağmen GA₃'ün ve kinetinin (Kin) transpirasyon hızı ve stoma hareketi üzerine etkileri incelenmiş ve 1.5×10^{-4} M GA₃ konsantrasyonunun *Hordeum vulgare*'de (arpa) transpirasyonu teşvik ettiği ortaya çıkarılmıştır [23], bu da GA₃ ve Kin'in birlikte stoma açılmasını teşvik ettiğini göstermektedir.

Bitkilerde büyümeyi teşvik eden maddelerden olan sitokininler, ya tek tek ya da diğer büyüme maddeleri ile birlikte uygulanarak stoma çalışma mekanizması hakkında çok sayıda çalışmalar yapılmıştır. Arpa bitkisinin tam gelişmiş olan yapraklarında, 1–3 saatlik bir uygulama sonucunda 3×10^{-6} M Kin'in transpirasyonu teşvik ettiği, buna bağlı olarak da stomanın açılmasını sağladığı ispatlanmıştır [23]. Sitokininlerin transpirasyonu teşviki hakkındaki bir diğer çalışmada da, *Avena sativa*'da (yulaf) sitokininlerin transpirasyona olan etkilerinde, zeatinin Kin'den, Kin'in de N⁶-fenilaminopürin'den daha fazla aktif olduğu gösterilmiştir. Transpirasyon deneylerinde, esas aminopürinlerden olan zeatin, Kin, N⁶-benzilaminopürin, N⁶-fenilaminopürin ve N⁶-heksilaminopürinin transpirasyonu arttırdığı fakat N⁶-metilaminopürin, N⁶-dimetilaminopürin ve N⁶-merkaptopürinin transpirasyona etkisiz olduğu belirtilmiştir [24]. Bazı araştırmacılar da, *C. communis* ve *V. faba* bitkilerinden elde edilen epidermislerde sitokininlerin stoma açılması üzerine olan etkilerinin az olduğunu tespit etmişlerdir [25, 26]. Sitokininlerle yapılan diğer bazı çalışmalarda, bir çimen türü olan C₄ bitkilerinden *Antephora pubescens* [27, 28] ve bir Crassulacean Asit Metabolizması (CAM) bitkisi olan *Kalanchoe daigramontiana*'nın yapraklarından izole edilmiş epidermislere direkt olarak uygulanan sitokininlerin stoma açılmasını teşvik ettiği gösterilmiştir [29]. *Antephora* bitkisinin stomaları üzerinde denenen farklı dört sentetik ve altı doğal sitokininin hepsinin de stoma açılmasına neden olduğu saptanmıştır [28]. Bu bulguların aksine, *Commelina bengalensis* veya *Tridax procumbens*'in epidermal şeritlerinde ise Kin'in çok az bir etkiye sahip olduğu, bir sentetik sitokinin olan benziladenin (BA)'in her iki türde de stoma poru açıklığını arttırdığı belirtilmiştir [30]. Ayrıca son yıllarda bu

bitki büyüme maddelerinden IAA, 2.4-D, GA₃ ve Kin'in herbirinin 10 µM'a kadar olan konsantrasyonlarının, *V.faba*'nın stoma bekçi hücreleriyle yapılan çalışmada protein kinazların aktivasyonunda etkilerinin olmadığı da tespit edilmiştir [31].

Stomanın çalışma mekanizmasını olumsuz yönde etkileyen bitki büyüme ketvurucularının başında ABA'nın geldiği şimdiye kadar yapılan çalışmalarla gösterilmiştir. Kuraklık stresi gibi ortam koşulları altında bitki dokularında ABA konsantrasyonunun yükseldiği ve bunun da stoma kapanmasına neden olduğu uzun yıllardan beri bilinen bir gerçektir. Özellikle 1971-1973 yıllarında ABA'nın *H.vulgare*, *C.communis*, *V.faba* ve *Z.mays* yapraklarında stomayı kapattığı birçok araştırmacı tarafından kanıtlanmıştır [25, 26, 32]. Genellikle çevresel streslere cevap olarak yapraklarda ABA düzeyinin yükselmesi ve bunun stoma kapanmasına neden olarak transpirasyonla su kaybını azaltması da birçok araştırmacıya konu olmuştur [20, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40]. Stoma kapanmasında etkin olan ABA'nın inaktivasyonunda rol oynayan faseik asit (PA), bazı türlerde stoma kapanmasına neden olur ve fotosentezin inhibisyonu gibi fizyolojik olaylarda düzenleyici bir etkinliğe sahiptir [41]. Yapılan araştırmalar ABA'nın stoma kapanmasına neden olduğu, bu etkisini sitoplazmik Ca⁺² düzeyini arttırarak [42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53], K⁺, Cl⁻ ve malat⁻² kaybını teşvik ederek gösterebileceği ileri sürülmüştür [34, 54, 55, 56, 57]. Araştırmalar ksilemin ABA konsantrasyonu ile stoma açılmasının derecesi arasında bir paralellğin olduğunu göstermektedir [58, 59, 60]. Topraktaki kuraklığın erken aşamalarında köklerde üretilmiş olan ABA, transpirasyonun ksilemde yarattığı su akımlarıyla yaprağa ulaşarak burada gaz değişiminin düzenlenmesinde fizyolojik sinyal olarak iş görebilir [56, 61, 62, 63, 64, 65]. 1µM ABA ile inkübe edilmiş *V.faba* bekçi hücresi protoplastlarındaki ABA'ya duyarlı protein (ABR) kinazın 2 dakika süreyle az bir şekilde aktive olduğu ve enzimin bu aktif halinin en az 30 dakika devam ettiği, kinazın aktivasyonunun ABA'nın konsantrasyonuna bağlı olduğu ve bunun yanında 46 ve 49 kilodalton miyelin bazık protein (MBP) kinazların da 5-25 µM'lık yüksek ABA konsantrasyonlarında hafif bir şekilde aktive olduğu ortaya çıkarılmıştır. 25 µM ABA ile inkübe edilen bekçi hücresi protoplast ekstraktlarının protein kinaz aktiviteleri üzerine etkilerinin olmadığı, ABA'nın ABR kinazı direkt olarak aktive etmediği belirlenmiştir [31].

Bitki büyüme ket vurucularından olan etilen ile stoma hareketi arasındaki araştırmalar oldukça sınırlı olmasına rağmen [66] özellikle 1987 yılında *V.faba*'nın epidermal şeritlerinde IAA ve etrelin birlikte etkisi incelenmiş olup stoma açılmasının teşvik edildiği [22] ve ayrıca etilenin, bitkinin gelişmesi esnasında stoma şekillenmesi üzerinde etkili olduğu kanıtlanmıştır [67].

Stomaların açılmaları veya kapanmaları, stoma bekçi hücrelerinin turgor durumuna direkt olarak bağlılık göstermektedir. Stoma çalışma mekanizması ve sinyal sistemi ile ilgili olarak bekçi hücrelerinin turgor kazanması veya kaybetmelerine dayanan değişik bazı görüşler ileri sürülmüştür [1, 48, 57, 63, 68, 69, 70, 71, 72,73].

Stoma bekçi hücrelerinin osmotik regülasyonunda, stoma bekçi hücrelerinin sitoplazmasına ve vakuolüne iyon giriş-çıkışının etkisi ve buna tesir eden etmenlerle ilgili çalışmalara sıklıkla rastlanmaktadır. Stoma çalışma mekanizmasıyla ilgili olarak stoma bekçi hücrelerinin plazma zarı ve tonoplastındaki iyon kanallarının özellikleri, iyon kanalları aktivitesinin regülasyonu ve proton pompalarının iyon alış-verişindeki rolleri öne çıkan çalışmalar arasında bulunmaktadır [57, 68, 70, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80]. İyon kanalları, iyon pompaları ve iyon taşıyıcıları aracılığı ile bekçi hücrelerinin plazma zarlarından iyon taşınmasının stoma poru açıklığını düzenlediği düşünülmektedir. Bekçi hücrelerinin osmotik regülasyonunda K^+ , Cl^- , malat²⁻ ve bazı diğer organik anyonların anahtar rol oynadığı iyi bilinmektedir [72, 76, 81]. Stoma açılması sırasında H^+ -ATPazları tarafından yaratılan zar hiperpolarizasyonu ile K^+ alınmasının yönlendirildiği [82], Cl^- iyonunun aktif olarak alındığı [83] tespit edilmiş ve Cl^- iyonlarının Cl^- / H^+ simportuyla veya Cl^- / OH^+ antiportuyla alındığı ileri sürülmüştür [84]. İyonların alınması ve osmotik olarak aktif maddelerin hücre içinde üretilmesinin [85, 86] hücreye su girişini sağlamasıyla bekçi hücrelerinin turgorunun artması sonucu stomanın açıldığı, fakat stoma kapanmasının zar depolarizasyonu ve voltaja bağlı K^+ atılmasını içerdiği, bu olayların sitoplazmik serbest Ca^{+2} artışı, anyon atılması, sitoplazmik pH değişimi ve osmotik olarak aktif organik maddelerin glikolitik olarak kaldırılmasıyla paralel gittiği ve sonuçta bekçi hücrelerinin turgor kaybederek kapandığı öne sürülmektedir [68, 70, 87].

Bitki hormonları, K^+ , Cl^- ve Ca^{+2} gibi içsel etmenlerin yanında sıcaklık, ışık, CO_2 , inorganik tuzlar, nem ve gaz halindeki atmosferik kirleticiler (SO_2 , NO_2 ve O_3) gibi değişik dış çevre faktörleri de stoma açıklığını etkileyen etkenlerdir [88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118]. CO_2 konsantrasyonu ile yapraktaki stoma sayısının değişmesi halinde morfolojik değişikliklerin ortaya çıktığı gösterilmiştir. Işıktaki ve karanlıktaki CO_2 ve nem dengesine bağlı olarak stoma cevaplarının değiştiği tespit edilmiştir [88].

Son zamanlarda, günlük hayatımızda çeşitli amaçlarla pestisitlerin kullanımları artmıştır. Bunlar, modern tarımda kültür bitkilerine zarar veren otsu bitkileri öldürmek amacıyla da yaygın olarak kullanılır ve herbisitler olarak isimlendirilir. Bu büyümeyi etkileyen maddeler kimyasal yapıları, bitkideki etkiledikleri biyokimyasal süreçlere veya etki şekli gibi kriterlere göre sınıflandırılırlar [119]. Değişik konsantrasyonlarda, katı ve sıvı şekillerde, yaygın çeşitlilikteki ticari isimler altında bulunabilen herbisitler, aminoasit, karotinoid veya lipid biyosentezlerini bloke ettiği gibi hücre bölünmesine de engel olmaktadır [120]. Fotosenteze etki eden bazı herbisitlerin stoma açılmasını engellediğini gösteren kanıtlar da vardır [72, 121]. Sultan 70 WG, bir sülfanilüre (SU) tipi herbisittir ve %70 siklosülfamüron içeren, suda çözünebilen granül formülasyon halinde olan bir maddedir [122, 123, 124]. Tarlalarda püskürtülme halinde, genellikle 5gr / dekar olacak şekilde, 5 gr / 40 lt konsantrasyonunda, bitkiler 2-3 yapraklı duruma eriştiklerinde, yani çok fazla büyümeden henüz küçük durumdalarken uygulanmakta ve etkisi 2. haftadan itibaren başlamaktadır [122]. Eğer bitki için olumsuz etki yaratıyorsa, zaman içinde belirtilerin giderek artmasıyla 4. haftada olay, bitkinin ölümüyle sonuçlanmaktadır. Bu grup herbisitler asetolaktat sentazı (ALS) inhibe ederek etki göstermektedirler [119, 125, 126, 127, 128]. Bu enzim izolösin, valin ve lösinin biyosentezlerinde rol oynayarak protein sentezini etkilemektedir [129]. Sultan 70WG henüz piyasaya yeni sürülmüş bir herbisittir, büyümesine ket vurduğu yabancı otlar arasında, *Cyperus difformis* (kızotu), *Alisma plantago* (kurbağa kaşığı), *Juncus communis* (hasır otu), *Carex filiformis* (ayak otu) ve *Lindernia procumbens* (bataklık otu) bulunmaktadır. Ancak, yeni bir herbisit olması nedeniyle bitkiler üzerindeki bazı etkileri bilinmemektedir [122]. SU grubu herbisitlerinin klorsülfüron, imazosülfüron gibi çeşitleri bulunmaktadır. Bunlardan imazosülfüron turfler için geliştirilmiş olup bu alanlardaki

yabani ot mücadelesinde kullanılmaktadır [130]. SU herbisitlerinden olan klorosülfüron ile şaraplık üzümelerde (*Vitis vinifera* L.) yapılan bir çalışmada, üzümlerin yaprak fotosentezi, stoma direnci ve büyümeleri incelenmiştir. Buna göre, genelde fotosentez değerinde nispi bir azalış ve stoma direncinde artış belirlenmiştir [131].

Fotosenteze ket vuran herbisitlerden *s*-tiriazinlerin büyümeyi teşvik edici aktivitelerinin ve “greening effect” (yeşillenme etkisi) denilen özelliklerinin olduğu uzun yıllardan beri bilinmektedir. Yine fotosentetik elektron akımını inhibe eden türe türe herbisitlerden simazin ve atrazin ile işlem görmüş olan bitkilerin daha fazla büyümüş olmaları, koyu yeşil görünmeleri, büyüme mevsiminin sonunda bitkilerin senesensinin gecikmesi çiftçilerin ve araştırmacıların dikkatini çeken çarpıcı bir gözlemdir. Benzer bulgular *As*-tiriazinonlar ve diğer fotosentez inhibitörü herbisitlerde de meydana gelmektedir [132]. Çimlenme inhibitörü olan tiyokarbamat herbisit grubu içinde yer alan bentiyokarb ile yapılan çalışmada, bu grup herbisitlerin fotosentez ve solunuma karşı etkisiz olduğu buna rağmen protein sentezine ket vurduğu kanıtlanmıştır [132]. Yine aynı herbisit grubunun peroksidazların aktivitesinde artış meydana getirdiği de saptanmıştır [132]. Bir herbisit çeşidi olan fluridon ile işlem görmüş *V.faba*’nın, farklı ışık koşulları ve kuraklık stresi altındaki gelişimi ve ABA birikimi ile ilgili yapılan bir çalışmada, kuraklık stresinin neden olduğu ABA birikiminin tespiti yanında, fluridonun bekçi hücresi morfolojisi ve kloroplastın ince yapısı üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Fotosentetik foton akışı altında, fluridon uygulanarak büyütülmüş olan bitkilerde, tilakoid membranları bozulmuş kloroplastların ve gelişmemiş stomaların ortaya çıktığı gözlenmiştir. Normal koşullar altında ve su stresi etkisinde kalan yaprakların herikisinde de fluridon uygulanmasının ABA’nın düzeyini azalttığı görülmüştür [133].

Buraya kadar incelenen literatürden de görüldüğü gibi bitkilerde büyümeyi teşvik edicilerin ve ketvurucuların, diğer bir deyimle fitohormonların, stoma çalışma mekanizması üzerindeki etkileri yeterince araştırılmamıştır ve veriler arasında da bir uyumun bulunmadığı ortadadır. Bazı bitkilerin stomaları üzerine bitki hormonlarının etkilerini inceleyen ilginç çalışmalar olmasına rağmen bu hormonların karışımlarının stoma fizyolojisine etkisi hakkında bilinenler şaşırtıcı bir şekilde sınırlı ve çelişkilidir. Ayrıca piyasaya yeni sürülen bir herbisit olan Sultan 70 WG’nin stoma

açılması üzerine etkisinin moleküler mekanizması hakkında hemen hemen hiç bir bilgi yoktur. Bu araştırmanın esas amacı, büyüme maddelerinin tek tek ya da karışım halinde uygulanarak, stoma açılması üzerine etkisini incelemek ve henüz kesinlik kazanamamış sonuçlara belirginlik getirmektir. Bunun yanında herbisit püskürtülen yapraklarda stoma regülasyonu ile ilgili biyokimyasal çalışmaların çok az olması gözönüne alınarak bitkilerin gelişmesi, klorofil, peroksidaz ve total protein miktarlarının saptanması da hedef olarak seçilmiştir. Tüm bu çalışmalarla birlikte stoma açılıp kapanmasındaki osmotik koşulların, K^+ iyonunun da yer aldığı aktif iyon pompaları ile olan ilgisi de ayrıntılı bir şekilde ele alınmaya çalışılmıştır.



II. MALZEME ve YÖNTEM

II.1. Deney Materyali ve Yetiştirilmesi

Deneyler için kullanılan bitkiler :

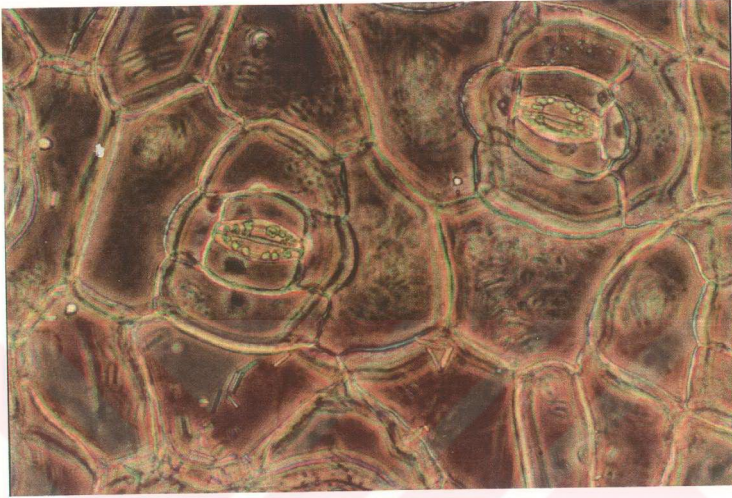
- * *Sedum sp.* (damkoruğu) ; Crassulaceae familyasından çok yıllık otsu, dikotil, sukkulent bir bitkidir.
- * *Vicia faba* L. (bakla) ; Fabaceae familyasından tek yıllık otsu, dikotil bir bitkidir.
- * *Rhoeo discolor* L. ; Commelinaceae familyasından çok yıllık otsu, monokotil bir bitkidir.
- * *C. communis* L. ; Commelinaceae familyasından , çok yıllık otsu, monokotil bir bitkidir.
- * *Avena sativa* L. (yulaf) ; Poaceae familyasından tek yıllık otsu, monokotil bir bitkidir.
- * *Zea mays* L. (mısır) ; Poaceae familyasından tek yıllık otsu, monokotil bir bitkidir.
- * *Allium cepa* L. (soğan) ; Liliaceae familyasından, çok yıllık otsu, monokotil bir bitkidir.

Araştırmalarda kullanılan bütün bitki tohumları, 25 °C'ye ayarlı, 6000 lux ışık şiddetine ve normal koşullardaki neme sahip bitki büyüme odalarında 12 saatlik fotoperiyotta yetiştirilmiştir. Tohumlar, (*V.faba*, *A.sativa*, *Z.mays*, *C.communis*,

A. cepa) 2-2-1 oranındaki toprak-gübre-kum karışımına ekilerek büyüme odasında gelişmeye bırakılmışlardır. *Sedum sp.* ve *R. discolor* ise doğal olarak seralardan temin edilip deneye alınmıştır. Sürgünler, genellikle 3-4 yapraklı evreye ulaşınca (yaklaşık 3 haftalık bitkiler) ve yapraklar tamamen açılınca deney işlemlerine geçilmiştir.

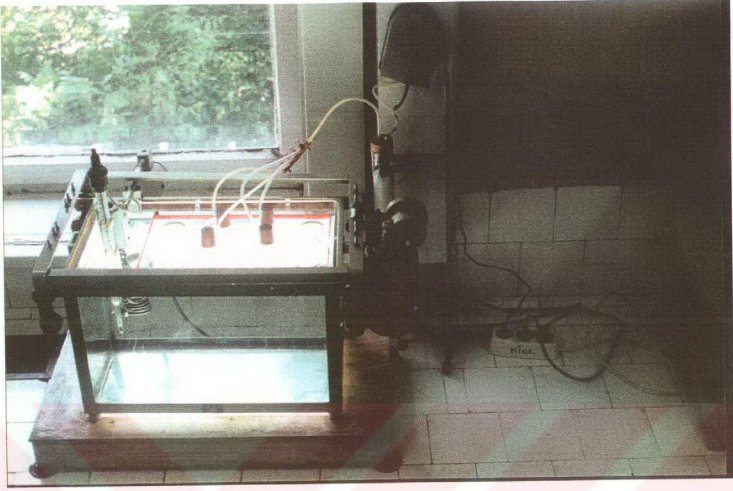
II.2. Stoma Çalışmaları İçin Yapraklardan Epidermal Şerit Elde Edilmesi

Kullanılan bütün bitkilerin tam gelişmiş yaprakları kesilip, alt epidermisleri soyulmuştur. Daha sonra kutikularları üst tarafta olacak şekilde içerisinde 10 cc'lik 10 mM MES [2 - (N100 - morfolin) etan sülfonik asit] + 50 mM KCl (pH 6.15) çözeltilerinin yer aldığı 5 cm çaplık plastik petri kaplarına yerleştirilmişlerdir. Deney çözeltilerini havalandırmak için çözeltilerin içine daldırılmış hipodermik iğneler aracılığıyla, KOH tarafından CO₂'i alınmış hava verilmiştir [134]. Epidermal şeritler, stoma açılmasını teşvik eden bu koşullarda 3 saat süreyle inkübasyona bırakılmışlardır. Kapalı durumdaki stomaların açılmasını incelemek için, bütün gece büyüme odasında karanlıkta kalan bitkilerin epidermal şeritleri hemen soyularak deney ortamına transfer edilmişlerdir. İnkübasyon süresi sonunda, farklı konsantrasyonlardaki bazı bitki büyüme teşvik edicileri veya ket vurucularının bulunduğu petri kaplarında yer alan epidermal şeritlerdeki stomaların (Resim II.1) por açıklığı, Reichert (Austria) mikroskopunda mikrometrik oküler kullanılarak immersiyon sistemiyle ölçülmüştür. Ayrıca veriler istatistik bakımdan



Resim II.1: Olympus CK2 Model Inverted Fast Contrast Mikroskop kullanılarak deney bitkilerinden *C. communis*'in yapraklarındaki stomaların yüzeyel görüntüsü (20 x 10).

değerlendirilerek standart hata hesabı yapılmış, deneylerin $\pm$ değerleri saptanarak sonuçlar tablo ve grafiklerle ifade edilmiştir. Resim II.2'de stoma hareketinin izlendiği epidermal şeritlerle yürütülen deneylerin inkübasyon tankı görülmektedir.



Resim II.2.: İnkübasyon tankı.

II.3. Bitki Büyüme Teşvik Edicilerinin Stoma Hareketi Üzerine Etkisi IAA, GA₃, Sitokinin

Yapraklardan epidermal şerit elde edilmesi metodunda olduğu şekilde hazırlanan epidermal şeritler, içinde farklı konsantrasyonlarda IAA, GA₃ ve sitokinin bulunan petri kaplarına yerleştirilerek, stomaların hareketi mikrometrik okülerle izlenmiştir.

II.4. Bitki Büyüme Ketvurucularının Stoma Hareketi Üzerine Etkisi ABA, ACC, MeJA

Epidermal şerit eldesi metodundaki gibi elde edilen epidermal şeritler üzerine bitki büyümesini engelleyen farklı konsantrasyonlarda ABA, 1-aminosiklopropan- 1-

karboksilik asit (ACC) ve metil - jasmonik asit (MeJA) uygulanarak stoma por çapları gözlenmiştir.

II.5. *C. communis*'e Herbisit Uygulanması ve Biyokimyasal Çalışmalar

Stoma çalışmalarında çok kullanılan ve epidermal şeritleri kolaylıkla elde edildiğinden dolayı tercih edilen *C. communis* bitkileri uygun büyüklüğe ulaştıktan sonra (3-4 yapraklı durum), bitkilerin gövde ve yapraklarına, bu çalışma için seçilmiş olan Sultan 70 WG herbisitinin farklı konsantrasyonlarda (5gr / 40lt; 10gr / 40lt) hazırlanmış olan çözeltileri püskürtülerek uygulanmıştır. Herbisit uygulanmasını ardışık 3. ve 4. haftalarda biyokimyasal incelemelere geçilmiştir.

II.5.1. Bitkilerin Boy Uzunlukları ile Taze ve Kuru Ağırlıklarının Tanımlanması

Kontrol bitkilerinin ve herbisitle işlem görmüş olan deney bitkilerine ait yaprak ve gövdelerin taze ağırlıkları alınarak 24 saat süreyle 105°C sıcaklıktaki etüvde kurumaya bırakılmıştır. Bu süre sonunda tartılarak kuru ağırlıkları ölçülen bitkilerin her birine ait yaprak ve gövdeleri tartılarak kuru ağırlıkları gr. olarak hesaplanmıştır. Aynı yaştaki kontrol ve deney bitkilerinin boyları da cm. cinsinden ölçülerek vegetatif büyüme hakkında fikir elde edilmeye çalışılmıştır.

II.5.2. *C. communis*'in Yaprak Epidermisindeki Protoplastların Ayrılması ve Saflaştırılması

Deney materyali olarak kullanılan *C. communis*'in iyi gelişmiş ve tamamen açılmış (3-4 yapraklı durum) yapraklarının alt epidermisleri şeritler halinde soyulduktan sonra, kutikulları üste gelecek şekilde, içinde 10 mM MES / NaOH (pH 6.2) + 300 mM

mannitol bulunan 9 cm çaptaki plastik petri kaplarına yerleştirilmişlerdir. Daha sonra petri kabındaki bu çözelti plastik şırınga ile geri çekilerek 5 ml 10 mM MES / NaOH (pH 5.5) + 300 mM mannitol + % 4 selüloz + % 0.05 pektolaz ve % 0.5 BSA (bovin serum albümin) çözeltisi ile yer değiştirilmiştir. Petri kapları deney ve kontrol bitkileri için ayrı ayrı olmak üzere hazırlanmış olup, 30°C sıcaklıktaki, çok iyi ışıklandırılmış olan odada yaklaşık 1.5 saat çalkalanmaya bırakılmışlardır. Bu zaman sonunda petri kaplarındaki inkübasyon çözeltisi ucu alevle genişletilmiş Pasteur pipeti aracılığıyla geri çekilerek Pasteur tüplerine konulup 400 g, 4°C'de, Heraeus Labofuge 400 R tipi santrifüj kullanılarak 5 dk süreyle santrifüje tabi tutulmuşlardır. Santrifüj işlemi sonunda tüplerin içindeki süpernatantın en üst kısmı pipet yardımıyla alınarak atılmış olup (bu kısım epidermal hücreleri içermektedir), kalan kısım petrilerin içindeki epidermal şeritlerin üzerine aktarılmıştır. Bu işlem kontrol ve deney bitkileri için ayrı ayrı tekrarlanmıştır. Tüplerin dibindeki çökeltiler kullanılmamıştır. Petri kapları yine aynı ışıklandırma odasında en az 4.5 saat olmak üzere tekrar inkübasyona terk edilmiştir. Inkübasyon işlemi sona erdiğinde, petrilerdeki inkübasyon sıvısı aynı pipet yardımıyla tüpe alınarak 100 g, 4°C'de, 5 dk için santrifüj edilmiştir. Bu sırada petri kaplarına belli miktarlarda deney tamponu olan 10 mM MES / NaOH (pH 6.2) + 300 mM mannitol eklenerek, petri kapları hafifçe hareket ettirilmek suretiyle epidermal şeritlerdeki kalan stoma hücrelerinin de sıvıya geçmesi sağlanmıştır. Santrifüj işlemi sonunda tüplerdeki süpernatant pipet yardımıyla uzaklaştırılıp yerine petri kaplarındaki yıkama sonucunda ele geçen sıvı aktarılmıştır. Bu işlem 3 kez tekrar edilmiştir. Sonuçta çökelmiş haldeki stoma bekçi hücreleri, ayrı bir yerde hazırlanmış olan % 22.5, % 45 ve % 90 konsantrasyonlarındaki perkol karışımının üzerine ilave edilerek bir kez de bu şekilde santrifüj uygulanmıştır. Santrifüj işlemi sonunda % 45 ile % 90 perkol konsantrasyonlarının arasındaki kısım Pastör pipetiyle yavaşça alınarak ayrı bir tüpe aktarılmıştır. Bu da deney tamponu ile 3 kez yıkanarak, stoma bekçi hücreleri en son tek bir tüpe sıvının dibindeki çökelti halinde elde edilmiştir [135].

II.5.3. Stoma Bekçi Hücrelerindeki K^+ İyonu Miktarının Ölçülmesi

Burada, yaprak epidermisindeki protoplastların ayrılma ve saflaştırılması metodunda anlatıldığı gibi hazırlanan stoma bekçi hücrelerinin ekstreleri kullanılmıştır. Bu hücrelerin yapılarında biriktirmiş oldukları K^+ iyonu Atomik Absorbsiyon Spektrofotometresi (AAS 680 Shimadzu) yardımıyla emisyon modunda ölçülmüştür.

II.5.4. Stoma Bekçi Hücrelerindeki Klorofil Miktarının Ölçülmesi

Herbisit uygulanmış ve uygulanmamış deney bitkisinin (*C. communis*) alt yapraklarından soyulan epidermis şeritlerinin taze ağırlıkları tartıldıktan sonra, % 80 aseton çözeltisi ile ekstraksiyon işlemini ardışık elde edilen homojenat 3000 g de 10 dk süre ile santrifüj edilmiştir. Oluşan süpernatantın hacmi ölçüldükten sonra JENWAY 6105 U.V / vis. marka spektrofotometre kullanılarak 645 ve 663 nm dalga boylarına karşılık gelen absorpsiyon değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen değerlere göre, total klorofil miktarı mg / taze ağırlık olarak hesaplanmıştır [136].

II.5.5. Peroksidaz Miktarının Ölçülmesi

Deney ve kontrol bitkilerinden alınan ve taze ağırlıkları tespit edilmiş olan *C. communis* bitkisinin yapraklarına, 100 mg taze ağırlık / ml oranı çerçevesinde 0.1 M fosfat tamponunda (pH 7.7) ekstre işlemi uygulandıktan sonra homojenatlar 30 dk süreyle 13 000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Bunun sonunda elde edilen süpernatantlar 0.1 M fosfat tamponunda (pH 5.8) 15 mM guayakol ve 5 mM H_2O_2 ile işleme sokulmuştur. Ekstrakt enziminin H_2O_2 ve guayakolu substrat olarak

kullanması sonucunda oluşan renkli ürünün Shimadzu UV-160 tipi spektrofotometre ile 470 nm’de, 15 sn ara ile 2 dk’lık zaman içinde absorbans okunmak suretiyle spektral yöntemle ΔA / gr taze ağırlık.dk. cinsinden kantitatif olarak peroksidaz aktivitesi ifade edilmiştir [137].

II.5.6. Total Protein Miktarının Spektrofotometrik Olarak İfadesi

Herbisitle işlem görmüş ve kontrol olarak bırakılmış gelişmiş bitki yapraklarındaki total protein miktarının kantitatif tanımı için Protein Dye - binding metodu uygulanmıştır [138]. Buna göre, deney materyali olan *C.communis* bitkisinin yaprakları 0.1 M fosfat tamponu içinde (pH 7.0), 100 mg taze ağırlık / ml oranı gözönünde tutularak ekstre edildikten sonra elde edilen homojenatlar 30 dk süre ile 13 000 rpm’de Heraeus Labofuge 400 R ile santrifüj edilmiştir. Meydana gelen süpernatantların 0.1 ml’si alınarak üzerlerine su ile seyreltilmiş coomassie brilliant blue G-250 (Bio-Rad)’nin 5 ml’si ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. 15 dk karanlıkta bekletildikten sonra ekstraktaki proteinin 595 nm’de blank’e karşı gelen absorpsiyonu spektrofotometrik olarak ölçülmüştür (JENWAY 6105 U.V./ vis spektrofotometre). Total protein miktarı μg / ml olarak hesaplanmıştır.

III. BULGULAR

III.1. Bitki Büyüme Teşvik Edicilerinin Stoma Hareketi Üzerine Etkisi

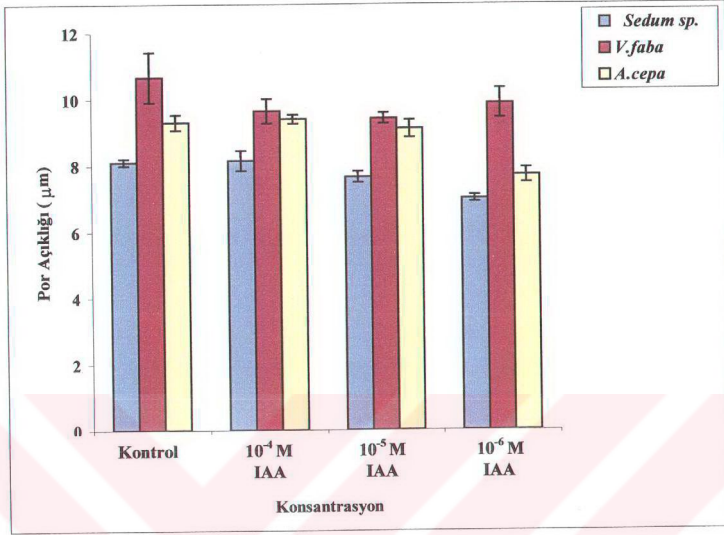
III.1.1. IAA

Sedum sp., *V.faba*, ve *A.cepa* yapraklarının alt epidermislerinden alınan şeritler, 3 saat süresince deney tamponu içinde inkübe edilerek stomalarının açık duruma gelmeleri sağlanmıştır. Bu işlem sonrasında stomaları açılmış olan epidermal şeritler ilave 3 saatte de sadece farklı konsantrasyonlardaki IAA çözeltileri içinde inkübasyona bırakıldıktan sonra stoma por çapları ölçülerek açıklık ya da kapalılık durumları belirlenmek istenmiştir (Tablo III.1.1 ve Şekil III.1.1.1).

Tablo III.1.1.1: 10^{-4} , 10^{-5} ve 10^{-6} M konsantrasyonlardaki IAA çözeltilerinin *Sedum sp.*, *V. faba* ve *A. cepa*'nın stomalarının por açıklığı üzerine olan etkileri.

Konsantrasyon	Por Açıklığı (μm)		
	<i>Sedum sp.</i>	<i>V.faba</i>	<i>A.cepa</i>
Kontrol	8.100 ± 0.102	10.658 ± 0.757	9.300 ± 0.231
10^{-4} M IAA	8.150 ± 0.305	9.643 ± 0.365	9.400 ± 0.134
10^{-5} M IAA	7.650 ± 0.166	9.420 ± 0.159	9.100 ± 0.269
10^{-6} M IAA	7.000 ± 0.100	9.871 ± 0.442	7.700 ± 0.222

Farklı özelliklerdeki 3 bitkinin stoma por çapları ölçüldüğünde, kontrol değerleriyle 10^{-4} ve 10^{-5} M'daki değerler arasında pek fazla bir fark gözlenmemesine rağmen, 10^{-6} M'da stoma porlarının sırasıyla % 13.6, % 7.4 ve % 17.2 oranında daraldığı tanımlanmıştır. Bu duruma göre, başlangıçta açık olan stomaların kapanmadığı gözlenmiştir.



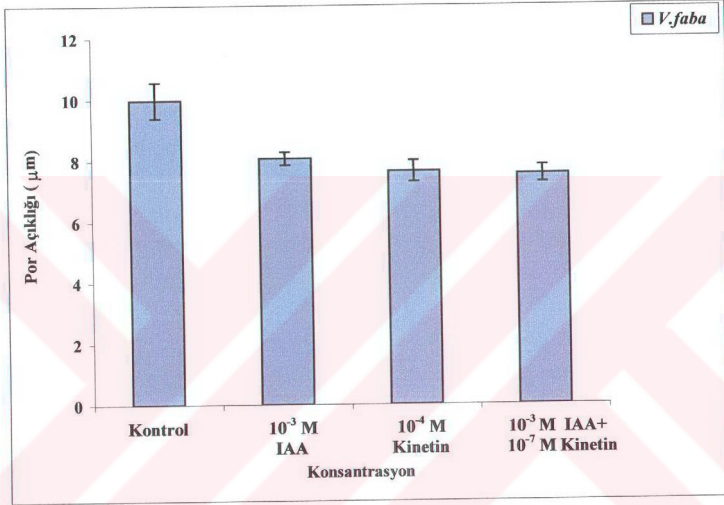
Şekil III.1.1.1: 10^{-4} - 10^{-6} M konsantrasyonlarındaki IAA'nın *Sedum sp.*, *V.faba* ve *A.cepa*'nın stoma por açıklıklarının üzerine olan etkisi.

Bunun yanında IAA ve Kin'in karşılıklı ilişkisi de incelenmiştir. (Tablo III.1.1.2 ve Şekil III.1.1.2).

Tablo III.1.1.2: 10^{-3} M IAA ile 10^{-4} M Kin çözeltilerinin *V.faba*'nın stoma por açıklığı üzerine olan etkisi.

Konsantrasyon	Por Açıklığı (μm)
Kontrol	9.973 ± 0.581
10^{-3} M IAA	8.060 ± 0.220
10^{-4} M Kinetin	7.630 ± 0.346
10^{-3} M IAA + 10^{-7} M Kinetin	7.532 ± 0.280

Verilere bakıldığında, IAA ve Kin'in tek tek ya da birlikte uygulanmasında, stoma por çaplarının kapandığı hatta son örneğin kontrol değerlerine göre % 24.5 oranında daha küçük olduğu böylece IAA + Kin'in stomanın kapanmasına neden olduğu söylenebilir.



Şekil III.1.1.2: *V.faba*'nın stoma porlarının 10⁻³ M IAA ve 10⁻⁷ M Kin'e karşı tepkisi.

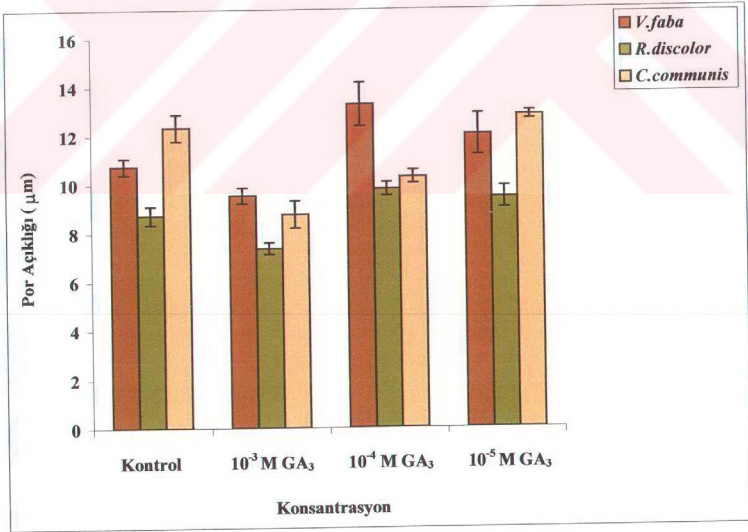
III.1.2. GA₃

Bu deney serisinde, *V.faba*, *R.discolor* ve *C.communis* gibi farklı bitkilerden elde edilen epidermal şeritler, 3 saat süresince deney tamponunda inkübe edildikten sonra, stomaları açık durumda iken 10⁻³ – 10⁻⁵ M konsantrasyonlardaki GA₃ çözeltilerinde de 3 saat için inkübasyona bırakılmışlardır. Bunun sonucunda stoma por çapları ölçülerek sonuçlar elde edilmiştir (Tablo III.1.2.1 ve Şekil III.1.2.1).

Tablo III.1.2.1: *V.faba*, *R.discolor* ve *C.communis* bitkilerinin stomaları üzerine 10^{-3} , 10^{-4} ve 10^{-5} M konsantrasyonlardaki GA₃ çözeltilerinin etkileri.

Konsantrasyon	Por Açıklığı (μm)		
	<i>V.faba</i>	<i>R.discolor</i>	<i>C.communis</i>
Kontrol	10.728 ± 0.333	8.706 ± 0.383	12.320 ± 0.545
10^{-3} M GA ₃	9.522 ± 0.316	7.350 ± 0.231	8.741 ± 0.554
10^{-4} M GA ₃	13.266 ± 0.901	9.776 ± 0.275	10.268 ± 0.273
10^{-5} M GA ₃	12.016 ± 0.861	9.426 ± 0.446	12.805 ± 0.174

Değerler incelendiğinde, açık olan stomalara uygulanan 10^{-3} M'daki GA₃'ün, stoma por çaplarını kontrol değerlerine göre, *V.faba*'da % 11.2, *R.discolor*'da % 15.6 ve *C.communis*'de de % 29.1 oranında küçülttüğü buna karşılık 10^{-5} M'da sırasıyla % 12, % 8.3 ve % 3.9 oranında artırdığı görülmüştür. Yoğun konsantrasyon olan 10^{-3} M açık stomaları % 11.2, % 15.6 ve % 29.1 oranlarında kapatmıştır.



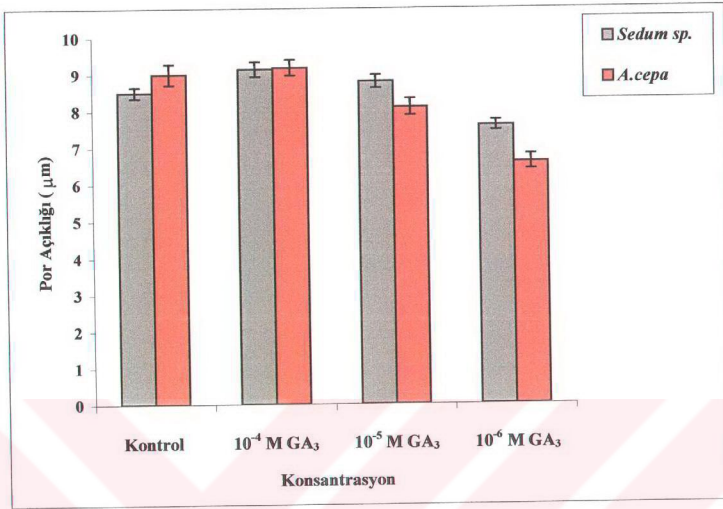
Şekil III.1.2.1: 10^{-3} - 10^{-5} M konsantrasyonlardaki GA₃'ün *V.faba*, *R.discolor* ve *C.communis*'in stomaları üzerine olan etkileri.

GA₃'ün 10⁻⁴ – 10⁻⁶ M'daki çözeltileri de farklı iki bitki çeşidi olan *Sedum sp.* ve *A. cepa*'nın epidermal şeritlerine uygulanmıştır (Tablo III.1.2.2 ve Şekil III.1.2.2).

Tablo III.1.2.2: GA₃'ün 10⁻⁴, 10⁻⁵ ve 10⁻⁶ M konsantrasyonlarının *Sedum sp.* ve *A. cepa* bitkilerinin stomaları üzerine etkileri.

Konsantrasyon	Por Açıklığı (µm)	
	<i>Sedum sp.</i>	<i>A. cepa</i>
Kontrol	8.500 ± 0.154	9.000 ± 0.285
10 ⁻⁴ M GA ₃	9.140 ± 0.203	9.180 ± 0.212
10 ⁻⁵ M GA ₃	8.800 ± 0.181	8.100 ± 0.230
10 ⁻⁶ M GA ₃	7.600 ± 0.138	6.600 ± 0.201

Tablo ve şekil değerlerinden de görüldüğü gibi, 10⁻⁴ M GA₃ her iki bitkide de, açık olan stomalara uygulandığında, stoma açılmasını teşvik ederken konsantrasyon azaldıkça bu büyüme maddesinin etkisinin de azaldığı ve 10⁻⁶ M'ın *Sedum sp.*'de % 10.6 *A. cepa*'da da % 26.7 oranında stoma porunu küçülterek bir anlamda kontrole göre stoma kapanmasına neden olduğu gözlenmiştir.



Şekil III.1.2.2: *Sedum sp.* ve *A. cepa*'nın stoma hücrelerinin 10⁻⁴ - 10⁻⁶ M GA₃'e karşı olan tepkileri.

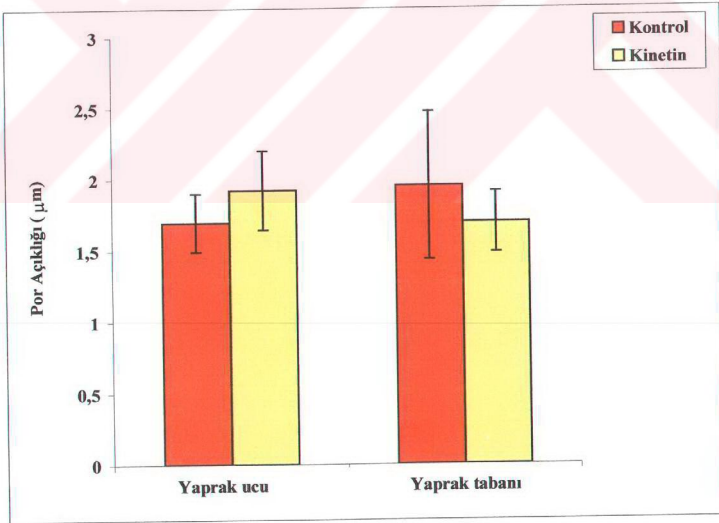
III.1.3. Sitokininler

Bu kısımda, sitokinin grubu içinde yer alan Kin, zeatin ve BAP ile ilgili çalışmalara yer verilerek, bu büyüme maddelerinin stomaların açık veya kapalı olduğu durumlardaki etkileri araştırılmak istenmiştir. Deneyler sonunda, stoma por çapları ölçülerek, değerler tablo ve grafiklerle belirtilmiştir. *Z.mays* yapraklarının uç ve taban kısımlarına ait epidermal şeritlerin, 3 saat süresince deney tamponundaki inkübasyon işleminden sonra stomaları açık durumda iken, 10⁻⁴ M Kin çözeltisi 3 saat için uygulanmıştır (Tablo III.1.3.1 ve Şekil III.1.3.1).

Tablo III.1.3.1: 10^{-4} M Kin'in *Z.mays* yapraklarının uç ve taban kısmında bulunan açık durumdaki stomalara etkisi.

Konsantrasyon	Por Açıklığı (μm)	
	Yaprak ucu	Yaprak tabanı
Kontrol	1.694 ± 0.205	1.950 ± 0.520
10^{-4} M Kinetin	1.920 ± 0.278	1.694 ± 0.213

Tablo ve şekilde belirtilen bu değerler incelendiğinde, 10^{-4} M Kin uygulanmasında, yaprak ucuna ait stomaların kontrole göre % 13.3 oranında daha açık oldukları buna karşın yaprak tabanındakilerin ise kontrole göre % 13.1 oranında daha kapalı oldukları görülmektedir.



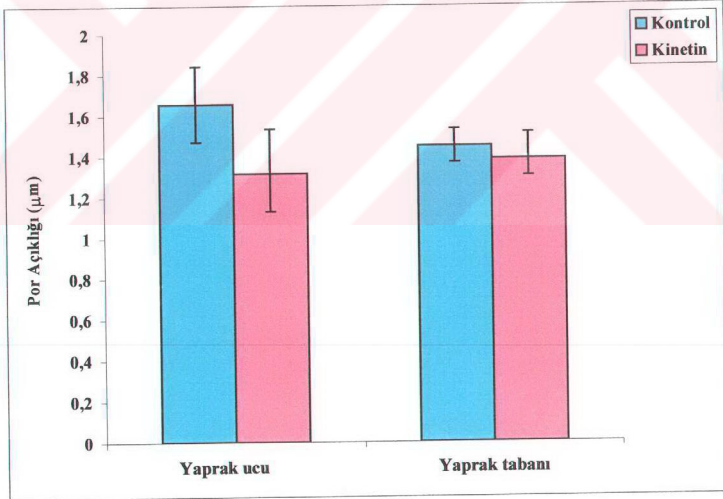
Şekil III.1.3.1: *Z.mays*'ın yaprak ucu ve tabanındaki stomalar açıkken uygulanan Kin'in etkisi.

Yukarıdaki deneyin paraleli olarak, bütün gece karanlıkta bırakılan *Z.mays* yapraklarının uç ve taban kısımlarına ait epidermal şeritlerin, 3 saat süresince folyo ile kapatılmış petri kaplarında 10^{-4} M Kin çözeltisindeki inkübasyonu ile ilgili veriler, Tablo III.1.3.2 ve Şekil III.1.3.2'de özetlenmiştir.

Tablo III.1.3.2: 10^{-4} M Kin'in, *Z.mays* yapraklarının uç ve taban kısmındaki kapalı durumdaki stomalara etkisi.

Konsantrasyon	Por Açıklığı (μm)	
	Yaprak ucu	Yaprak tabanı
Kontrol	1.656 ± 0.185	1.448 ± 0.083
10^{-4} M Kinetin	1.314 ± 0.218	1.382 ± 0.131

Verilere bakıldığında, 10^{-4} M Kin uygulanmasında *Z.mays*'in stoma por çaplarının, yaprak ucundaki deney ölçümlerinin kontrol ölçümlerine oranla % 20.7, yaprak



Şekil III.1.3.2: *Z.mays*'in yaprak ucu ve tabanındaki kapalı durumda olan stomalara uygulanan 10^{-4} M Kin'in etkisi.

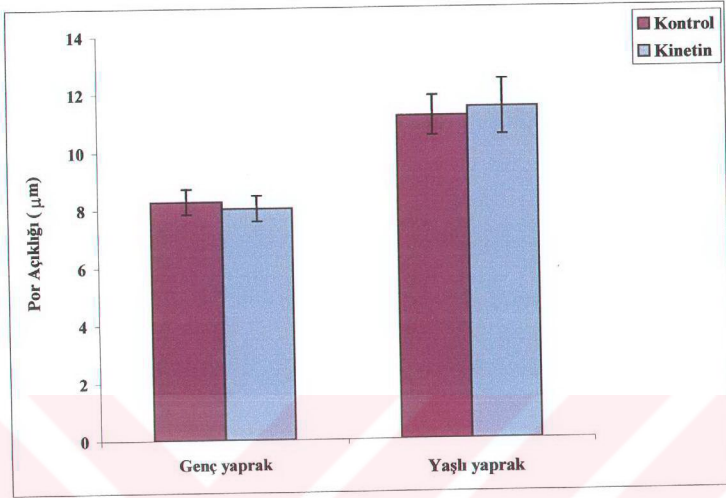
tabanındaki deney ölçümlerinin ise kontrole göre % 4.6 oranında küçük olduğu tespit edilmiştir. Bu değerler Şekil III.1.3.2’de görülmektedir.

Kin’le yapılan bir diğer çalışma da, yine aynı konsantrasyondaki çözeltinin *V.faba*’nın genç ve yaşlı yapraklarının açılmış olan stomalarına uygulanması ile yapılmıştır (Tablo III.1.3.3).

Tablo III.1.3.3: 10^{-4} M Kin’in *V.faba*’nın genç ve yaşlı yapraklarındaki açık durumdaki stomalara etkisi.

Konsantrasyon	Por açıklığı (μm)	
	Genç yaprak	Yaşlı yaprak
Kontrol	8.273 ± 0.438	11.200 ± 0.692
10^{-4} M Kinetin	8.032 ± 0.441	11.494 ± 0.960

Değerler incelendiğinde, genç yaprağın 10^{-4} M Kin çözeltisindeki stoma por çaplarının kontrol değerlerine göre % 2.91 oranında daha küçük, yaşlı yaprağın 10^{-4} M Kin’deki stoma por çaplarının ise kontrol ölçümlerine göre % 2.62 oranında daha büyük olduğu ortaya çıkmaktadır (Şekil III.1.3.3).



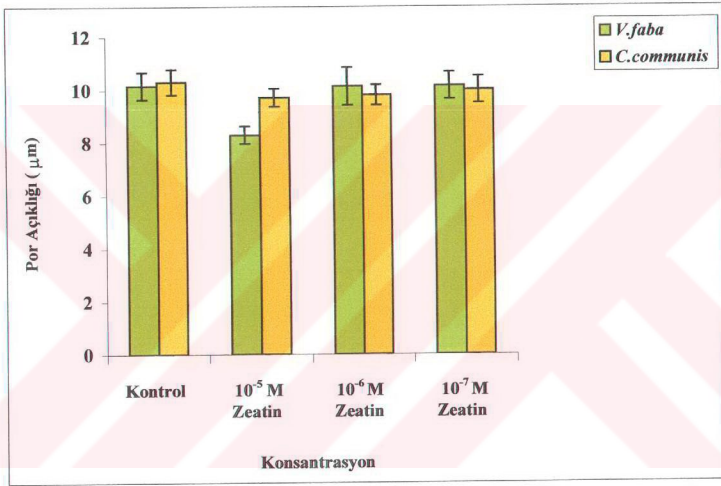
Şekil III.1.3.3: *V.faba*'nın genç ve yaşlı yapraklarının açık durumda olan stomalarına uygulanan 10^{-4} M Kin'in etkisi.

Bir diğer bitki büyüme maddesi olan zeatin ile yapılan çalışmada da *V.faba* ve *C.communis*'in açık olan stomalarına 10^{-5} M - 10^{-7} M zeatin çözeltileri uygulanmıştır (Tablo III.1.3.4 ve Şekil III.1.3.4).

Tablo III.1.3.4: 10^{-4} - 10^{-7} M konsantrasyonlarındaki zeatin çözeltilerinin *V.faba* ve *C.communis* bitkilerinin stomaları üzerine olan etkileri.

Konsantrasyon	Por Açıklığı (µm)	
	<i>V.faba</i>	<i>C.communis</i>
Kontrol	10.157 ± 0.512	10.300 ± 0.482
10^{-5} M Zeatin	8.269 ± 0.332	9.707 ± 0.335
10^{-6} M Zeatin	10.129 ± 0.712	9.800 ± 0.390
10^{-7} M Zeatin	10.157 ± 0.512	10.000 ± 0.505

Sonuçlara bakıldığında, her iki bitki stomalarında da zeatinin yüksek konsantrasyonlarına karşın por çaplarının kontrole göre küçük olduğu, konsantrasyon seyredikçe değerlerin kontrole daha çok yaklaştığı görülmektedir. *V.faba*'da bu küçülme oranlarının kontrole göre, 10^{-5} M'da % 18.6, 10^{-6} M'da % 0.3, *C.communis*'te de 10^{-5} M'da % 5.8, 10^{-6} M'da % 4.9 ve 10^{-7} M'da % 2.9 olduğu ortaya çıkmaktadır.



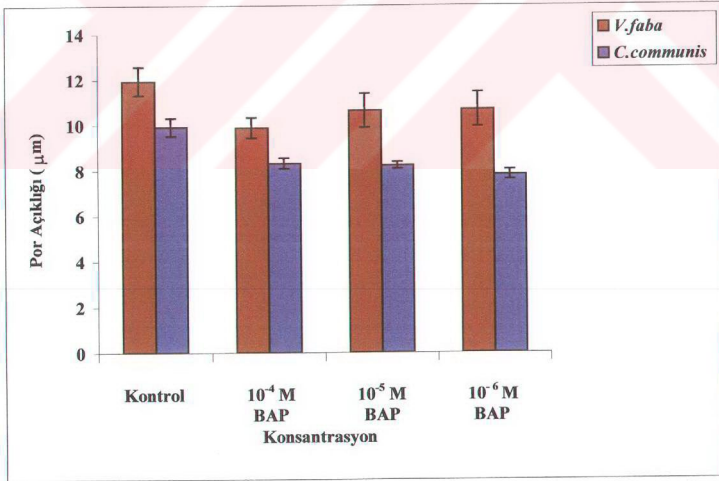
Şekil III.1.3.4: *V.faba* ve *C.communis*'in açık olan stomaları üzerine 10^{-5} - 10^{-7} M zeatinin etkileri.

Sitokinin grubu içinde olan ve bu çalışmada yer verilen bir başka büyüme maddesi de BAP'tır. Bu maddenin stoma üzerine olan etkileri de *V.faba* ve *C.communis* kullanılarak araştırılmak istenmiştir. Bu çalışma ile ilgili veriler Tablo III.1.3.5 ve Şekil III.1.3.5'de görülmektedir.

Tablo III.1.3.5: 10^{-4} – 10^{-6} M BAP çözeltilerinin *V.faba* ve *C.communis* bitkilerinin stoma por açıklığı üzerine etkisi.

Konsantrasyon	Por Açıklığı (μm)	
	<i>V.faba</i>	<i>C.communis</i>
Kontrol	11.929 ± 0.626	9.910 ± 0.392
10^{-4} M BAP	9.871 ± 0.442	8.300 ± 0.233
10^{-5} M BAP	10.612 ± 0.749	8.200 ± 0.152
10^{-6} M BAP	10.658 ± 0.757	7.800 ± 0.215

Sonuçlar değerlendirilecek olursa, uygulanan BAP konsantrasyonları içinde yoğun olan 10^{-4} M'in değerleri kontrol verilerine göre *V.faba*'da % 17.3, *C.communis*'te de % 16.2 oranında düşük olduğu gözlenmektedir. Konsantrasyon düştükçe *V.faba*'da por açıklığı kontrol değerlerine yaklaştığı halde, *C.communis*'te BAP konsantrasyonu azaldıkça por açıklığı da küçülmektedir.



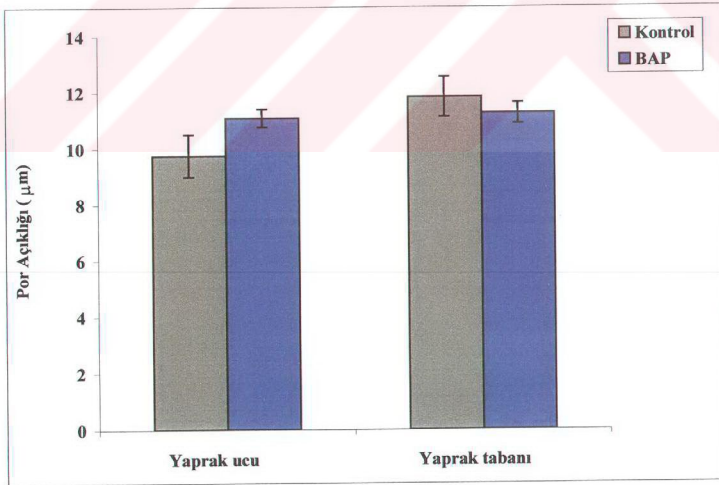
Şekil III.1.3.5: *V.faba* ve *C.communis*'in stoma hücreleri üzerine 10^{-4} – 10^{-6} M BAP'ın etkisi.

Bu büyüme maddesi ile yapılan bir başka deneyde, *C. communis*'in yaprak ucu ve tabanındaki stomaların açık iken 10^{-4} M BAP'a karşı olan cevapları incelenmiştir (Tablo ve Şekil III.1.3.6).

Tablo III.1.3.6: 10^{-4} M BAP'ın *C. communis* yapraklarının uç ve taban kısımlarındaki açık durumda olan stomalara etkisi.

Konsantrasyon	Por Açıklığı (μm)	
	Yaprak ucu	Yaprak tabanı
Kontrol	9.739 ± 0.756	11.820 ± 0.710
10^{-4} M BAP	11.073 ± 0.324	11.234 ± 0.376

Açık olan stomalara 10^{-4} M BAP'ın etkisini incelemek için kullanılan *C. communis*'in yaprak ucu ve yaprak tabanı stoma por ölçümlerine bakılacak olursa, yaprak ucunda kontrole göre % 13.7 oranında artış gözlenirken yaprak tabanında ise kontrole göre % 5 oranında azalma olduğu ortaya çıkmaktadır.



Şekil III.1.3.6: *C. communis*'in yaprak ucu ve tabanında yer alan açılmış durumdaki stomalara 10^{-4} M konsantrasyonundaki BAP'ın etkisi.

III.2. Bitki Büyüme Ketvurucularının Stoma Hareketi Üzerine Etkisi

III.2.1. ABA

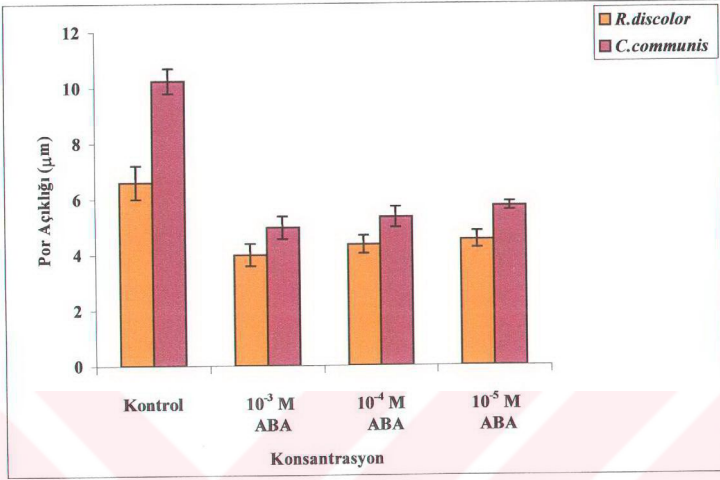
Bu çalışmada ABA ile ilgili deneyler ya sadece ABA'nın uygulanması ile ya da ABA'nın başka bileşiklerle birlikte kullanılması şeklinde oluşturulmuştur.

R.discolor, *C.communis*'in yaprak epidermisleri 3 saat deney tamponunda inkübe edilerek stomaları açık duruma getirildikten sonra, 10^{-3} – 10^{-5} M konsantrasyonlardaki ABA'nın 3 saat uygulanması sonucunda stoma porlarının açıklık veya kapalılık durumları belirlenmeye çalışılmıştır. (Tablo III.2.1.1 ve Şekil III.2.1.1).

Tablo III.2.1.1: *R.discolor* ve *C.communis* stomalarına 10^{-3} - 10^{-5} M ABA'nın etkisi.

Konsantrasyon	Por Açıklığı (μm)	
	<i>R.discolor</i>	<i>C.communis</i>
Kontrol	6.594 ± 0.606	10.243 ± 0.455
10^{-3} ABA	3.988 ± 0.402	4.961 ± 0.405
10^{-4} ABA	4.354 ± 0.317	5.336 ± 0.372
10^{-5} ABA	4.525 ± 0.300	5.734 ± 0.156

Değerler incelendiğinde, kontrole göre 10^{-3} M ABA değerlerinde *R.discolor*'un stoma porlarında % 40'lık, *C.communis*'inkilerde ise % 52'lik bir küçülmenin meydana geldiği tespit edilmiştir. ABA konsantrasyonundaki düşmeye paralel olarak, her iki bitkide de stoma por açıklığının kısmen arttığı dikkati çekmektedir.



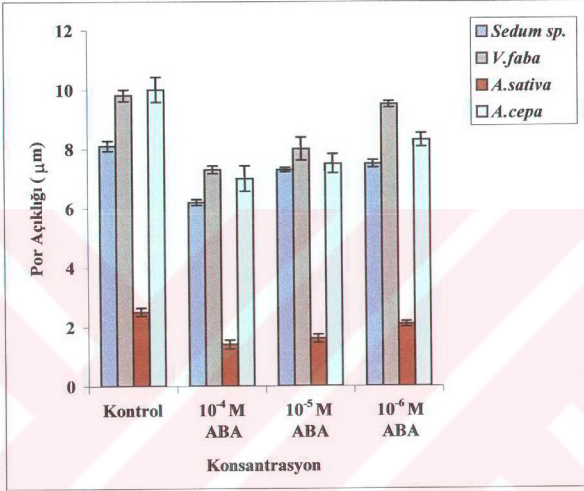
Şekil III.2.1.1: 10^{-3} – 10^{-5} M konsantrasyonlardaki ABA'nın *R. discolor* ve *C. communis* stoma por kapanmasına olan etkisi.

ABA'nın 10^{-4} , 10^{-5} ve 10^{-6} M'daki konsantrasyonları ise farklı bitki çeşitleri olan *Sedum sp.*, *V. faba*, *A. sativa* ve *A. cepa*'nın stomaları üzerine uygulanmıştır (Tablo III.2..1.2 ve Şekil III.2.1.2).

Tablo III.2.1.2: 10^{-4} – 10^{-6} M ABA konsantrasyonlarının stoma poru üzerine etkileri.

Konsantrasyon	Por Açıklığı (µm)			
	<i>Sedum sp.</i>	<i>V. faba</i>	<i>A. sativa</i>	<i>A. cepa</i>
Kontrol	8.100 ± 0.167	9.800 ± 0.196	2.500 ± 0.141	10.000 ± 0.416
10 ⁻⁴ ABA	6.200 ± 0.100	7.300 ± 0.128	1.400 ± 0.152	7.000 ± 0.433
10 ⁻⁵ ABA	7.300 ± 0.069	8.000 ± 0.380	1.600 ± 0.134	7.500 ± 0.324
10 ⁻⁶ ABA	7.500 ± 0.131	9.500 ± 0.109	2.090 ± 0.090	8.300 ± 0.231

ABA'nın *Sedum sp.*, *V.faba*, *A.sativa* ve *A.cepa* yapraklarının stomalarını ne derecede etkilediği incelenecek olursa, kontrol değerlerine göre 10^{-4} M ABA konsantrasyonlarının sırasıyla, % 23.5, % 25.5, % 44 ve % 30 oranlarında stoma porlarını kapattığı görülmüştür. Konsantrasyon azaldıkça por açıklıkları da artmıştır.



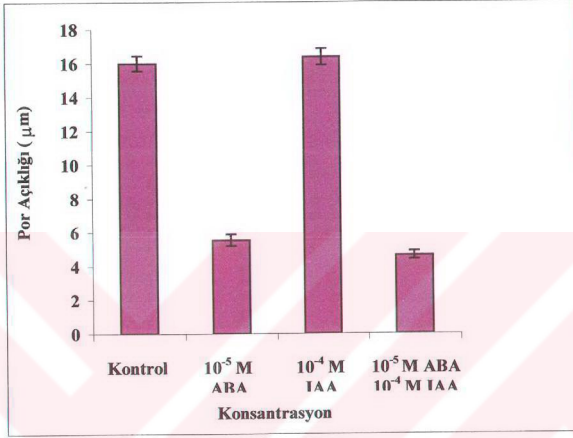
Şekil III.2.1.2: 10^{-4} - 10^{-6} M ABA konsantrasyonlarının *Sedum sp.*, *V.faba*, *A.sativa* ve *A.cepa* stomalarının kapanmasına etkisi.

ABA'nın tek başına değişik türlerdeki bitkiler üzerine olan etkilerinin incelenmesinin yanında bir de bitki büyüme hormonlarından IAA, etilenin öncü maddesi olan ACC ve bir protein sentezi inhibitörü olan CAMP ile beraber stoma üzerine olan etkileri araştırılmıştır (Tablo III.2.1.3 ve Şekil III.2.1.3).

Tablo III.2.1.3: 10^{-5} M ABA ve 10^{-4} M IAA'nın *C.communis*'in stomalarının por açıklığı üzerine olan etkileri.

Konsantrasyon	Por Açıklığı (μm)
Kontrol	16.000 ± 0.436
10^{-5} M ABA	5.533 ± 0.341
10^{-4} M IAA	16.366 ± 0.466
10^{-5} M ABA + 10^{-4} M IAA	4.633 ± 0.246

10^{-5} M ABA ile 10^{-4} M IAA'nın birlikte uygulanmasında kontrol değerlerine göre % 71 oranında stomalarda kapanmanın meydana geldiği saptanmıştır. 10^{-4} M IAA'nın ABA'nın etkisini ortadan kaldırmadığı dikkati çekmektedir.



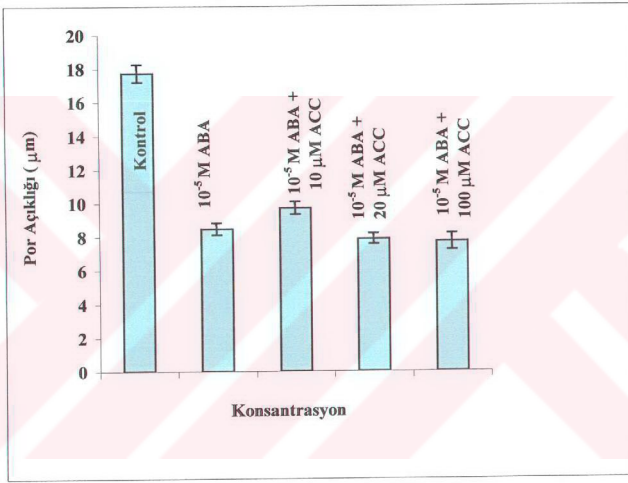
Şekil III.2.1.3: *C. communis*'in stomaları üzerine 10^{-5} M ABA ve 10^{-4} M IAA'nın tek tek ve birlikte etkisi.

Bitki hormonları arasında gaz halindeki tek hormon olan etilenin öncü maddesi ACC ile ABA'nın beraberce stoma üzerine olan etkilerini anlamak için, ABA konsantrasyonu sabit tutularak (10^{-5} M) ACC konsantrasyonları değiştirilmiş ve buna karşı stomanın tepkisi araştırılmıştır (Tablo ve Şekil III.2.1.4).

Tablo III.2.1.4: 10^{-5} M ABA ile 10, 20 ve 100 μM ACC'nin *C. communis* stomalarına olan etkileri.

Konsantrasyon	Por Açıklığı (μm)
Kontrol	17.730 ± 0.527
10^{-5} M ABA	8.466 ± 0.351
10^{-5} M ABA + 10 μM ACC	9.700 ± 0.387
10^{-5} M ABA + 20 μM ACC	7.866 ± 0.309
10^{-5} M ABA + 100 μM ACC	7.700 ± 0.493

Tablodaki değerlere bakılacak olursa kontrole göre 10^{-5} M ABA + 10 μ M ACC konsantrasyonunun % 45.3, 10^{-5} M ABA + 100 μ M ACC konsantrasyonunun ise % 56.6'lık oranla stoma porunun kapanmasına neden olduğu görülmüştür. Artan ACC konsantrasyonu ABA ile sinerjistik bir etki göstermektedir.



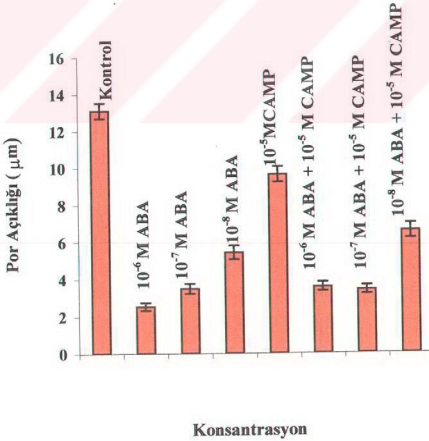
Şekil III.2.1.4: *C. communis*'in stomaları üzerine 10^{-5} M ABA ile 10, 20 ve 100 μ M konsantrasyonlarındaki ACC'nin etkisi.

ABA ile yapılan bir diğer çalışma da bir protein sentezi inhibitörü olan CAMP ile yapılmıştır. Farklı ABA konsantrasyonlarıyla beraber CAMP'ın sabit konsantrasyonu (10^{-5} M) epidermal şeritler üzerine uygulanmıştır (Tablo III.2.1.5 ve Şekil III.2.1.5).

Tablo III.2.1.5: 10^{-6} – 10^{-8} M ABA ile 10^{-5} M kloramfenikol (CAMP) çözeltilerinin *C. communis* stomaları üzerine etkisi.

Konsantrasyon	Por Açıklığı (μm)
Kontrol	13.100 ± 0.413
10^{-6} M ABA	2.533 ± 0.202
10^{-7} M ABA	3.483 ± 0.261
10^{-8} M ABA	5.433 ± 0.367
10^{-5} M CAMP	9.633 ± 0.424
10^{-6} M ABA + 10^{-5} M CAMP	3.566 ± 0.242
10^{-7} M ABA + 10^{-5} M CAMP	3.400 ± 0.237
10^{-8} M ABA + 10^{-5} M CAMP	6.566 ± 0.405

Değerler incelenecek olursa, 10^{-6} M ABA'nın stomaları % 80.7 oranında kapatmasına karşı, 10^{-8} M ABA % 58.5 oranında kapatmaktadır. 10^{-5} M CAMP'ın ise kontrole göre % 26.5 oranında stomayı küçülttüğü, ABA konsantrasyonları ile beraber uygulandığında ise, ABA'nın tek başına uygulandığında stomaya olan etkisini kısmen azalttığı gözlenmiştir.



Şekil III.2.1.5: 10^{-5} M CAMP ile 10^{-6} – 10^{-8} M ABA konsantrasyonlarının *C. communis* stomalarına olan etkisi.

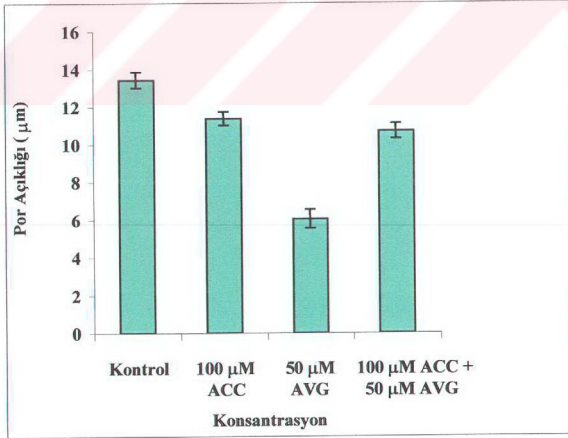
III.2.2. ACC, AVG

Büyümeye ket vuran hormonlardan etilenin öncü maddesi olan ACC ve ACC biyosentezine ket vuran Aminoetoksivinilglisin (AVG)'in *C. communis*'in 3 saat deney tamponuyla inkübasyonu sonunda porları açılmış durumdaki stomaları üzerine 3 saat süreyle olan etkisi incelenmek istenmiştir (Tablo III.2.2 ve Şekil III.2.2).

Tablo III.2.2: 100 μ M ACC ve 50 μ M AVG'nin *C. communis* stomaları üzerine etkisi.

Konsantrasyon	Por Açıklığı (μ m)
Kontrol	13.433 $\pm$ 0.417
100 μ M ACC	11.366 $\pm$ 0.369
50 μ M AVG	6.033 $\pm$ 0.487
100 μ M ACC + 50 μ M AVG	10.700 $\pm$ 0.407

Değerler incelendiğinde, AVG'nin kontrole oranla, % 55.1 stoma porunu kapattığı belirgin bir şekilde görülmektedir.



Şekil III.2.2: 100 μ M ACC ve 50 μ M AVG'nin stoma hareketine etkisi.

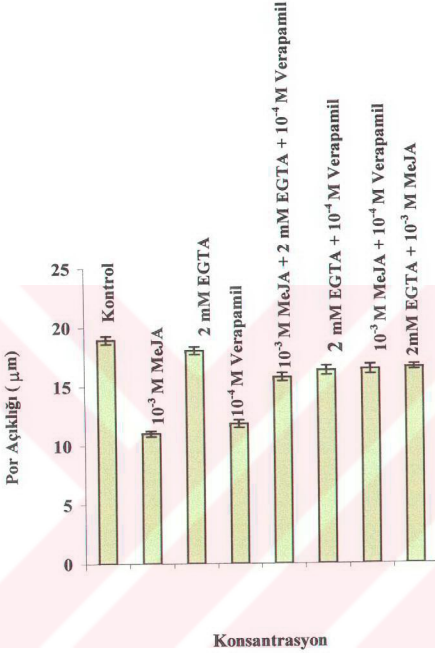
III.2.3. Metil Jasmonik Asit (MeJA), Etilen Glikol – bis (β aminoetil Eter) N, N, N', N' – Tetraasetik Asit (EGTA), Verapamil

Son zamanlarda bitki hormonu gibi iş gören bir madde olarak kabul edilen MeJA ve Ca^{+2} kanalı bloke edicilerinden biri olan verapamil de bu çalışmada kullanılarak stoma poru üzerindeki etkileri kanıtlanmaya çalışılmıştır (Tablo III.2.3.1 ve Şekil III.2.3.1).

Tablo III.2.3.1: *C. communis* yapraklarının stomaları üzerine farklı konsantrasyondaki MeJA, EGTA ve verapamilin etkisi.

Konsantrasyon	Por Açıklığı (μm)
Kontrol	18.933 ± 0.345
10^{-3} M MeJA	11.000 ± 0.234
2 mM EGTA	18.033 ± 0.330
10^{-4} M Verapamil	11.833 ± 0.314
10^{-3} M MeJA + 2mM EGTA + 10^{-4} M Verapamil	15.766 ± 0.337
2 mM EGTA + 10^{-4} M Verapamil	16.333 ± 0.381
10^{-3} M MeJA + 10^{-4} M Verapamil	16.433 ± 0.408
2 mM EGTA + 10^{-3} M MeJA	16.600 ± 0.251

Tablodaki değerler gözden geçirildiğinde, açık durumdaki stomalara 10^{-3} M MeJA uygulanması sonucunda kontrole göre % 41.9 oranında küçülme dikkat çekerken, 10^{-4} M verapamil uygulanmasında ise bu oran % 37.5 olmaktadır. Her iki madde karışım halinde kullanıldığında da, stomalarda fazla kapanma gözlenememektedir.



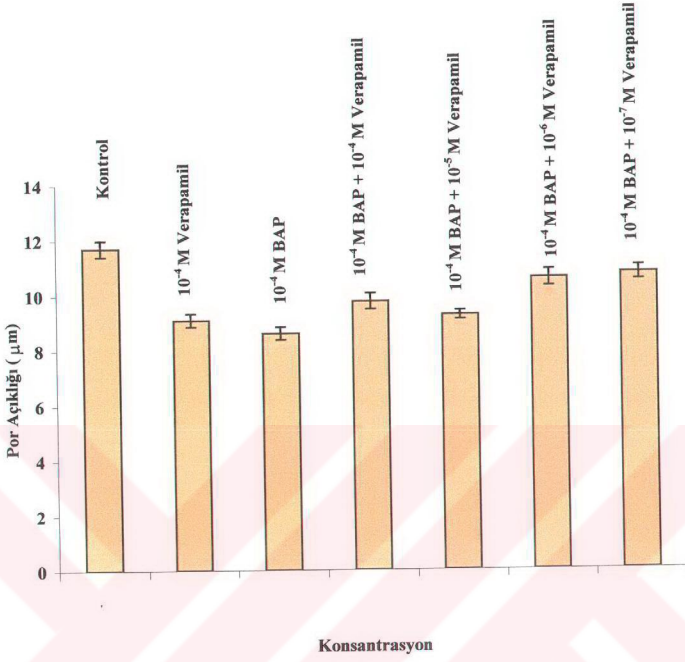
Şekil III.2.3.1: 10⁻³ M MeJA, 2 mM EGTA ve 10⁻⁴ M verapamilin stoma üzerine etkileri.

Ca⁺² kanalı bloke maddelerinden olan verapamilin, bitki büyüme teşvik edicilerinden BAP ile birlikte açık durumda olan stomanın çalışma mekanizması üzerine olan etkileri de araştırılmak istenmiştir. Bunun için BAP'ın sabit konsantrasyonu (10⁻⁴ M) ile verapamilin 10⁻⁴ ile 10⁻⁷ M arasında değişen konsantrasyonları kullanılmıştır (Tablo III.2.3.2 ve Şekil III.2.3.2).

Tablo III.2.3.2: 10^{-4} – 10^{-7} M verapamil ile 10^{-4} M BAP'ın *C.communis* stomaları üzerine etkisi.

Konsantrasyon	Por Açıklığı (μm)
Kontrol	11.700 ± 0.292
10^{-4} M Verapamil	$9.093 \pm 0,243$
10^{-4} M BAP	$8,600 \pm 0,232$
10^{-4} M Verapamil + 10^{-4} M BAP	$9.766 \pm 0,286$
10^{-5} M Verapamil + 10^{-4} M BAP	9.270 ± 0.162
10^{-6} M Verapamil + 10^{-4} M BAP	10.600 ± 0.301
10^{-7} M Verapamil + 10^{-4} M BAP	10.766 ± 0.256

Elde edilen değerler, 10^{-4} M verapamilin uygulandığı stomaların porlarının kontrollara göre % 22.3 oranında kapandığını, verapamilin azalan konsantrasyonları ve BAP'ın sabit (10^{-4} M) konsantrasyonuyla birlikte stoma porlarının tekrar açıldığını göstermektedir.



Şekil III.2.3.2: 10^{-4} – 10^{-7} M konsantrasyonlarındaki verapamil ile BAP'nin 10^{-4} M olan sabit konsantrasyonunun *C. communis* stomaları üzerine etkileri.

III.3. Herbisitin Stoma Hareketi Üzerine Etkisi

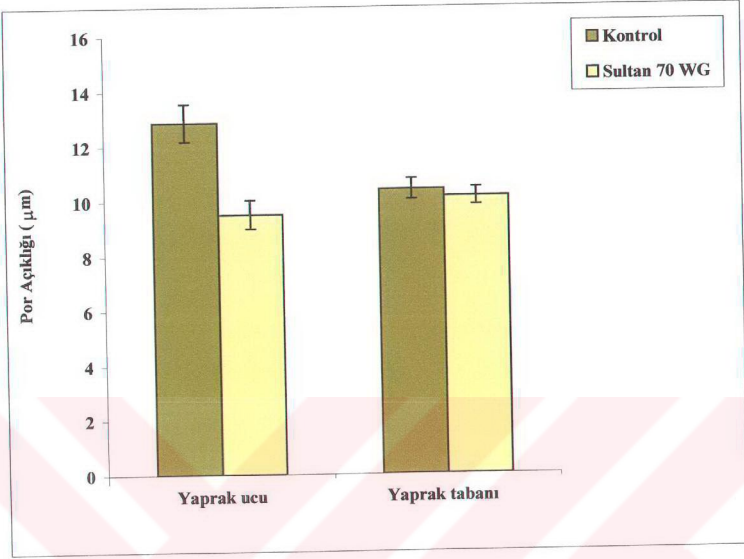
V.faba, *C.communis* ve *Z.mays* yaprak stomaları üzerine uygulanan Sultan 70 WG'nin etkileri incelenerek stoma por çaplarının ölçümleri yapılmıştır. Bu deneylerde *V.faba* ve *C.communis*'in seçilmesindeki neden, adı geçen bitkilerin epidermal şeritlerinin kolay soyulabilmelerinden dolayı stoma çalışmalarında çok yaygın olarak kullanılmalarıdır. *Z.mays* ise C₄ bitkisi olması nedeniyle seçilmiştir.

Bu çalışmada Sultan 70 WG ile ilk yapılan deney, *V.faba*'nın yaprak ucu ve tabanındaki stomalar açık durumda iken adı geçen herbisit 3 saat boyunca uygulanması şeklinde olmuştur (Tablo III.3.1 ve Şekil III.3.1).

Tablo III.3.1: *V.faba*'nın yaprak ucundan ve tabanından alınan epidermal şeritlerin deney tamponundaki 3 saatlik inkübasyonu ile stoma porları açık durumda iken 3 saat süreyle uygulanan Sultan 70 WG'ye stomaların cevabı.

	Por Açıklığı (μm)	
	Yaprak ucu	Yaprak tabanı
Kontrol	12.858 ± 0.684	10.406 ± 0.382
Sultan 70 WG	9.508 ± 0.515	10.139 ± 0.319

Verilere göre, *V.faba* 'nın yaprak uçlarındaki stoma porlarından Sultan 70 WG uygulanmış olanların kontrollara göre % 26.1 oranında kapalı oldukları saptanmıştır. Bu oran yaprak tabanındakilerde ise % 2.6'ya düşerek, Sultan 70 WG'nin etkisinin olmadığını göstermektedir.



Şekil III.3.1: *V.faba*'da yaprağın farklı kısımlarındaki stoma hareketine Sultan 70 WG'nin etkisi.

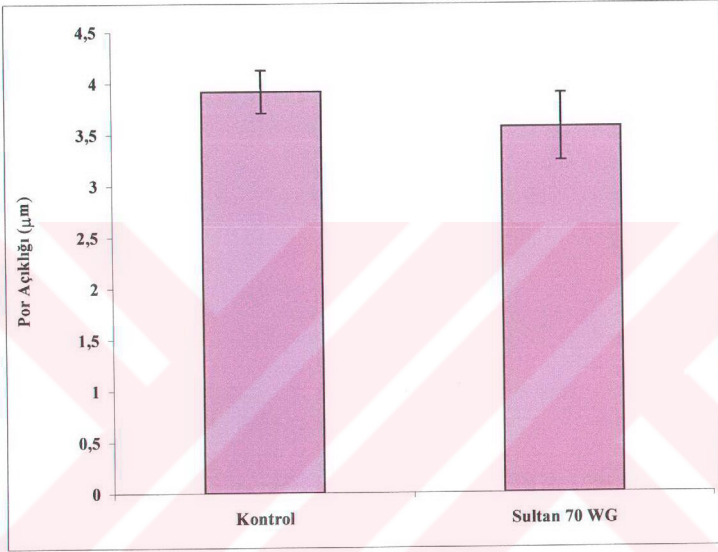
Stoma porları kapalı iken herbisit uygulanmasının etkisini araştırmak üzere, bütün gece karanlıkta bırakılmış olan kapalı durumdaki *C.communis* stomalarına Sultan 70 WG'nin uygulanmasının stoma üzerindeki tepkisi incelenmeye çalışılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo III.3.2 ile Şekil III.3.2'de özetlenmiştir.

Tablo III.3.2: *C.communis*'in kapalı olan stomalarına 3 saat süreyle uygulanan Sultan 70 WG'nin etkisi.

	Por Açıklığı (µm)
Kontrol	3.917 ± 0.209
Sultan 70 WG	3.571 ± 0.330

Elde edilen değerlere göre, gece periyodunu henüz tamamlamış olan *C.communis* stomalarına Sultan 70 WG, 3 saat süreyle uygulanarak stoma açılmasına

olan etkisi araştırıldığında, kontrol bitkilerine oranla deney bitkilerinin stomalarının % 8.8 oranında daha az açıldığı görülmüştür.



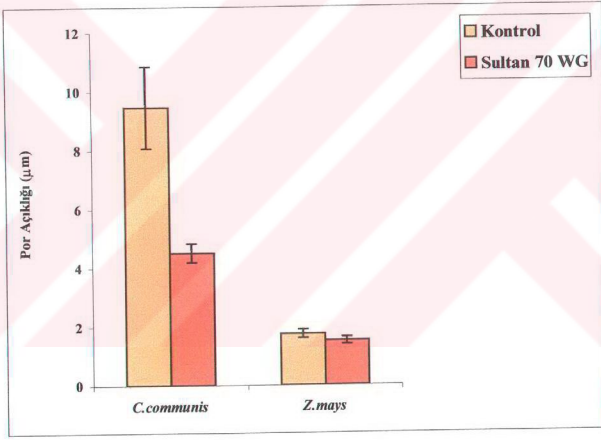
Şekil III.3.2: Stomaları kapalı olan *C.communis*'e Sultan 70 WG'nin etkisi.

Sultan 70 WG ile yapılan bir diğer çalışma da, *C.communis* ve *Z.mays* epidermal şeritlerinin deney tamponunda 3 saat bırakılarak açık duruma getirilmiş olan stomalarına, 3 saat süreyle uygulanan Sultan 70 WG'nin stoma kapanmasına olan etkisinin incelenmesidir (Tablo III.3.3 ve Şekil III.3.3).

Tablo III.3.3: *C. communis* ve *Z. mays*'in açık olan stomalarına Sultan 70 WG'nin etkisi.

	Por Açıklığı (μm)	
	<i>C. communis</i>	<i>Z. mays</i>
Kontrol	9.458 ± 1.380	1.753 ± 0.145
Sultan 70 WG	4.505 ± 0.316	1.511 ± 0.121

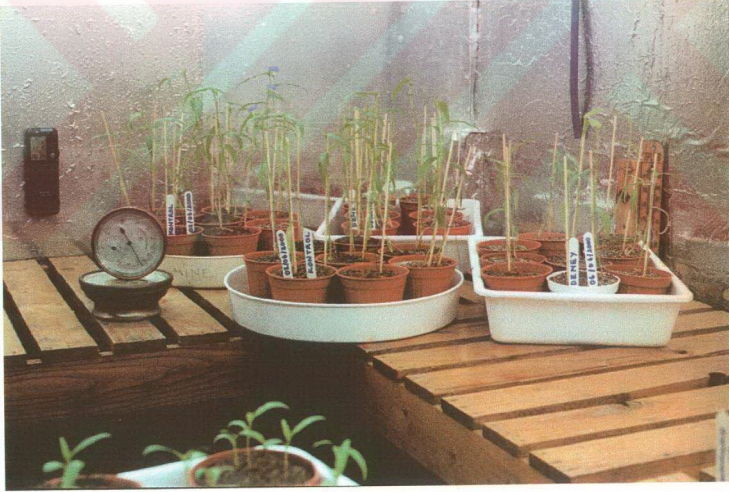
C. communis ve *Z. mays* yaprak stomalarının por ölçümleri incelendiğinde, kontrole göre sırasıyla % 52.4 ve % 13.8 oranlarında porun kapandığı belirlenmiştir.



Şekil III.3.3: *C. communis* ve *Z. mays*'in açık durumdaki stomalarına Sultan 70 WG'nin etkisi.

III.4. *C. communis*'e Herbisit Uygulanması İle İlgili Biyokimyasal Çalışmalar

C. communis bitkileri 3-4 yapraklı evreye ulaştıklarında Sultan 70 WG'nin uygulanmasını takiben 4 hafta sonra, herbisitli olan deney bitkilerinin ve hiçbir uygulama yapılmamış olan kontrol bitkilerinin genel görüntüleri, Resim III.4'de görülmektedir.



Resim III.4: Herbisit uygulanmış ve uygulanmamış olan *C. communis* bitkilerinin genel görüntüleri.

III.4.1. Bitkilerin Boy Uzunlukları, Taze ve Kuru Ağırlıkları

C. communis bitkilerinde Sultan 70 WG herbisitine karşı oluşan morfolojik farklılıkları tespit etmek için kontrol ve deney bitkilerinin gövde uzunlukları ile gövde – yaprak kuru ve taze ağırlıklarının ölçümü yapılmak istenmiştir. Deney ve kontrol bitkilerinin, herbisit püskürtüldükten sonraki 4. haftada elde edilen boy uzunluklarına ait görüntü Resim III.4.1’de yer alırken, gövde uzunlukları ile yaprak ve gövde taze – kuru ağırlık değerleri Tablo III.4.1 ve Şekil III.4.1’de görülmektedir.

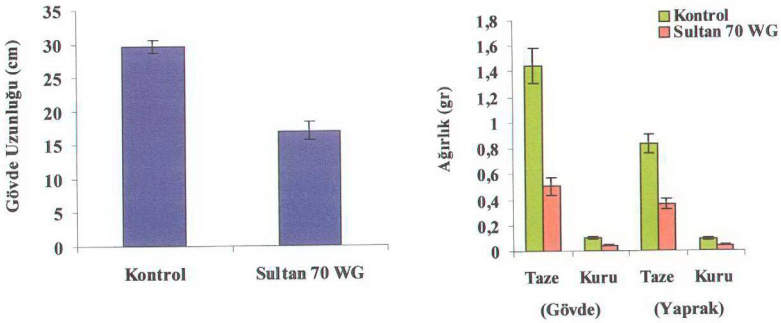


Resim III.4.1: Herbisit uygulanmış ve uygulanmamış olan *C. communis* bitkilerinin boy uzunluklarının görüntüsü.

Tablo III.4.1: Sultan 70 WG uygulanmış *C.communis* bitkilerine ait gövde uzunlukları ile yaprak ve gövdeye ait taze – kuru ağırlık ölçümleri.

		Kontrol	Sultan 70 WG
Gövde Uzunluğu (cm)		29.650 ± 0.939	16.980 ± 1.318
Gövde	Taze Ağırlık (gr)	1.447 ± 0.131	0.505 ± 0.066
	Kuru Ağırlık (gr)	0.104 ± 0.009	0.046 ± 0.006
Yaprak	Taze Ağırlık (gr)	0.833 ± 0.074	0.361 ± 0.040
	Kuru Ağırlık (gr)	0.094 ± 0.008	0.042 ± 0.005

Ölçülen değerlere göre, Sultan 70 WG püskürtülmüş olan *C.communis* bitkilerinin, gövde uzunluklarının kontrol bitkilerinininkilere göre % 42.7 oranında kısa olup, gelişemediği görülmüştür. Gövde taze ağırlık ölçümlerinde, deney bitkilerinde kontrollara göre % 65.1 oranında ağırlık azalışı gözlenirken, kuru ağırlık değerlerinde de bu azalma oranı % 55.8 dir. Yaprak taze ağırlık ölçümlerinde ise, deney bitkilerinde kontrol bitkilerine göre olan azalış % 56.7 iken kuru ağırlık verilerinde bu oran % 55.3 dür.



Şekil III.4.1: *C.communis* bitkilerine Sultan 70 WG uygulanmasının sonucunda elde edilen gövde uzunlukları ile yaprak ve gövdeye ait taze – kuru ağırlık ölçümleri.

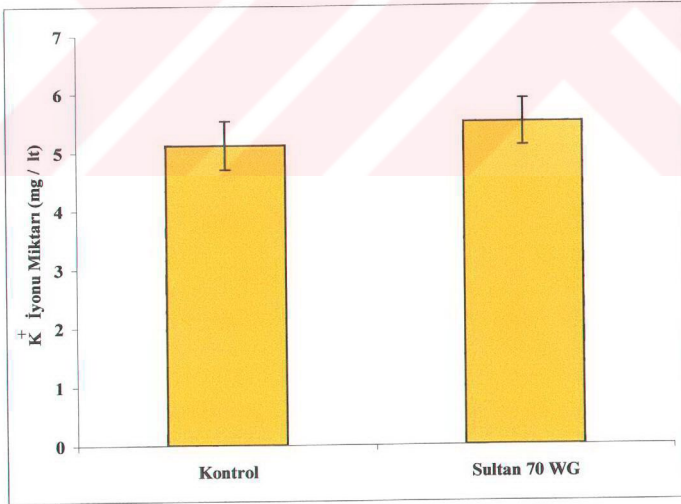
III.4.2. Stoma Bekçi Hücrelerindeki K^+ İyonu Miktarı

C. communis bitkilerine Sultan 70 WG püskürtülmesinden sonraki 4.haftada, yaprak epidermislerinden izole edilen stoma bekçi hücrelerindeki K^+ iyonu miktarı ölçülmek istenmiştir (Tablo III.4.2 ve Şekil III.4.2).

Tablo III.4.2: Stoma bekçi hücrelerindeki K^+ iyonu miktarına Sultan 70 WG'nin etkisi.

	K^+ iyonu miktarı (mg / lt)
Kontrol	5.115 ± 0.415
Sultan 70 WG	5.500 ± 0.400

Elde edilen verilere göre, Sultan 70 WG uygulanmış bitkilerin stoma bekçi hücrelerinde 4 hafta sonra yapılan K^+ iyonu miktar ölçümlerinde kontrol bitkilerindekilere göre % 7.5 oranında artış görülmektedir.



Şekil III.4.2: Sultan 70 WG uygulanmış *C. communis*'in stoma bekçi hücrelerindeki K^+ iyonu miktarı.

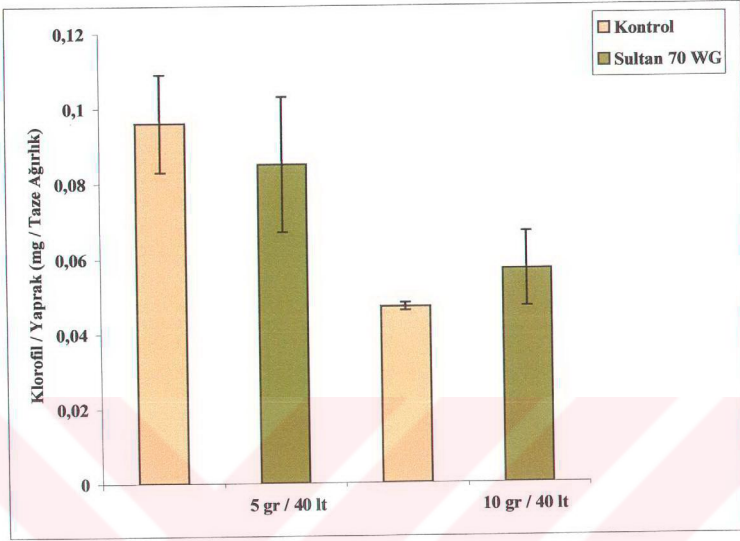
III.4.3. Stoma Bekçi Hücrelerindeki Klorofil Miktarı

Sultan 70 WG püskürtülmüş *C.communis* bitkilerinin stoma bekçi hücrelerindeki klorofil miktar belirlemeleri, püskürtme işleminden sonraki 4.haftada yapılmıştır. Bu çalışmada herbisit uygulamasında, Sultan 70 WG 5gr / 40 lt ve 10gr / 40 lt oranlarında sulandırılarak püskürtülmüştür. Sultan 70 WG'nin klorofil içeriği üzerine olan etkileri Tablo III.4.3 ve Şekil III.4.3'de gösterilmiştir.

Tablo III.4.3: Sultan 70 WG'nin stoma bekçi hücrelerinin klorofil miktarına etkisi.

	Klorofil / Yaprak (mg / taze ağırlık)		Klorofil / Yaprak (mg / taze ağırlık)
Kontrol	0.096 ± 0.013	Kontrol	0.047 ± 0.001
Sultan 70 WG	0.085 ± 0.018 (5 gr / 40 lt)	Sultan 70 WG	0.057 ± 0.010 (10 gr / 40 lt)

Klorofil değerlerine bakılırsa, iki kat miktarda herbisit uygulanmış olan stomalarda diğerine oranla klorofil miktarında azalma meydana geldiği görülmektedir. Kontrol ölçümleriyle deney ölçümleri karşılaştırılırsa, 5gr / 40 lt lik uygulamada % 11.5 oranında azalma oluşurken, 10g / 40 lt lik uygulamada ise % 21.3 oranında artışın meydana geldiği tespit edilmektedir.



Şekil III.4.3: Sultan 70 WG uygulanmış stoma bekçi hücrelerindeki klorofil miktarı.

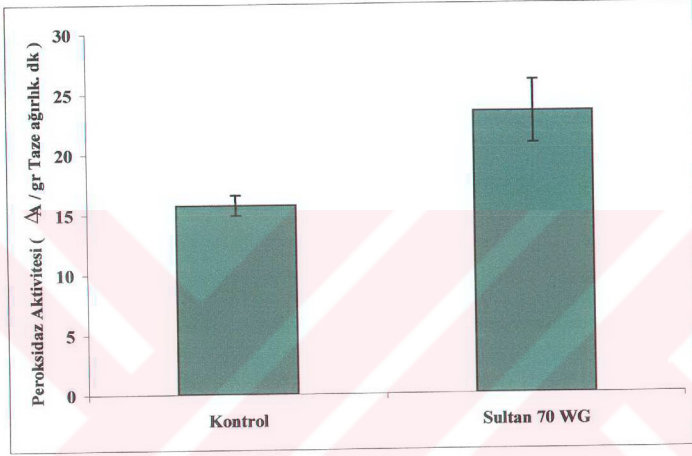
III.4.4. Peroksidaz Miktarının Ölçülmesi

C. communis bitkilerine Sultan 70 WG'nin püskürtülmesinden sonraki 4. haftada, yapraklardaki peroksidaz aktivitesi araştırılmak istenmiştir (Tablo III.4.4 ve Şekil III.4.4).

Tablo III.4.4: Sultan 70 WG'nin *C. communis* yapraklarındaki peroksidaz aktivitesine olan etkisi

	Peroksidaz Aktivitesi / Yaprak (ΔA /gr taze ağırlık. dk)
Kontrol	15.720 ± 0.850
Sultan 70 WG (10 gr / 40 lt)	23.410 ± 2.620

Sonuçlar incelendiğinde, Sultan 70 WG uygulanmış olan *C. communis* yapraklarındaki peroksidaz aktivitesinin kontrol yapraklarındaki enzim aktivitesine göre, % 48.9 oranında arttığı görülmektedir.



Şekil III.4.4: Sultan 70 WG (10 gr / 40 lt) uygulanmış *C. communis* yapraklarındaki peroksidaz aktivitesi.

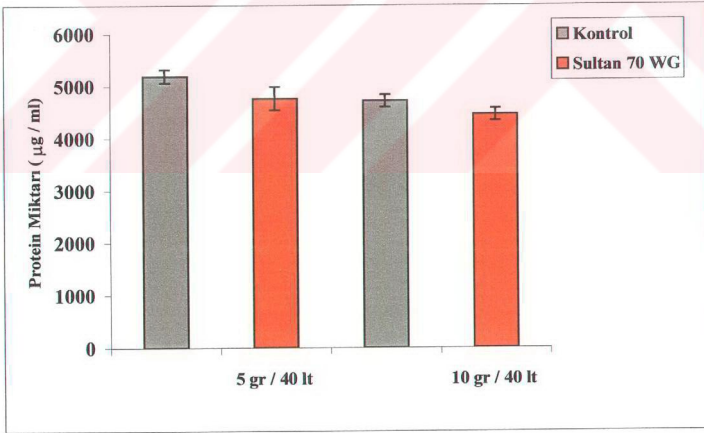
III.4.5. Total Protein Miktarının Spektrofotometrik Olarak Ölçülmesi

C. communis bitkilerine 5 gr / 40 lt ve 10 gr / 40 lt olarak uygulanan Sultan 70 WG'nin, 4 hafta sonunda bitkilerin yaprak protein miktarlarında değişiklik oluşturup oluşturmadığını anlamak amacıyla, yaprakların total protein miktarları ölçülmek istenmiştir. Sonuçlar spektrofotometrik olarak belirlenmiştir (Tablo III.4.5 ve Şekil III.4.5).

Tablo III.4.5: Sultan 70 WG'nin *C.communis* bitkisinin yaprak proteinlerine olan etkisi.

	Yaprak Total Proteini ($\mu\text{g} / \text{ml}$)		Yaprak Total Proteini ($\mu\text{g} / \text{ml}$)
Kontrol	5189.898 $\pm$ 126.853	Kontrol	4711.111 $\pm$ 116.002
Sultan 70 WG	4758.181 $\pm$ 221.075 (5 gr / 40 lt)	Sultan 70 WG	4450.501 $\pm$ 120.862 (10 gr / 40 lt)

Değerlere bakıldığında, Sultan 70 WG uygulanmış yaprakların protein miktarlarının kontrol yapraklarına göre, az olduğu dikkati çekmektedir. Bu oran 5 gr / 40 lt olanlarda % 8.3 iken, 10 gr / 40 lt olanlarda ise % 5.5 tir.



Şekil III.4.5: *C.communis* yaprak proteinlerine Sultan 70 WG'nin etkisi.

IV. TARTIŞMA ve SONUÇ

Yaşadığımız 2000'li yıllarda gelişen teknolojik imkanlar bitkilerden en fazla verimin elde edilebilmesi için gerekli tüm çabayı ortaya koymaktadır. Günümüzde, bitkilerle ilgili çalışan bilim adamlarının bitki biyoteknolojisi, bitki hormonlarının tarım sektörüne uygulanması, bitki doku kültürü, bitkileri zararlılarından koruma gibi alanlarda yaptıkları araştırmalar sonucunda amaç hep daha verimli aynı zamanda daha ekonomik bitki türlerini elde etmek olmuştur. Dolayısıyla bu işlerin başarıyla gerçekleşmesinde bitki büyüme maddelerinin ve bitkiyi, ona zarar verecek olanlardan koruma tekniklerinin rolü küçümsenmeyecek derecede önemlidir. Bitkinin daha verimli olması, onun daha iyi fotosentez ve solunum yapması, çevre faktörlerine paralel olarak, su kaybını azaltıp - çoğaltması gibi durumlarla bağlantılıdır. Bitkinin gaz alış - verişinde ve su ekonomisinde en önemli epidermal yapısı stomalarıdır. Stomalar çok duyarlı olmakla beraber, gerektiği zaman bitkiyi olumsuz tüm koşullara karşı korumaktadırlar. Stoma mekanizması, şimdiye kadar yapılan pekçok araştırmayla anlaşılmaya çalışılmıştır. Fakat yine de bazı yönlerden açık noktalar göze çarpmaktadır. Yapılan bu çalışmada da, bitki büyüme teşvik edici ve ket vurucu maddelerinin bazılarının, farklı bitki türlerinin stoma çalışma mekanizmaları üzerine tek tek ve bazen de beraber uygulanması sonucu, stomanın verdiği tepki araştırılmaya çalışılmıştır.

Literatür bilgilerine göre; her ne kadar IAA'nın stomanın açılmasını teşvik ettiği bilinmesine rağmen, mekanizma hakkında doyumsatıcı bir hipotez ileri sürülememiştir. Bu araştırmada farklı özellikteki bitki grupları seçilip, değişik konsantrasyonlarda IAA'nın yaprak stomaları üzerine olan etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, 10^{-4} M'lık konsantrasyona ait por çapı ölçümlerinin kontrole yakın değerlerde seyrettiği gözlenmiştir. Buna karşın, 10^{-6} M gibi düşük IAA konsantrasyonundaki por ölçümlerinin, kontrol ölçümlerine göre bitkilerde sırasıyla % 13.6, % 7.4 ve % 17.2 lik oranlarda küçük olduğu saptanmıştır (Tablo III.1.1.1 ve Şekil III.1.1.1). Buna göre IAA'nın yüksek konsantrasyonlarının adı geçen bitkilerde stoma porunu kapatmadığı, kontrole yakın değerlerde seyrettiği söylenebilir. Elde edilen bu sonuçlar literatür bulguları ile tam bir uyum içindedir [19, 23, 24]. Ayrıca IAA'nın CO_2 'e atfedilen stoma kapanmasını elimine ettiği [20]

ve sentetik oksin olan 2,4-D ve NAA'nın tütün stomalarını kapattığı [21] da ileri sürülmektedir.

V.faba'dan elde edilmiş epidermal şeritlere Kin ile birlikte IAA uygulandığında ise, 10^{-3} M IAA'nın ve 10^{-4} M Kin'in stoma üzerine olan etkilerinin beraber uygulandıklarındaki değerle benzer olduğu ve bunun stoma por çaplarını az da olsa kapatıcı yönde olduğu, özellikle beraber uygulandıklarında kontrole göre % 24.5 oranında stomayı küçültücü etkide olduğu görülmektedir (Tablo III.1.1.2 ve Şekil III.1.1.2).

Araştırmanın bu kısmında; bir başka bitki büyüme teşvik edicilerinden GA_3 'ün değişik bitki türlerinde denenip, bu sonucun araştırılmasına çalışılmıştır. GA_3 deneylerinde stoma ile ilgili araştırmalarda, epidermal şeritlerin kolay elde edilmesinden dolayı tercih edilen bitkiler olan *C.communis*, *V.faba*, *R.discolor*, *Sedum sp.*, *A.cepa* kullanılarak bunların GA_3 'ün farklı konsantrasyonlarına karşı verdikleri tepkiler araştırılmak istenmiştir. Tablo III.1.2.1 ve Şekil III.1.2.1 deki verilere göre *V.faba*, *R.discolor* ve *C.communis*'de stoma porlarının 10^{-3} M GA_3 konsantrasyonunda kontrole göre sırasıyla % 11.2, 15.6 ve 29.1 oranında kapandığı, 10^{-4} ve 10^{-5} M GA_3 konsantrasyonlarındaki değerlerin ise kontrole göre büyük olduğuna dikkat edilirse, yoğun konsantrasyon olan 10^{-3} M'in stoma üzerinde kapatıcı etki yaptığı söylenebilir. Tablo III.1.2.2 ve Şekil III.1.2.2 de gösterilen sonuçlarda *Sedum sp.* ve *A.cepa*'nın 10^{-6} M GA_3 'deki stoma por çaplarının kontrol değerlerine göre sırasıyla % 10.6 ve % 26.7 oranlarında küçük olduğu görüldüğünden konsantrasyonun azalmasıyla stoma porunun kapandığı dikkati çekmektedir. Bu durumda bazı bitkilerin GA_3 'e verdiği cevapların farklı olabileceği düşünülebilir. GA_3 'ün stoma hareketi üzerine olan etkisi hakkında çok az kaynak [23] olması da bu bulgulara özel bir önem vermektedir.

Bitki büyüme maddelerinden olan sitokininlerin stoma açılmasını teşvik ettiği [27, 28, 29, 30], bazılarına göre etkisinin az olduğu [25, 26], bazen de etkisiz olduğu [139, 140] gösterilmiştir. Bu belirsizlik göz önüne alınarak yapılan çalışmada da Kin, C_4 bitkilerinden olan *Z.mays*'ın yaprak ucu ve tabanındaki stomalara açıkken veya kapalıyken uygulanarak stomalarının cevabı incelenmiştir. Yaprak ucundaki stomalara açık olduğu zamanda 10^{-4} M Kin uygulandığında, kontrollara göre stoma

poru % 13.3 oranında daha fazla açılmıştır. Yaprak ucundaki genç epidermis hücresi stomalarının 10^{-4} M Kin ile açılması, Incoll ve arkadaşlarının yine bir C_4 türü otsu bitki olan *A. pubescens*'in izole edilmiş epidermislerinde Kin ile yaptıkları araştırmaları doğrular niteliktedir [27, 28]. Aynı miktar Kin yaprak tabanındaki stomalarda ise % 13.1'lik kapanmaya neden olmuştur (Tablo III.1.3.1 ve Şekil III.1.3.1). Bunun paraleli olan ve kapalı stomalara uygulanan 10^{-4} M Kin'in yaprak ucundaki stomaları daha da kapattığı (%20.7) yaprak tabanındaki porları ise % 4.6 oranında küçülttüğü ortaya çıkarılmıştır (Tablo III.1.3.2 ve Şekil III.1.3.2). Bir diğer sitokinin olan zeatine karşı *V.faba*'nın stoma por ölçümlerinde kontrole göre 10^{-5} ve 10^{-6} M'daki % 18.6 ve % 0.3'lük, *C.communis* de ise % 5.8 ve 4.9'luk küçülmelerin Blackman ve Davis'in *C.communis* ile yapmış olduğu çalışma ile de uyum göstermektedir [139]. Yine sitokininlerden olan BAP'ın 10^{-4} M'lık konsantrasyonu, *C.communis*'in yaprak uç ve tabanındaki açık olan stomalara uygulandığında, yaprak ucundaki stomalarda kontrole göre % 13.7 oranında açılma gözlenirken yaprak tabanındakilerde % 5 oranında kapanma farkedilmektedir (Tablo III.1.3.6 ve Şekil III.1.3.6). Yaprak ucu ve tabanından alınan epidermal şeritlerdeki stomaların sitokininlere karşı olan farklı cevapları, bu hücrelerin farklı metabolik aktiviteye sahip olmalarıyla açıklanabilir. 1984'de Blackman ve Davies'in bu çalışmaya benzer olan araştırmalarında, mısır stomalarının büyüme maddelerine (sitokininler ve ABA) karşı olan cevaplarının yaprağın yaşı ile değiştiğine işaret edilerek, özellikle stomaların sitokininlere karşı olan cevaplarının, yaşlı yapraklarda çok daha belirgin olabileceği öne sürülmüştür [141]. Bu çalışmayı destekleyen bir başka araştırma da *Capsicum annuum* ile yapılmış olup, hızlı büyüyen yaprakların alt kısmındaki dokularda büyümenin fazlalığı ve yaprak ucuna yakın yerlerde büyüme oranının düşüklüğüyle, zeatin ve zeatin ribozidin dağılımının uyum gösterdiği tespit edilmiştir [142]. Yine literatürde sitokininlerle yapılan bir çalışmada da, eksojen BA tarafından yaprak alanında meydana gelen büyüme artışının, yaprak dokusunun karbonhidrat metabolizması veya sukroz artışına neden olmadığı belirtilmektedir [143]. Bu literatür bulguları, sitokininlerin yapraktaki büyümeyi etkilerken stomaların çalışmasını da düzenleyebileceğini düşündürmektedir. Sitokininlere karşı yaprak uç ve tabanında oluşan farklı cevaplar, bunun stomaların heterojenliği ile de bağlantısının olabileceğini [144, 145] ve ayrıca stoma iletkenliğinin de bunda rolü

bulunabileceğini düşündürmektedir [146, 147]. Bu araştırmada sitokininlerle ilgili elde edilen sonuçlar, kaynaklarda gösterilen araştırmacıların verileri ile de paralellik göstermektedir [22, 27, 28, 29, 32, 140, 148, 149]. Böylece sitokininlerin, yaprakların genç kısımlarındaki açık stomayı biraz açtığı, olgun bölgedekini ise kapattığı; yaprağın uç ve taban kısmındaki kapalı stomaları ise daha da kapattığı açık bir şekilde ortaya konmuştur.

Araştırmanın bundan sonraki kısmında, bitkilerin metabolizma fizyolojisindeki anabolik ve katabolik olayların düzenlenmesinde çok önemli rol üstlenen stomaların mekanizması üzerinde büyüme ket vurucusu olan ABA'nın etkisi incelenmek istenmiştir. Bu nedenle ABA'nın çeşitli bitkilerin stoma mekanizmaları üzerindeki etkisini daha güncel bir şekilde (Ca^{+2} kanalı, malat⁻² kaybı, K^{+} giriş-çıkışı v.b.) açıklamak amacı güdülmüştür. Stoma çalışma mekanizmasını olumsuz yönde etkileyen ABA çeşitli bitkilerin yaprak epidermislerine farklı konsantrasyonlar şeklinde uygulandığında, ölçülen stoma por çaplarının değerlerine göre, ABA'nın stomanın açılma fonksiyonunu inhibe ettiği gözlenmektedir. Bu durum literatürde geniş şekilde incelenmiş ve yapılan deneylerle kanıtlanmıştır [26, 33, 34, 42, 43, 56, 58, 59, 60, 62, 63, 77, 88, 150]. Bu çalışmadaki ABA deneylerinde kullanılan *R.discolor*, *C.communis*, *Sedum sp.*, *V.faba*, *A.sativa* ve *A.cepta*'nın stoma porlarında meydana gelen kapanmanın, ABA konsantrasyonları yoğunlaştıkça arttığı gözlenmektedir. 10^{-3} M ABA ile ilgili ölçümlerde, stoma porlarındaki kapanmanın ortalama % 45.6 larda olduğu, bunun 10^{-4} M'da % 34.2, 10^{-5} M'da % 27.5 ve 10^{-6} M da ise % 11 lere düştüğü tespit edilmiştir (Tablo III.2.1.1, Şekil III.2.1.1 ve Tablo III.2.1.2, Şekil III.2.1.2). Elde edilen bu veriler de ABA'nın stoma kapanmasında oynadığı önemli rolü bir kez daha seçilen değişik bitkilerle vurgulamaktadır. Bu durum Fitzsimons ve Weyers'in [151] *C.communis*'in stoma bekçi hücrelerine ABA'nın etkisini araştırmak için yaptıkları çalışma ile uyum içerisinde bulunmaktadır [33, 56, 60, 63, 77, 150]

Yüksek bitkilerin yaprak epidermisindeki stoma porlarının kapanmasının, bekçi hücrelerinden malat^{2-} ın ve K^+ un ayrılması nedeniyle olduğu bilinmektedir [75]. Ayrıca son yıllarda, bitkilerdeki sinyal iletiminin ayrıntılı araştırılmasına çok fazla ilgi duyulmaktadır. Bekçi hücreleriyle yapılan araştırmaların sonuçları, sinyal iletiminde rol oynayan pekçok bileşenin varlığı hakkındaki bulguları kuvvetle tanımlamaktadır. Stoma bekçi hücrelerinde mümkün olabilen Ca^{+2} un rol oynadığı ABA sinyal iletim yollarının araştırılması ile ilgili olarak önemli çalışmalar bulunmaktadır [1, 134, 152]. Bu yayınlara göre stomanın hareket mekanizmasını özetlemek gerekirse şunları söylemek yerinde olur; Sinyal algılama plazma membran (PM) reseptörüne (veya taşıyıcı proteine) ABA'nın bağlanması veya membran lipidleriyle ilişkiye girmesi şeklinde olmakta, PM'daki ABA teşvikiyle oluşan K^+ çıkış kanallarının aktivasyonu yoluyla stoma kapanması meydana gelmektedir. Fosfoinositol mekanizmasıyla karşılıklı etkileşim yoluyla hücre içi depolardan Ca^{+2} un serbest kalması veya içeri geçmesiyle $[\text{Ca}^{+2}]_{\text{cyt}}$ (sitosolik Ca^{+2}) da artışın meydana gelmesi ve Ca^{+2} stimülasyonu ile içsel K^+ kanallarının inhibe edilmesi sonucunda stoma açılması önlenmektedir.

Bekçi hücresindeki sitosolik serbest Ca^{+2} da ABA'ya bağlı olarak meydana gelen artışın stoma kapanmasından sorumlu olan hücre içi mekanizmayı tetiklediği belirtilerek, bu hipotezi doğrulamak için, ^{45}Ca akışlarının ölçülmesi yoluna gidildiği, bunun için floresans Ca^{+2} indikatörü olan fura-2 kullanıldığı ve *C. communis*'de ABA'nın, bekçi hücresinin serbest sitosolik Ca^{+2} da hızlı artışlara neden olduğu ve bu artışın stoma kapanmasından önce oluştuğu rapor edilmiştir. Bulunan sonuçların, Ca^{+2} un bu cevapta hücre içindeki bir ikinci mesajcı olduğu düşüncesini kuvvetle desteklediği ifade edilmiştir [43].

Kuraklık, tuzluluk ve düşük sıcaklık gibi stres koşulları altındaki bitki dokularında konsantrasyonu artan ABA'nın, bitkilerde su alımını azaltarak zarar meydana getiren stres hormonu olduğu ve bu maddenin hedef hücrelere ulaşması sonucunda da bitkinin tamamında strese karşı bir tolerans geliştiği bilinmektedir [33, 35, 56, 62, 63]. Bu çalışmada da ABA konsantrasyonlarına karşı stomalarda

meydana gelen kapanmaların bitkide oluşan stresin bir belirtisi olduğu ortadadır. Burada ABA ile ilgili deneylerde, konsantrasyonla da bağlantılı olarak hücre içi Ca^{+2} un artması sonucunda stoma kapanma mekanizmalarının uyarılması ile stomaların porlarında daralmanın olduğu şüphesizdir.

ABA ile IAA'nın stoma üzerine olan karşılıklı etkileşimini anlamak amacıyla her ikisinin de birbirlerine yakın konsantrasyonlardaki çözeltileri epidermal şeritlere uygulandığında, Tablo ve Şekil III.2.1.3'de görüldüğü gibi, IAA'nın stoma açılmasını sağlamasının yanında, ABA'nın stoma kapanmasını teşvik etmesine karşılık, her iki madde beraber uygulandığında ABA, IAA üzerine olan dominantlığını korumaktadır.

Üzerinde az çalışma yapılan ve stomayı açtığı bilinen CAMP'ın epidermal şeritlere ABA beraberinde ve yalnız uygulanmasında, CAMP'ın tek başına stoma üzerine, ABA ile beraber olduğu zamankinden daha fazla etkili olduğu, stoma porunun açılmasına engel olmadığı görülmektedir (Tablo III.2.1.5 ve Şekil III.2.1.5). Park ve Thimann'ın bir araştırmasında karanlıkta senesens geciktirici, stoma açıcı ve klorofil miktarını koruyucu olarak rol oynadığından bahsedilen CAMP'ın ışıklı koşullarda ise zıt etkilere sahip olarak, klorofil yıkımını arttırdığı ve stomayı kısmen veya tamamen kapattığı şeklinde açıklamalara gidilmiştir [153]. Bu çalışmadaki sonuçlara göre, *C. communis*'in stomalarının 10^{-6} M ABA çözeltisine karşı verdiği cevapta kontrol değerlerine oranla % 80.7'lik por kapanması meydana gelmişken, 10^{-5} M CAMP çözeltisi uygulamasında ise bu değer % 26.5 lik kapanma oluşturduğu görülmüştür. Her iki madde birlikte kullanıldığında, kapanma değerinin % 72.8'e çıkarak CAMP'ın ABA ile birlikte daha etkin bir durum göstererek stoma porunu kapatıcı rol üstlendiği söylenebilmektedir. Burada ışık altında yapılan çalışmada, CAMP'ın stoma üzerinde çok olumsuz etkisi olmadığından, Park ve Thimann'ın çalışması ile kısmen zıt sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

Araştırmanın hormonlarla ilgili son kısmında, bitki büyüme ketvurucularından olan etilenin öncü maddesi durumundaki ACC ile ABA'nın birlikte *C. communis* bitkisinin epidermal şeritlerine uygulanması sonucu (Tablo III.2.1.4 ve Şekil III.2.1.4), stoma por çaplarının ölçülmesinde ACC + ABA birlikteliğinde ACC'nin pozitif etkisinin görülmediği, 100 μ M ACC + 10^{-5} M ABA konsantrasyonunda ise en düşük değere ulaşıldığı gözlenmektedir. ACC ile bir etilen inhibitörü olan AVG'nin tek tek ve beraber epidermal şeritlere uygulanması durumunda (Tablo III.2.2 ve Şekil.III.2.2), ACC'nin kontrole göre % 15.4'lük bir por küçülmesi meydana getirdiği ve stoma açılmasını engellemediği, AVG'nin ise yine kontrole göre % 55.1'lik bir por küçültmesi ile stoma üzerine olumsuz etkisinin olduğu görülmektedir. ACC + AVG çözeltilerinin beraberliğinde ise ACC'nin etkisinin fazla yok olmadığı fakat AVG'nin stoma üzerine olan etkisinin azaldığı gözlenmektedir (kontrole göre % 20.4 oranında por küçültmesi ile). Bu sonuçlar ile, ACC'nin gaz halindeki son şekli olan etilen'in *Sedum*, domates [154], *Zea*, *Pisum* [155] yapraklarında ışık veya karanlık koşullarda stoma porunun açılmasında etkisi olmadığını vurgulamakta olan bazı araştırmacıların görüşleri karşılaştırılacak olursa aralarında kısmen paralellik olduğu söylenebilir. Bununla birlikte etilenin etefon formunun zeytin bitkisinde stoma açılmasını arttırdığından söz edilen [156] ve ayrıca IAA ile etilenin *V. faba*'da hem ışık, hem de karanlık koşullarda çabuk ve belirgin bir şekilde, stoma açıklığını artırdığını işaret eden Levitt ve arkadaşlarının yaptığı araştırmalarla [22], bu çalışmada kullanılan ACC'ye karşı stomanın verdiği cevap karşılaştırıldığında aralarında tam uygunluk görülememektedir. Sonuç olarak, ketvuruculardan olan ABA ve etilenle ilgili büyüme maddelerinin stomaları kapattığı bir kere daha farklı bir bitki üzerinde denenerek teyid edilmiştir (Tablo III.2.1.4 ve Şekil III.2.1.4).

Son yıllarda bitkilerde ABA kadar ilgi çeken bazı ket vurucu bileşikler de araştırmacılara konu olmuştur. Bu ket vurucu özellikteki büyüme regülatörleri arasında sayılan JA'nın metillendirilmiş şekli olan MeJA, hücre dışı Ca^{+2} u düşük konsantrasyonlara kadar azaltabilen bir madde olan EGTA ve bir Ca^{+2} kanalı bloke edicisi olan verapamil ile birlikte epidermal şeritlere uygulanmaktadır. Bu durumda kontrole göre stoma porlarında, MeJA nın 10^{-3} M'ında % 42 oranında ve verapamilin 10^{-4} M'ında da % 37,5 oranında küçülme oluşturduğu, EGTA'nın

kontrola yakın değerlerde seyrettiği, fakat birlikte uygulandıkları durumda ise stoma porunun açılmasını engellemediği kontrol ölçülerine yakın verilerden görülmektedir (Tablo III.2.3.1 ve Şekil III.2.3.1). Bu çalışma, literatür araştırmalarında, Horton'un [157] yaptığı ve MeJA'nın arpada transpirasyona etkisinin olmadığını belirtildiği çalışmayla da kısmen benzerlik göstermektedir.

Araştırmanın bundan sonraki kısmında, bir çeşit bitki büyüme inhibitörü de sayılabilecek olan Sultan 70 WG herbisitiyle de stoma üzerine çalışmalarda bulunulmuştur. Daha önce de değinildiği gibi bu maddenin yeni bir herbisit olması ve bu alandaki çalışmaların eksikliği düşünülerek herbisitin biyokimyasal düzeyde de incelenmesi amaç edinilmiştir. Sultan 70 WG'nin içinde bulunduğu SU grubu herbisitlerden bahsetmek gerekirse, bir SU grubu herbisit olan klorsülfüron ile bezelyelerde yapılan bir çalışmada, bu maddenin üremeyi etkilediğinin gösterildiğini [158], yine klorsülfüron ve imazosülfüronun bitkiler üzerine olan etkileri ile ilgili literatür çalışmalarına da rastlanıldığını [130-131] belirtmek gerekir. Bütün gece karanlıkta bırakıldıktan sonra direkt olarak, Sultan 70 WG'de 3 saat süreyle inkübe edilen *C.communis* epidermal şeritlerinin stoma por çapları ölçüldüğünde, kontrol ölçülerine oranla, bu maddenin stomayı kapatmadığı, daha az açılmasına neden olduğu tespit edilmiştir (Tablo III.3.2 ve Şekil III.3.2). Bir başka durum olarak da, inkübasyonla stomaları açık duruma getirilmiş olan *C.communis* epidermal şeritlerinin daha sonra ilave 3 saat de Sultan 70 WG ile inkübe edilmesi sağlanarak stoma por çapları ölçüldüğünde, Sultan 70 WG'nin porları % 52.4 oranında kapattığı gözlenmiştir. Aynı şekilde *Z.mays* bitkisinin epidermal şeritlerindeki açık durumdaki stomalara uygulanan Sultan 70 WG çözeltisine ait por ölçümlerinin de kontrol por ölçümleriyle yakın olduğu tesbit edilmiştir (Tablo III.3.3 ve Şekil.III.3.3). Bu sonuçlara bakılırsa, ilk defa stoma çalışması üzerinde denenen bu herbisit türünün, *C.communis*'deki kapalı durumdaki stomaların açılmasını engellemediğini ve *Z.mays*'ın açık olan stomalarına etki etmediğini söylemek mümkün olmaktadır. Yine bu çalışmada, *V.faba*'nın yaprak tabanı ve ucundaki epidermal şeritlerin açık olan stomalarına Sultan 70 WG'nin uygulanması sonucunda elde edilen stoma por çaplarının ölçüleri de, bu maddenin yaprak tabanındaki hücrelerde de stoma porunu kapatmadığını göstermektedir (Tablo III.3.1 ve Şekil III.3.1). Bu çalışmanın stoma ölçüm sonuçları değerlendirilecek olursa, stoma üzerinde yarattığı etkileri ilk defa

incelenen bu herbisit, stomanın çalışma mekanizması üzerine olumsuz etkisinin gözlenmediğinden söz edilebilmektedir. Bu durumu, Landstein ve arkadaşlarının da çalışmalarında değindiği gibi [127], Sultan 70 WG'nin de dahil olduğu SU grubu herbisitlerin, bir aminoasit sentezi enzimi olan asetohidroksiasit sentaza (AHAS) ket vurduğu, bunun da stoma çalışma mekanizmasını etkilemediği şeklinde açıklamak mümkün olmaktadır.

Sultan 70 WG püskürtülmüş olan *C. communis* bitkilerinin (uygulamayı ardışık 4 hafta sonra) yaprak epidermislerinden izole edilen stoma bekçi hücrelerindeki K^+ iyon miktarı ölçüldüğünde, deney bitkilerinin stomalarında kontrol bitkileri stomalarına oranla artış (% 7.5) olduğu anlaşılmıştır (Tablo III.4.2 ve Şekil III.4.2). K^+ iyonunun stomanın açılma mekanizması açısından olan önemi düşünülecek olursa, yine bu herbisit stomanın açılmasını engellemediği yorumunu yapmak mümkündür. Sultan 70 WG'nin 3 saatlik uygulanmasından sonra yapılan mikroskopik stoma gözlemlerinde stoma porunun kontrole göre çok açık olmaması, kontrol değerine göre daha az oranda açık olan deney stomalarının kritiği yapılacak olursa, K^+ fazlalığının serbest olmayıp K^+ bileşikleri halinde bulunabileceği fikrini oluşturmaktadır. K^+ iyonunun stoma açılıp kapanması ile olan bağlantısını araştıran pek çok çalışmada, bu iyonun stoma açılmasını teşvik ettiği ortaya konmuştur [54, 68, 79, 82, 122, 159, 160, 161]. Eskiden beri bekçi hücrelerinin osmoregülasyonunun kimyasal yapısının tanımlanması çok çalışılan konulardan biri olmuştur. Önceleri, nişastadan türetilen karbonhidratların asıl osmozu oluşturdıkları fikri kabul edilirken, bu nişasta – şeker hipotezi daha sonraları bekçi hücresi osmoregülasyonunun K^+ tarafından olduğu düşüncesiyle tekrar gündeme gelmiştir. Son yapılan çalışmalar K^+ ve sakkarozun bekçi hücresinin temel osmoz oluşturmaları olduğunu göstermiştir. Yaprakta, günlük devrenin başlangıcındaki stoma açılmasının K^+ , $malat^{2-}$ ve Cl^- tarafından oluşturulduğu, sera koşullarında $malat^{2-}$ in dominant, Cl^- un pre dominant olduğu, günlük devrenin ikinci yarısında ise K^+ içeriğinin azaldığı ve sakkarozun bekçi hücrelerinde dominant hale geçtiğinden söz edilmektedir [72].

Bitki plazma membranının proton pompası ATPazların (H^+ -ATPaz) hücrenin dışına proton pompalamasıyla primer taşıyıcı gibi etki etmekte olduğu, böylece

plazmalemmmanın karşılıklı pH ve elektriksel potansiyel farklılıklarının yaratıldığından da literatürde bahsedilmektedir. Proton pompalanmasının stomanın turgor değişimlerinde etkili olduğu da bilinmektedir. Bu durumda ATPazların stomanın açılıp kapanması gibi fizyolojik bir fonksiyonu teşvik ettiği açıkça görülmektedir [162]. K^+ ve anyon değişiminde rol oynayan iyon kanallarının birbirinden farklı duyarlılıkta oldukları ve hücrenin fizyolojik durumlarına bağlı olarak farklı aktiviteye sahip olduklarına işaret edilmiştir [68, 70, 77]. *V.faba* ve *Z.mays* bekçi hücrelerinde iki temel K^+ kanalı bulunduğu ayırt edilmiştir; bunlardan birisi hiperpolarizasyonla aktive edilen, K^+ alınmasını sağlayan K^+ in olarak isimlendirilen kanallardır, diğeri ise K^+ salınmasına aracılık eden depolarizasyonla aktive edilen K^+ out kanallarıdır [82, 161]. Diğer taraftan bekçi hücrelerinin zarlarında en az üç farklı anyon kanalının bulunduğu gösterilmiştir. Bunlardan birisi, gerilmenin aktive ettiği anyon kanalı [159, 163], ikincisi R-tipi anyon kanalıdır, bunun geçici depolarizasyonla aktivitesi yükselir, üçüncüsü ise voltajla düzenlenen S-tipi anyon kanalıdır [160]. Stoma açılmasında, H^+ -ATPazlar plazma zarı hiperpolarizasyonu oluşturmalarıyla önemlidirler [76, 87, 164]. Sitoplazmik Ca^{+2} zar depolarizasyonuna katılarak voltaja bağlı anyon kanallarını aktive ederek [165, 166] zar permeabilitesini değiştirirler. Sitoplazmadaki Ca^{+2} artışının plazma zarı H^+ -ATPazlarını inhibe ederek Ca^{+2} iyonlarının teşvik depolarizasyonuna katılabileceğine dikkat çekilmiştir [87]. Mikroinjeksiyonla hücre içi serbest Ca^{+2} iyon konsantrasyonunun artırılmasıyla [152] ve dışsal olarak uygulanan Ca^{+2} iyonlarının stoma kapanmasını teşvik ettiğini gösteren oldukça fazla kanıt bulunmaktadır [69, 76, 150].

Sultan 70 WG püskürtülmüş olan *C.communis* yapraklarından uygulamayı ardışık 4 hafta sonra elde edilen epidermal şeritlerdeki stoma bekçi hücrelerinin klorofil miktarı ile bu parametre hakkında da bir fikir yürütülebilmektedir. Yapılan ölçümlere göre, deney bitkilerinin stoma bekçi hücrelerinin klorofil miktarı (10gr / 40lt'deki uygulamada), kontrolunkilere nazaran % 21.3 oranında fazla çıkmıştır (Tablo III.4.3 ve Şekil III.4.3). Bu araştırmada elde edilen sonuçlar, az sayıda da olsa elde edilen literatür bulguları ile tam bir uyumluluk içindedir [132]. Sülfanilüre tipi herbisitlerin bitkinin her tarafından ve özellikle de yapraklardan iyi alınabildikleri literatür çalışmalarıyla da tesbit edilmiştir [167].

Aynı deney serisinde bir stres parametresi olan peroksidaz enziminin aktivitesinin herbisit uygulaması ile değişip değişmeyeceği de araştırılmak istenmiştir. Herbisit uygulanmış yapraklarda PO aktivitesi ölçüldüğünde, deney bitkilerinin enzim miktarı kontrolunkilere nazaran % 48.91 oranında yüksek bulunmuştur (Tablo III.4.4 ve Şekil.III.4.4). Elde edilen bu değerler literatür bulguları ile de tam bir uyumluluk içindedir [167]. Ayrıca aynı deney serisinde, deney ve kontrol bitkilerinin yapraklarındaki total protein miktarı ölçüldüğünde ise bu parametrenin, deney bitkisinde kontrole kıyasla % 5.5 oranında (10gr/ 40lt'deki uygulamada) az olduğu görülmüştür (Tablo III.4.5 ve Şekil III.4.5). Bu sonuç da değerlendirilecek olursa, izolösin, valin ve lösin aminoasitlerinin sentezlerinde rol oynayan AHAS enziminin çalışmasına ket vuran Sultan 70 WG'nin de içinde yer aldığı SU grubu herbisitleriyle bu çalışmada da olduğu gibi yapılan çalışmalarda, deney bitkilerine ait protein miktarlarının kontrol bitkilerine oranla düşük çıkmasının olağan bir durum olabileceği düşünülmektedir. Bu durum literatür kaynaklarıyla da doğrulanmaktadır [129, 132].

Herbisit uygulanmış ve uygulanmamış olan *C.communis* bitkilerinin yaprak, gövde taze – kuru ağırlıkları ve gövde uzunlukları tespit edildiğinde sonuçların deney bitkilerinde kontrollara göre az olduğu anlaşılmıştır (Tablo III.4.1 ve Şekil III.4.1). Sonuç olarak, herbisit uygulanan bitkilerin metabolik etkinlikleri bir miktar yavaşlayarak vegetatif büyümeleri sınırlandırılmış ve biyokimyasal tepkimeleri durağan bir seyir izlemiştir.

Buraya kadar izlenen bütün bu sonuçlara göre; bitki büyüme maddelerinin stoma çalışma mekanizması üzerine tek tek ve bazen de birlikte olan etkileri ve stomanın bunlara olan tepkisi araştırılarak stoma deliğinin açılıp kapanması literatür bulguları ile ayrıntılı bir şekilde karşılaştırılarak açıklanmaya çalışılmıştır. Mikroskopik gözlemlerle stomaların bütün bu maddelere karşı olan cevapları mevcut literatür taramaları ile karşılaştırılarak ortak ve farklı yönleri ortaya konulmak istenmiştir. Ayrıca son yıllarda kullanımı giderek artan bitki büyüme inhibitörlerinden olan ve yeni bir herbisit olarak bilinen Sultan 70 WG'nin bazı bitkilerin stoma hareketi üzerine olan etkisinin araştırılması yanında biyokimyasal tepkimelerden olan peroksidaz aktivitesi, total protein ve klorofil içeriği, K⁺ iyonu

miktarları da ölçülerek ilginç sonuçlar elde edilmiştir. Böylece Sultan 70 WG ile yapılan çalışmaların azlığı ve ilk defa bu araştırmada ortaya konan sonuçlar bu çalışmanın önemli yönlerinden birini oluşturmaktadır. İlerki çalışmalarda yine bitki büyümesini teşvik eden ve ket vuran maddeler ile bağlantılı olarak bitkinin bunlara karşı olan tepkisinin daha ayrıntılı olarak araştırılması için değişik enzim analizlerinin ve protein elektroforezlerinin yapılması düşünülmektedir.



V. KAYNAKLAR

- 1- **MANSFIELD, T.A., HETHERINGTON, A. M., and ATKINSON, C.J., 1990 :** Some Current Aspects of Stomatal Physiology. *Annu. Rev. Plant Physiol Plant Mol. Biol.* 41, 55-75.
- 2- **GUNASEKERA, D., BERKOWITZ, G. A., 1992 :** Heterogenous Stomatal Closure in Response to Leaf Water Deficit is not A Universal Phenomenon. *Plant Physiol.* 98, 660-665.
- 3- **CROXDALE, J., JOHNSON, B., SMITH, J., BOETSCH, J. and CHIN, J., 1993 :** Clues to Stomatal Patterning. *J. Exp. Bot. Supp.* P1.1
- 4- **IRVING, M. and TOMOS, A. D., BIOLEG, Y. G., 1993 :** Single - Cell Sampling of the Stomatal Complex. *J. Exp. Bot. Supp.* P1.14.
- 5- **WEYERS, J. D. B., 1993 :** Heterogeneity in Stomatal Characteristics. *J. Exp. Bot. Supp.* P1.4
- 6- **CROXDALE, J., 1998 :** Stomatal Patterning in Monocotyledons : *Tradescantia* As A Model System. *J. Exp. Bot. Vol. 49, Special Issue*, pp. 279-292.
- 7- **EDWARDS, D., KERP, H. and HASS, H., 1998 :** Stomata in Early Land Plants: An Anatomical and Ecophysiological Approach. *J. Exp. Bot. Vol. 49, Special Issue*, pp. 255-278.
- 8- **HALL, R. D., 1998 :** Biotechnological Applications for Stomatal Guard Cells. *J. Exp. Bot. Vol. 49, Special Issue*, pp. 369-375.
- 9- **JONES, H. G., 1998 :** Stomatal Control of Photosynthesis and Transpiration. *J. Exp. Bot. Vol. 49, Special Issue*, pp. 387-398.
- 10- **KUBINOVA, L., 1998 :** Recent Stereological Methods for Measuring Leaf Anatomical Characteristics: Estimation of The Number and Sizes of Stomata and Mesophyll Cells. *J. Exp. Bot. Vol. 45, No. 270*, pp. 119-127.
- 11- **MÜLLER-RÖBER, B., EHRHARDT, T. and PLESCH, G., 1998 :** Molecular Features of Stomatal Guard Cells. *J. Exp. Bot. Vol. 49, Special Issue*, pp. 293-304.

- 12- **WOODWARD, F. I., 1998** : Do Plants Really Need Stomata? J. Exp. Bot. Vol. 49, Special Issue, pp. 471-480.
- 13- **JONES, H. G., 1999** : Use of Infra-Red Thermography to Study Stomatal Heterogeneity. J. Exp. Bot. Supp. P4.27.
- 14- **THOMAS, D. S., EAMUS, D. and BELL, D., 1999** : Optimization Theory of Stomatal Behaviour I. A Critical Evaluation of Five Methods of Calculation. J. Exp. Bot. Vol. 50, No. 332, pp. 385-392.
- 15- **GLOVER, B., J., 2000** : Differentiation in Plant Epidermal Cells. J. Exp. Bot. Vol. 51, No. 344, pp. 497-505.
- 16- **LAWSON, T., OXBOROUGH, K., MORISON, J. I. L., BAKER, N.R., 2000** : Evaluating Guard Cell Photosynthesis in Intact Leaves Using Chlorophyll Fluorescence. J. Exp. Bot. 51, Supp. P 10. 23.
- 17- **SERNA, L. and FENOLL, C., 2000** : Stomatal Development and Patterning in *Arabidopsis* Leaves. Physiologia Plantarum 109: 351-358.
- 18- **OUTLAW Jr, W. H., 2000** : The Guard-cell Chloroplast. J. Exp. Bot. Supp. P2.9.
- 19- **PEMADASA, M. A., 1982** : Differential Abaxial and Adaxial Stomatal Responses to Indole-3-Acetic Acid in *Commelina communis* L. New Phytol. 90, 209-219.
- 20- **SNATTH, P. J. and MANSFIELD, T. A., 1982** : Control of CO₂ Responses of Stomata by Indole-3-Acetic Acid and Abscissic Acid. Ibid. Bot. 33, 360-365.
- 21- **ZELITCH, I., 1961** : Biochemical Control of Stomatal Opening in Leaves. Proc. Nat. Acad. Sci. USA 47, 1423-1433.
- 22- **LEVITT, L. K., STEIN, D. B. and RUBINSTEIN, B., 1987** : Promotion of Stomatal Opening by Indoleacetic Acid and Ethrel in Epidermal Strips of *Vicia faba* L. Plant Physiol. 85, 318-321.
- 23- **LIVNE, A. and VAADIA, Y., 1965** : Stimulation of Transpiration Rate in Barley Leaves by Kinetin and Gibberellic Acid. Physiologia Plantarum 18, 658-63.
- 24- **LUKE, H. H. and FREEMAN, T. E., 1968** : Stimulation of Transpiration by Cytokinins. Nature 217, 873-874.
- 25- **TUCKER, D. J. and MANSFIELD, T. A. 1971** : A Simple Bioassay for Detecting 'Anti-transpirant' Activity of Naturally-occurring Compounds Such as Abscissic Acid. Planta 98, 157-63.

- 26- OGUNKANMI, A. B., TUCKER, D. J. and MANSFIELD, T. A., 1973 : An Improved Bioassay for Absciscic Acid and Other Anti-Transpirants. *New Phytologist* 72, 277-82.
- 27- INCOLL, L. D. and WHITELAM, G. C., 1977 : The Effect of Kinetin on Stomata of The Grass *Antheophora pubescens* Nees. *Planta* 137, 243-5.
- 28- JEWER, P. C. and INCOLL, L. D., 1980 : Promotion of Stomatal Opening in The Grass *Antephora pubescens* Nees by A Range of Natural and Synthetic Cytokinins. *Planta* 150, 218-21.
- 29- JEWER, P. C. and INCOLL, L. D., 1981 : Promotion of Stomatal Opening in Detached Epidermis of *Kalanchoe* by Natural and Synthetic Cytokinins. *Ibid.* 153, 317-18.
- 30- DAS, V. S. R., RAO, I. M. and RAGHAVENDRA, A. S., 1976 : Reversal of Absciscic Acid Induced Stomatal Closure By Benzyladenine. *New Phytologist* 76, 449-52.
- 31- MORI, I. C. and MUTO, S., 1997 : Absciscic Acid Activates a 48-Kilodalton Potein Kinase in Guard Cell Protoplasts. *Plant Physiol.* 113, 833-839.
- 32- COOPER, M. J., DIGBY, J. and COOPER, P. J., 1972 : The Effects of Plant Hormones on The Stomata of Barley : A Study of The Interaction Between Absciscic Acid and Kinetin, *Planta* 105, 43-9.
- 33- WEYERS, J. D. B. and HILLMAN, J. R., 1979 : Sensitivity of *Commelina* Stomata to Absciscic Acid. *Planta* 146, 623-628.
- 34- MacROBBIE, E. A. C., 1981 : Effects of ABA in 'Isolated' Guard Cells of *Commelina communis* L. *J. Exp. Bot.* 32, 563-72.
- 35- DAVIES, W. J. and TREJO, C. L., 1993 : Stomatal Sensitivity to ABA: An Important Variable? *J.Exp. Bot.* Vol. 44, Supp. [P1.6].
- 35- LECKIE, C. P., McAINSH, M.R. and HETHERINGTON, A. M., 1999 : Signal Redundancy in the Response of Guard Cells to Absciscic Acid. *J.Exp. Bot.* Vol. 50, Supp. CP1.14.
- 37- MULHOLLAND, B. J., HUSSAIN, A., BLACK, C. R., TAYLOR, I. B. and ROBERTS, J. A., 1999 : Does Root - Sourced ABA Have A Role in Mediating Growth and Stomatal Responses to Soil Compaction in Tomata (*Lycopersicon esculentum*)? *Physiologia Plantarum* 107: 267-276.
- 38- THOMAS, D. S. and EAMUS, D., 1999 : The Influence of Predawn Leaf Water Potential on Stomatal Responses to Atmospheric Water Content at Constant C_i and on Stem Hydraulic Conductance and Foliar ABA Concentrations. *J. Exp. Bot.* Vol. 50, No. 331, pp. 243 – 251.

- 39- AGHORAM, K., OUTLAW JR., W. H., BATES, G.W., CAIRNEY, J., PINEDA, A.O., BACOT, C. M., EPSTEIN, L. M. and LEVENSON, C. W., 2000 : Abg 1: A Novel Gene Up – Regulated by Absciscic Acid in Guard Cells of *Vicia faba* L. J. Exp. Bot. Vol. 51, No. 349, pp. 1479 – 1480.
- 40- AGUILAR, M.L., ESPADAS, F.L., COELLO, J., MAUST, B.E., TREJO, C., ROBERT, M.L. and SANTAMARIA, J.M., 2000 : The Role of Absciscic Acid in Controlling Leaf Water Loss, Survival and Growth of Micropropagated *Tagetes erecta* Plants When Transferred Directly to The Field. J. Exp. Bot. Vol. 51, No. 352, pp. 1861 - 1866.
- 41- SHARKEY, T. D. and RASCHKE, K., 1980 : Effects of Phaseic Acid and Dihydrophaseic Acid on Stomata and the Photosynthetic Apparatus. Plant Physiol. 65: 291-297.
- 42- SMITH, G. N. and WILLMER, C. M., 1988 : Effects of Calcium and Absciscic Acid on Volume Changes of Guard Cell Protoplasts of *Commelina communis*. J. Exp. Bot. Vol 39, No.208, pp.1529-1539.
- 43- McAINSH, M. R., BROWNLEE, C. and HETHERINGTON, A. M., 1990 : Absciscic Acid-Induced Elevation of Guard Cell Cytosolic Ca^{+2} Precedes Stomatal Closure. Nature 343, 186-8.
- 44- SCHROEDER, J. I. and HAGIWARA, S., 1990 : Repetitive Increases in Cytosolic Ca^{2+} of Guard Cells by Absciscic Acid Activation of Non-selective Ca^{2+} Permeable Channels. Proceedings of The National Academy of Science, USA 87, 9305-9.
- 45- McAINSH, M. R., BROWNLEE, C. and HETHERINGTON, A. M., 1992 : Visualizing Changes in Cytosolic-Free Ca^{2+} During The Response of Stomatal Guard Cells to Absciscic Acid. The Plant Cell 4, 113-22.
- 46- MacROBBIE, E. A. C., CHLIEH, F. L. and PARMAR, P., 1993 : The Role of Calcium in Cell Signalling in Guard Cells. J.Exp. Bot. Vol. 44, Supp. [P1.8].
- 47- McAINSH, M. R., WEBB, A. A. R., TAYLOR, J.E. and HETHERINGTON, A. M., 1995 : Stimulus-Induced Oscillations in Guard Cell Cytosolic Free Calcium. The Plant Cell 7, 1207-19.
- 48- BLATT, M. R., 1999 : Reassessing Roles for Ca^{2+} in Guard Cell Signalling. J.Exp. Bot. Vol. 50, Special Issue, pp. 989-999.
- 49- HALEY, A., MOUSSAID, M., WOOD, N. and TREWAVAS, A. J., 1999 : Calcium Signalling in Guard Cells. J.Exp. Bot. Vol. 50, Supp. C3.06.
- 50- HETHERINGTON, A. M., McAINSH, M.R. and LECKIE, C. P. 1999 : Calcium Ions As Common Intermediates in Guard Cell Signal Transduction.

J.Exp. Bot. Vol. 50, Supp. CP1.02.

- 51- **McAINSH, M.R., HETHERINGTON, A. M. and MONTGOMERY, L. T., 1999** : The Role of Ca^{2+} Signatures in Stomatal Guard Cells. J.Exp. Bot. Vol. 50, Supp. CP1.16.
- 52- **PARSONS, A. L., WHITE, N. S., FRICKER, M. D. and KNIGHT, M. R., 1999** : Calcium Dynamics of Guard Cells Using Recombinant Reporters and Inhibitors. J.Exp. Bot. Vol. 50, Supp. CP1.20.
- 53- **SHIMAZAKI, K., GOH, C. H. and KINOSHITA, T., 1999** : Involvement of Intracellular Ca^{2+} in Blue Light-Dependent Proton Pumping in Guard Cell Protoplasts from *Vicia faba*. Physiologia Plantarum 105: 554-561.
- 54- **FITZSIMONS, P. J. and WEYERS, J. D. B., 1986** : Volume Changes of *Commelina communis* Guard Cell Protoplasts in Response to K^+ , Light and CO_2 . Physiol. Plant. 66: 463-468.
- 55- **FITZSIMONS, P. J. and WEYERS, J. D. B., 1986** : Potassium Ion Uptake by Swelling *Commelina communis* Guard Cell Protoplasts. Physiol. Plant. 66: 469-475.
- 56- **TREJO, C. L., CLEPHAN, A.L., and DAVIES, W. J., 1995** : How Do Stomata Read Absciscic Acid Signals? Plant Physiol. 109: 803-811.
- 57- **MacROBBIE, E. A. C., 1997** : Signalling in Guard Cells and Regulation of Ion Channel Activity, J. Exp. Bot. Vol. 48, Special Issue, pp. 515-528.
- 58- **SLOVIK, S. and HARTUNG, W., 1992** : Compartmental Distribution and Redistribution of Absciscic Acid in Intact Leaves. Planta 187: 37-47.
- 59- **KHALIL, A. A. M., GRACE, J., 1993** : Does Xylem Sap ABA Control The Stomatal Behaviour of Water-Stressed Sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.) Seedlings? J. Exp. Bot. 44:1127-1134.
- 60- **HECKENBERGER, U., SCHURR, U. and SCHULZE, E-D., 1996** : Stomatal Response to Absciscic Acid Fed into The Xylem of Intact *Helianthus annuus* (L.) Plants. J. Exp. Bot. Vol. 47, No. 302, pp. 1405-1412.
- 61- **DAVIES, W. J., ZHANG, J., 1991** : Root Signals and The Regulation of Growth and Development of Plants in Drying Soil. Annu Rev. Plant Physiol Plant Mol Biol. 42: 55-76.
- 62- **HARTUNG, W., WILKINSON, S. and DAVIES, W. J., 1998** : Factors That Regulate Absciscic Acid Concentrations at The Primary Site of Action at The Guard Cell. Journal of Exp. Bot. Vol. 49, Special Issue, pp. 361-367.
- 63- **POPOVA, L. P., OUTLAW Jr, W. H., AGHORAM, K. and HITE, D. R. C.,**

- 2000 : Absciscic Acid – An Intraleaf Water-Stress Signal. *Physiol.Plant.* 108: 376-381.
- 64- WILKINSON, S. and DAVIES, W. J., 2000 : The Involvement of Xylem Sap pH in Stomatal Closure in *Forsythia*. *J. Exp. Bot.* Vol. 51, Supplement, P10.16.
- 65- ELSE, M. A., COUPLAND, D., DUTTON, L. and JACKSON, M. B., 2001 : Decreased Root Hydraulic Conductivity Reduces Leaf Water Potential, Initiates Stomatal Closure and Slows Leaf Expansion in Flooded Plants of Castor Oil (*Ricinus communis*) Despite Diminished Delivery of ABA from The Roots to Shoots in Xylem Sap. *Physiologia Plantarum* 111: 46-54.
- 66- GUY, M. and KENDE, H., 1984 : Ethylene Formation in *Pisum sativum* and *Vicia faba* Protoplasts. *Planta* 160: 276-280.
- 67- PRIESTLEY, A. J., BARRY, C. S. and GRIERSON, D., 1999 : Action of Ethylene on Guard Cells. *J. Exp. Bot.* Vol. 50, Supplement, CP1.21.
- 68- MAATHUIS, F. J. M., ICHIDA, A. M., SANDERS, D. and SCHROEDER, J. I., 1997 : Role of Higher Plant K⁺ Channels. *Plant Physiol.* 114: 1141-1149.
- 69- McAINSH, M. R., BROWNLEE, C. and HETHERINGTON, A. M., 1997 : Calcium Ions as Second Messengers in Guard Cell Signal Transduction. *Physiol. Plant.* 100: 16-29.
- 70- GRABOV, A. and BLATT, M. R., 1998 : Co - Ordination of Signalling Elements in Guard Cell Ion Chanell Control. *J.Exp.Bot.* Vol. 49, Special Issue, pp. 351-360.
- 71- LECKIE, C. P., McAINSH, M.R., MONTGOMERY, L., PRIESTLEY, A. J., STAXEN, I., WEBB, A. A. R. and HETHERINGTON, A. M., 1998 : Second Messengers in Guard Cells. *J.Exp. Bot.* Vol. 49, Special Issue, pp. 339-349.
- 72- TALBOTT, L. D. and ZEIGER, E., 1998 : The Role of Sucrose In Guard Cell Osmoregulation. *J. Exp. Bot.* Vol. 49, Special Issue, pp.329-337.
- 73- BROWNLEE, C., GODDARD, H. HETHERINGTON, A. M. and PEAKE, L. A., 1999 : Specificity and Integration of Responses: Ca²⁺ As A Signal in Polarity and Osmotic Regulation. *J.Exp.Bot.*, Vol. 50, Special Issue, pp. 1001-1111.
- 74- EVANS, D. E., BRIARS, S. A. and WILLIAMS, L. E., 1991 : Active Calcium Transport by Plant Cell Membranes. *J. Exp. Bot.*, Vol. 42, No. 236, pp.285-303.
- 75- SCHMIDT, C. and SCHROEDER, J. I., 1994 : Anion Selectivity of Slow Anion Channels in The Plasma Membrane of Guard Cells, *Plant. Physiol.* 106: 383-391.

- 76- KINOSHITA, T., NISHIMURA, M. and SHIMAZAKI, K., 1995 : Cytosolic Concentration of Ca^{2+} Regulates The Plasma Membrane H^+ -ATPase in Guard Cells of Fava Bean. The Plant Cell, Vol. 7, 1333-1342.
- 77- SCHWARTZ, A., ILAN, N., SCHWARZ, M., SCHEAFFER, J., ASSMANN, S. M. and SCHROEDER, J.I., 1995 : Anion-Channel Blockers Inhibit S-Type Anion Channels and Absciscic Acid Responses in Guard Cells. Plant Physiol. 109: 651-658.
- 78- BLATT, M. R. and GRABOV, A., 1997 : Signal Redundancy, Gates and Integration in The Control of Ion Channels for Stomatal Movement. J. Exp. Bot. Vol.48, Special Issue, pp.529-537.
- 79- HWANG, J. U., SUH, S., YI, H., KIM, J., and LEE, Y., 1997 : Actin Filaments Modulate Both Stomatal Opening and Inward K^+ -Channel Activities in Guard Cells of *Vicia faba* L. Plant Physiol. Vol. 115: 335-342.
- 80- PEI, Z. M., SCHROEDER, J.I. and SCHWARZ, M., 1998 : Background Ion Channel Activities in *Arabidopsis* Guard Cells and Review of Ion Channel Regulation by Protein Phosphorylation Events. J. Exp. Bot., Vol. 49, Special Issue, pp. 319-328.
- 81- ASSMANN, S. M., 1993 : Signal Transduction in Guard Cells. Annu. Rev. Cell Biol. 9: 345-375.
- 82- SCHROEDER, J. I., RASCHKE, K. and NEHER, E., 1987 : Voltage Dependence of K^+ Channels in Guard Cells Protoplasts. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 84: 4108-4112.
- 83- ASSMANN, S. M. and ZIEGER, E., 1987 : Guard Cell Bioenergetics. In E. Zieger, G. Farquar, I. Cowan, eds, Stoma Function, Stanford University Press, Stanford, CA, pp. 163-194.
- 84- ZEIGER, E., BLOOM, A.J., HEPLER, P.K., 1978 : Ion Transport in Stomatal Guard Cells. A Chemiosmotic Hypothesis. What's New. Plant Physiol. 9: 29-32.
- 85- OGAWA, T., ISHIKAWA, H., SHIMADA, K. and SHIBATA, K. 1978 : Synergistic Action of Red and Blue Light and Action Spectra for Malate Formation in Guard Cells of *Vicia faba* L. Planta 142: 61-65.
- 86- POFFENROTH, M., GREEN, D. B. and TALLMAN, G., 1992 : Sugar Concentrations in Guard Cells of *Vicia faba* Illuminated with Red or Blue Light. Analysis by High Performance Liquid Chromatography. Plant Physiol. 98: 1460-1471.
- 87- CHASAN, R., 1995 : New Opening Into Stomata. The Plant Cell Vol. 7 :1113-1115.

- 88- **HARTUNG, W. and DAVIES, W. J., 1991** : Drought - Induced Changes in Physiology and ABA. In *Absciscic Acid: Physiology and Biochemistry*. W. J. Davies and H.G. Jones, eds (Oxford, UK: BIOS Scientific), pp. 63-79.
- 89- **KAPPEN, L. and HAEGER, S., 1991** : Stomatal Responses of *Tradescantia albiflora* to Changing Air Humidity in Light and in Darkness. *J. Exp. Bot.* Vol. 42, No. 241, pp. 979-986.
- 90- **KEARNS, E. V. and ASSMANN, S.M., 1993** : The Guard Cell - Environment Connection. *Plant Physiol.* 102: 711-715.
- 91- **McAINSH, M. R., PEARSON, M. and MANSFIELD, T. A., 1993** : Effects of Gaseous Pollutants on Stomatal Function. *J. Exp. Bot.* Vol. 44 Supplement [P1.2].
- 92- **GÜVEN, A., TÜRKAN, İ., 1994** : Stoma Fizyolojisiindeki Yeni Gelişmeler, *Tr.J. of Botany* 18, 131-142.
- 93- **PENG, Z.-Y. and WEYERS, J. D. B., 1994** : Stomatal Sensitivity to Absciscic Acid Following Water Deficit Stress. *J. Exp. Bot.* Vol. 45, No. 275, pp. 835-845.
- 94- **SHARMA, P. N., TRIPATHI, A. and BISHT, S. S., 1995** : Zinc Requirement for Stomatal Opening in Cauliflower. *Plant Physiol.* 107: 751-756
- 95- **ELSE, M. A., TIEKSTRA, A. E., CROKER, S. J., DAVIES, W. J. and JACKSON, M. B., 1996** : Stomatal Closure in Flooded Tomato Plants Involves Absciscic Acid and A Chemically Unidentified Anti - Transpirant in Xylem Sap. *Plant Physiol.* 112: 239-247.
- 96- **EVANS, J. R. and CAEMMERER, S. V., 1996** : Carbon Dioxide Diffusion Inside Leaves. *Plant Physiol.* 110: 339-346.
- 97- **PERERA, L. K. R. R., DE SILVA, D. L. R. and MANSFIELD, T. A., 1997** : Avoidance of Sodium Accumulation by The Stomatal Guard Cells of The Halophyte *Aster tripolium*. *J. Exp. Bot.* Vol. 48, No. 308, pp. 707-711.
- 98- **LU, Z., PERCY, R. G., QUALSET, C. O. and ZEIGER, E., 1998** : Stomatal Conductance Predicts Yields in Irrigated Pima Cotton and Bread Wheat Grown at High Temperatures. *J. Exp. Bot.* Vol. 49, Special Issue, pp. 453-460.
- 99- **MORISON, J. I. L., 1998** : Stomatal Response to Increased CO₂ Concentration. *J. Exp. Bot.* Vol.49, Special Issue, pp. 443-452.
- 100- **BAXTER, R. and FARRAR, J. F., 1999** : Export of Carbon from Leaf Blades of *Poa alpina* L. at Elevated CO₂ and Two Nutrient Regimes, *J. Exp. Bot.* Vol.50, No. 336, pp.1215-1221.

- 101- BUNCE, J. A., 1999 : Leaf and Root Control of Stomatal Closure During Drying in Soybean. *Physiologia Plantarum* 106: 190-195.
- 102- MOTT, K. A., SHOPE, J. C. and BUCKLEY, T. N., 1999 : Effects of Humidity on Light-Induced Stomatal Opening: Evidence for Hydraulic Coupling Among Stomata. *J. Exp. Bot.* Vol. 50, No.336, pp. 1207-1213.
- 103- NOGUES, S., ALLEN, D. J., MORISON, J. I. L. and BAKER, N. R., 1999 : Characterization of Stomatal Closure Caused by Ultraviolet-B Radiation. *Plant Physiol.* Vol. 121, pp. 489-496.
- 104- PATONNIER, M. P., PELTIER, J. P. and MARIGO, G., 1999 : Drought-Induced Increase in Xylem Malate and Mannitol Concentrations and Closure of *Fraxinus excelsior* L. Stomata. *J. Exp. Bot.* Vol. 50, No. 336, pp. 1223-1229.
- 105- THOMAS, D. S., EAMUS, D. and BELL, D., 1999 : Optimization Theory of Stomatal Behaviour II. Stomatal Responses of Several Tree Species of North Australia to Changes in Light, Soil and Atmospheric Water Content and Temperature. *J. Exp. Bot.* Vol. 50, No. 332, pp. 393-400.
- 106- CLARKE, C. B., TAYLOR, J. E. and MANSFIELD, T. A., 2000 : Salt Tolerans and Stomatal Function. *J. Exp. Bot.* Vol. 51, Supp. P10.4
- 107- DILKES, N. B., KERSTIENS, G. and DAVIES, W. J., 2000 : Stomatal Responses to Humidity: Is ABA Involved? *J. Exp. Bot.* Vol. 51, Supp. P10.17.
- 108- DILKES, N. B., KERSTIENS, G. and DAVIES, W. J., 2000 : Stomatal Responses to Humidity: Are There Differences Between Species from Contrasting Habitats? *J. Exp. Bot.* Vol. 51, Supp. P10.27.
- 109- ECKERT, M. and KALDENHOFF, R., 2000 : Light – Induced Stomatal Movement of Selected *Arabidopsis thaliana* Mutants. *J. Exp. Bot.* Vol. 51, No. 349, pp. 1435 – 1442.
- 110- ELDEEN, S. Z., 2000 : The Effects of Elevated CO₂ (Twice Ambient) on Stomatal Conductance, Stomatal Density and The Effects of That on Water Relations of *Cencherus biflorus* A C₄ Tropical Grass. *J. Exp. Bot.* 51, Supp. P 10. 41.
- 111- JONSTON, D. A. and OBER, E. S., 2000 : Drought Physiology of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Compared with Its Wild Relative, *B. v. ssp. maritima*. *J. Exp. Bot.* Vol. 51, Supp. P 10.8.
- 112- KAISER, H. and KAPPEN, L., 2000 : In Situ Observation of Stomatal Movements and Gas Exchange of *Aegopodium podagraria* L. in The Understorey. *J. Exp. Bot.* Vol. 51, No. 351, pp. 1741-1749.
- 113- LIU, L., LAFITTE, R. and DIMAYUGA, G. D., 2000 : Stomatal Resistance: An Important Physiological Trait in Drought Tolerance Screening in Rice. *J.*

Exp. Bot. Vol. 51, Supp. P10.7.

- 114- LODGE, R. J. and MORISON, J. I. L., 2000 : Stomatal Acclimation to Atmospheric CO₂. J. Exp. Bot. Vol. 51, Supp. P10.15.
- 115- STEDUTO, P., ALBRIZIO, R., GIORIO, P. and SORRENTINO, G., 2000 : Gas - Exchange Response and Stomatal and Non-stomatal Limitations to Carbon Assimilation of Sunflower Under Salinity. Environmental and Experimental Botany 44, 243-255.
- 116- TARDIEU, F., REYMOND, M., HAMARD, P., GRANIER, C. and MULLER, B., 2000 : Spatial Distributions of Expansion Rate, Cell Division Rate and Cell Size In Maize Leaves: A Synthesis of the Effects of Soil Water Status, Evaporative Demand and Temperature. J. Exp. Bot. Vol. 51, No.350, WD Special Issue, pp. 1505-1514.
- 117- PATERSON, N. W., WEYERS, J. D. B. and HERDMAN, L., 2001 : Relative Control Potential of Abscissic Acid, Carbon Dioxide and Light in Responses of *Phaseolus vulgaris* Stomata. Physiologia Plantarum 111: 412-418.
- 118- SELLIN, A., 2001 : Morphological and Stomatal Responses of Norway Spruce Foliage to Irradiance Within a Canopy Depending on Shoot Age. Environmental and Experimental Botany 45, 115-131.
- 119- SCHMIDT, R. R., 1999 : Classification of Herbicides According to Mode of Action. Herbicide Resistance Action Committee. Robert rudolf.schmidt.rs@bayer-ag.de.
- 120- TAIZ, ZEIGER, 1998 : Taiz, L. and Zeiger, E., 1998 : Plant Physiology. ISBN- 0-87893-831-1. Sinauer Associates, Inc., Publishers, Sunderland, Massachusetts, USA.
- 121- SHIMAZAKI, K. and ZEIGER, E., 1987 : Red Light - Dependent CO₂ Uptake and Oxygen Evolution in Guard Cell Protoplasts of *Vicia faba* L. : Evidence for Photosynthetic CO₂ Fixation. Plant Physiol., 84: 7-9.
- 122- SULTAN 10 WP, Cyanamid, Kimyevi Madde ve İlaç Ticaret Ltd.Şti.
- 123- CHEMISTRY & INDUSTRY NEWS, 1999 : Popular Herbicide May Ruin Some Crops. <http://ci.mond.org/9519/951908.html>.
- 124- RAINBOLT, C. R., 1999 : Soil Bioassays for Sulfonylurea Herbicide Residue Detection. <http://poa.ag.uidaho.edu/plsc501/f98/abstracts/crainbolt.html>.
- 125- LE BARON, H. M., 1991 : Distribution and Seriousness of Herbicide - Resistant Weed Infestations Worldwide. In: Herbicide Resistance in Weeds and

Cropss. J. C. Caseley, G. W. Cussans & R. K. Atkin (eds), Oxford: Butterworth-Heinemann, 27-43.

- 126- **LE BARON, H. M., 1992** : Herbicide Resistance In Crops and Weeds and Its Management. Proceedings of The 3rd Tropical Weed Science Conference. Kuala Lumpur, Malaysia, 1990.
- 127- **LANDSTEIN, D., EPELBAUM, S., ARAD, S. (M.), BARAK, Z. and CHIPMAN, D. M., 1995** : Metabolic Response of *Chlorella emersonii* to The Herbicide Sulfometuron Methyl. *Planta*, 197: 219-224.
- 128- **JUTSAM, A. R. and GRAHAM, J. C., 1999** : Managing Weed Resistance : The Role of the Agrochemical Industry. brighton.html
www.plantprotection.org.
- 129- **DEY, D. M. & HARBORNE, J. B. edited by, 1997** : Plant Biochemistry. Academic Press Harcourt Brace & Company, Publishers, ISBN 0-12-21 4674-3 (HB), 0-12-799214-6 (PB). London, Great Britain.
- 130- **IKEDA, H., ONIKI, E. and YOSHIKAWA, H., 1997** : Activity of Imazosulfuron Against Weeds in Turf and Effect on Turfgrasses. *J. WeedSci.Tech.* Vol. 42, No. 4.,333-339.
- 131- **BHATTI, M. A., FELSOT, A. S., PARKER, R., MINK, G., 1998** : Leaf Photosynthesis, Stomatal Resistance and Growth of Wine Grapes (*Vitis vinifera* L.) After Exosure to Simulated Chlorsulfuron Drift. *J. Environ, Sci. Health, B33* (1), 67-81.
- 132- **FEDTKE, C., 1982** : Biochemistry and Phsiology of Herbicide Action, ISBN 3-540-11231-6, ISBN 0-387-11231-6, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany.
- 133- **POPOVA, L. P. and RIDDLE, K. A., 1996** : Development and Accumulation of ABA in Fluridone - Treated and Drought-Stressed *Vicia faba* Plants Under Different Light Conditions. *Physiol. Plant.* 98, 791-797.
- 134- **DE SILVA, D.L.R., COX, R.C., HETHERINGTON, A.M. and MANSFIELD, T. A., 1985** : Suggested Involvement of Calcium and Calmodulin in The Responses of Stomata to Absciscic Acid. *New Phytol.* 101, 555 – 653.
- 135- **FITZSIMONS, P. J. and WEYERS, J. D. B., 1983** : Seperation and Purification of Protoplast Types from *Commelina communis* L. Leaf Epidermis. *J. Exp. Bot.* Vol. 34, No. 138 pp. 55-66.
- 136- **ARNON, D. I., 1949** : Copper Enzymes in Isolated Chloroplast. Polyphenol Oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant. Physiol.*, 24: 1-15.

- 137- BIRECKA, H., BRIBER, K. A., CATALFAMO, J. L., 1973 : Comparative Studies on Tobacco Pith and Sweet Potato Root Isoperoxidases in Relation to Injury, Indoleacetic Acid, and Ethylene Effects. *Plant Physiol.*, 52: 43-49.
- 138- BRADFORD, M., 1976 : A Rapid and Sensitive Method for The Quantification of Microgram Quantities of Protein Utilizing The Principle of Protein Dye - Binding. *Anal. Biochem.*, 72: 248-254.
- 139- BLACKMAN, P. G. and DAVIES, W. J., 1983 : The Effects of Cytokinins and ABA on Stomatal Behaviour of Maize and *Commelina*. *J. Exp. Bot.* 34, 1619-1626.
- 140- BLACKMAN, P. G. and DAVIES, W. J., 1984 : Modification of The CO₂ Responses of Maize Stomata by Abscissic Acid and by Naturally - Occurring and Synthetic Cytokinins. *J. Exp. Bot.* 35, 174-179.
- 141- BLACKMAN, P. G. and DAVIES, W. J., 1984 : Age – Related Changes in Stomatal Response to Cytokinins and Abscissic Acid. *Annals of Botany* 54, 121-125.
- 142- ULVSKOV, P., NIELSEN, T. H., SEIDEN, P. and MARCUSSEN, J., 1992 : Cytokinins and Leaf Development in Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L.) I. Spatial Distribution of Endogenous Cytokinins in Relation to Leaf Growth. *Planta* 188:70-77.
- 143- NIELSEN, T. H. and ULVSKOV, P., 1992 : Cytokinins and Leaf Development in Sweet Pepper (*Capsicum annuum* L.) II. Sink Metabolism in Relation to Cytokinin – Promoted Leaf Expansion. *Planta* 188: 78-84.
- 144- MOTT, K. A. and BUCKLEY, T. N., 1998 : Stomatal Heterogeneity. *J. Exp. Bot.* Vol. 49, Special Issue, pp. 407-417.
- 145- LAWSON, T., WEYERS, J. and A'BROOK, R., 1998 : The Nature of Heterogeneity in The Stomatal Behaviour of *Phaseolus vulgaris* L. Primary Leaves. *J. Exp. Bot.* Vol. 49, No. 325, pp. 1387-1395.
- 146- JARVIS, A. J. and DAVIES, W. J., 1998 : The Coupled Response of Stomatal Conductance to Photosynthesis and Transpiration. *J. Exp. Bot.* Vol. 49, Special Issue, pp.399-406.
- 147- LAWSON, T., JAMES, W. And WEYERS, J., 1998 : A Surrogate Measure of Stomatal Aperture. *J. Exp. Bot.* Vol. 49, No. 325, pp. 1397-1403.
- 148- BIDDINGTON, N. L. and THOMAS, T. H., 1978 : Influence of Different Cytokinins on The Transpiration and Senescence of Excised Oat Leaves. *Physiologia Plantarum* 42, 369-74.

- 149- **MEIDNER, H., 1967** : The Effect of Kinetin on Stomatal Opening and The Rate of Intake of CO₂ in Mature Primary Leaves of Barley. J. Exp. Bot. 18, 556-61.
- 150- **WEBB, A. R. and HETHERINGTON, A. M., 1997** : Convergence of The Absciscic Acid, CO₂, and Extracellular Calcium Signal Transduction Pathways in Stomatal Guard Cells. Plant Physiol. 114: 1557-1560.
- 151- **FITZSIMONS, P. J. and WEYERS, J. D. B., 1987** : Responses of *Commelina communis* L. Guard Cell Protoplasts to Absciscic Acid. J. Exp. Bot. Vol. 38, No. 191, pp. 992-1001.
- 152- **McAINSH, M.R., BROWNLEE, C., SARSAČ, M., WEBB, A. A. R. and HETHERINGTON, A. M., 1991** : Involvement of Second Messengers in The Action of ABA, 137-152, Absciscic Acid Physiology and Biochemistry. ISBN 1 872748 65 1, BIOS Scientific Publishers Limited, U.K.
- 153- **PARK, J. and THIMANN, K. V., 1990** : Senescence and Stomatal Aperture as Affected by Antibiotics in Darkness and Light. Plant Physiol. 92, 696-702.
- 154- **MADHAVAN, S., CHROMINSKI, A., SMITH, B. N., 1983** : Effect of Ethylene on Stomatal Opening in Tomato and Carnation Leaves. Plant Cell Physiol 24: 569-572.
- 155- **PALLAGHY, C.K. and RASCHKE, 1972** : No Stomatal Response to Ethylene. Plant Physiol. 49, 275-276.
- 156- **VITAGLIANO, C., 1975** : Effects of Ethephon on Stomata, Ethylene Evolution and Abscission in Olive. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 100: 482-484.
- 157- **HORTON, R. F., 1991** : Methyl Jasmonate and Transpiration in Barley. Plant Physiol. 96, 1376-1378.
- 158- **FLETCHER, J. S., PFLEEGER, T. G. and RATSCH, H. C., 1995** : Chlorsulfuron Influence on Garden Pea Reproduction. Physiologia Plantarum 94: 261-267.
- 159- **SCHROEDER, J. I. and HEDRICH, R., 1989** : Involvement of Ion Channels and Active Transporte in Osmoregulation and Signalling of Higher Plant Cells. Trends Biochem. Sci. 14: 187-192.
- 160- **SCHRODER, J.I. and KELLER, B. U., 1992** : Two Types of Anion Channel Currents in Guard Cells with Distinct Voltage Regulation. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 89: 5025-5029.
- 161- **FAIRLEY-GRENOT, K. A. and ASSMANN, S. M., 1993** : Comparison of K⁺ Channel Activation and Deactivation in Guard Cells from A Dicotyledon (*Vicia faba* L.) and Graminaceous Monocotyledon (*Zea mays*). Planta 189: 410

-419.

- 162- MICHELET, B. and BOUTRY, M., 1995 :** The Plasma Membrane H⁺-ATPase. *Plant Physiol.* 108: 1-6.
- 163- COSGROVE, D. J. and HEDRICH, R., 1991 :** Stretch - Activated Chloride, Potassium and Calcium Channels Coexisting in Plasma Membranes of Guard Cells of *Vicia faba* L. *Planta* 186: 143-153.
- 164- ASSMANN, S. M., SIMONCINI, L. and SCHROEDER, J.I. 1985 :** Blue Light Activates Electrogenic Ion Pumping in Guard Cell Protoplasts of *Vicia faba* L. *Nature* 318 : 285-287.
- 165- SCHROEDER, J.I. and HAGIWARA, S., 1989 :** Cytosolic Calcium Regulates Ion Channels in The Plasma Membrane of *Vicia faba* Guard Cells. *Nature* 338 : 427-430.
- 166- HEDRICH, R., BUSCH, H. and RASCHKE, K., 1990 :** Ca²⁺ and Nucleotide Dependent Regulation of Voltage Dependent Anion Channels in The Plasma Membrane of Guard Cells. *EMBO J.* 9: 3889-3892.
- 167- HATHWAY, D. E., 1989 :** Molecular Mechanisms of Herbicide Selectivity. ISBN 0198576420, Oxford Science Publications, Oxford.

VI. ÖZGEÇMİŞ

1962 yılında İstanbul'da doğdum. İlköğrenimimi GüzelceHisar İlkokulu'nda, ortaöğrenimimi AnadoluHisarı Ortaokulu ve Paşabahçe Ferit İnal Lisesi'nde tamamladım. 1985'de, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden mezun oldum. Aynı yıl, SSK Erenköy Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi'nin Biyokimya Laboratuvarı'nda işe başladım. 1986'da, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü'nde Deniz Biyolojisi dalındaki Yüksek Lisans programına kaydoldum. 1987'de, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nün Botanik Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladım. Aynı yıl, İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü tarafından düzenlenen, bazı Avrupa ülkelerini kapsayan, bir aylık bir araştırma programına katıldım. 1988'de, Yüksek Lisans'ımı tamamlayarak, 1989'da, İngiltere'nin Lancaster Üniversitesi'nde Bitki Fizyolojisi ve Biyokimyası konusunda araştırma yapmak üzere, 3 yıl süre ile görevlendirildim. 1990'da, Society for Experimental Biology Plant Transport Group'un, İskoçya'daki Edinburgh Üniversitesi'nde düzenlediği Fifth Discussion Meeting'ine, Society of Experimental Biology'nin 1991'de, İngiltere'nin Birmingham Üniversitesi'nde ve 1992'de Lancaster Üniversitesi'nde düzenlediği The SEB Annual Meeting'ine poster vererek katıldım. 1993'de, İstanbul Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü'nde "Bazı Bitki Büyüme Maddelerinin, Stoma Çalışma Mekanizmasına Etkisi" başlıklı Doktora çalışmaya başladım. 1994'de, ODTÜ'de düzenlenen "Protein Yapısı, İşlevi ve Kararlılığı" isimli yoğun kurs programında bulundum. 1996'da, İ.Ü.'de düzenlenen XIII. Ulusal Biyoloji Kongresi'ne bildiri sunarak katıldım. 1998'de, E.Ü. Ziraat Fakültesi ve E.Ü. Bilim, Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nce düzenlenmiş olan "Bitkilerde Stres Fizyolojisinin Moleküler Temelleri" isimli sempozyuma, 2000'de, Türk Tarih Vakfı tarafından tertiplenmiş olan Çevre Tarih Sempozyumu'na ve yine aynı yıl, İ.Ü.'de düzenlenmiş olan "Second International Balkan Botanical Congress'e dinleyici olarak katıldım. Halen, İ.Ü. Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nün Botanik Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktayım. Avrupa Bitki Fizyologları Derneği (FESPP) ve Biyologlar Derneği'nin üyesiyim, İngilizce biliyorum.

Mine SARSAĞ