

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ATRAZİN VE ASETOKLOR HERBİSİTLERİNİN *Zea mays* L. (MISIR) VE
Pisum sativum L. (BEZELYE) BİTKİLERİNDE BİYOKİMYASAL VE
FİZYOLOJİK PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİLERİ**

GÜLÇİN BEKER AKBULUT

**DOKTORA TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**MALATYA
KASIM 2008**

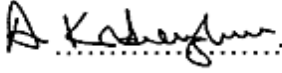
Tezin Başlığı: Atrazin ve Asetoklor Herbisitlerinin *Zea mays* L. (Mısır) ve *Pisum sativum* L. (Bezelye) Bitkilerinde Biyokimyasal ve Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkileri

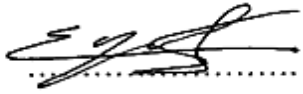
Tezi Hazırlayan: Gülçin BEKER AKBULUT

Sınav Tarihi: 13.11.2008

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Biyoloji Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

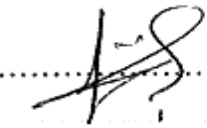
Sınav Jürisi Üyeleri

Prof. Dr. Asım KADIOĞLU  Karadeniz Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Emel YİĞİT  İnönü Üniversitesi

Prof. Dr. Murat ÖZMEN  İnönü Üniversitesi

Prof. Dr. Serpil ÜNYAYAR  Mersin Üniversitesi

Doç Dr. Füsun YÜREKLİ  Amasya Üniversitesi

İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İsmail ÖZDEMİR
Enstitü Müdürü

Beni kalplerinde büyüten aileme...

Onur Sözü

Doktora Tezi olarak sunduğum “**Atrazin ve Asetoklor Herbisitlerinin *Zea mays* L. (Mısır) ve *Pisum sativum* L. (Bezelye) Bitkilerinde Biyokimyasal ve Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkileri**” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların, hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.



Gülçin BEKER AKBULUT

ÖZET

Doktora Tezi

ATRAZİN VE ASETOKLOR HERBİSİTLERİNİN *Zea mays* L. (MISIR) VE
Pisum sativum L. (BEZELYE) BİTKİLERİNDE BİYOKİMYASAL VE
FİZYOLOJİK PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİLERİ

Gülçin BEKER AKBULUT

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

190+ xv sayfa

2008

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Emel YİĞİT

Bu araştırmada, *Zea mays* L. cv. “Martha F1” ve *Pisum sativum* L. cv. “Utrillo” bitkilerine çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası gelişim safhalarında atrazin ve asetoklor herbisitleri uygulandı. Çimlenme sonrası aşamada bu herbisitlerin fotosentetik pigment sistemi, toplam şeker içeriği, yaş-kuru ağırlık parameterleri, oransal su içeriği ve bazı antioksidan enzim aktiviteleri üzerindeki etkileri (1., 5., 10. ve 15. günlerde) araştırıldı.

Z. mays’a kontrol grubuna karşı, 21–222 mM konsantrasyon aralığında atrazin ve 0,76–8,1 mM aralığında asetoklor uygulandı. Ayrıca *P. sativum*, kontrol grubuna karşı atrazin ve asetoklorun 42–448 mM konsantrasyonlarına maruz bırakıldı.

Atrazin uygulanan *Z. mays* ve *P. sativum*’da günlere bağlı olarak klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve toplam şeker seviyelerinin kontrol grubuna oranla azaldığı, karotenoid seviyesinin ise önemli ölçüde artış gösterdiği bulundu. Ayrıca bu gruplarda peroksidaz aktivitesi ve malondialdehit (MDA) içeriği 10. günden itibaren azalış gösterirken, askorbat peroksidaz aktivitesi ise 15. günde azaldı Aynı zamanda oransal su içeriği ve yaş-kuru ağırlıkta azalış kaydedildi.

Asetoklor uygulanan *Z. mays* ve *P. sativum*’da günlere bağlı olarak klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve toplam şeker miktarları kontrol grubuna kıyasla daha düşük düzeyde bulundu Bununla birlikte, karotenoid miktarları aynı gruplarda önemli ölçüde artış gösterdi. Peroksidaz aktivitesi her iki bitkide de 15. günde azaldı. MDA içeriği ve askorbat peroksidaz aktivitesi *Z. mays*’da 10. günde, *P. sativum*’da ise 15. günde azalış gösterdi. Aynı zamanda oransal su içeriği ve yaş-kuru ağırlıkta azalışa neden olduğu saptandı.

Salisilik asitin herbisit ile birlikte uygulanması *Z. mays* ve *P. sativum*'da 24. ve 48. saatlerde bitkide endojen salisilik asit miktarını artırdı. Ayrıca eksojen salisilik asit uygulamasının ise sistemik kazanılmış direnci artırdığı belirlendi.

Ayrıca herbisitlerin kalıntı miktarları 1. ve 15. günde değerlendirildiğinde bitkilerde yüksek oranda kalıntıya sebep oldukları gözlemlendi.

ANAHTAR KELİMELEER : *Zea mays*, *Pisum sativum*, atrazin, asetoklor, klorofil, karotenoid, total karbohidrat, malondialdehit (MDA), peroksidaz, askorbat peroksidaz, salisilik asit

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

THE EFFECTS OF ATRAZINE AND ACETOCHLOR HERBICIDES ON BIOCHEMICAL AND PHYSIOLOGICAL PARAMETERS OF *Zea mays* L. (MAIZE) AND *P. sativum* L. (PEA) PLANTS

Gülçin BEKER AKBULUT

Inonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

190 + xv pages

2008

Supervisor: Assistant Professor Ph. D. Emel YİĞİT

In the present work, atrazine and acetochlor herbicides were applied to *Zea mays* cv. “Martha F1” (maize) and *Pisum sativum* cv. “Utrillo” (pea) during premergence and postmergence growth periods. In the postmergence applications, the effects of herbicides on photosynthetic pigment system, total carbohydrates content, wet-dry weight, relative water content, some antioxidant enzyme activities parameters were investigated (1st, 5th, 10th and 15th days).

Atrazine with the concentration range of 21-222 mM and acetochlor with the range of 0,76-8,1 mM were applied to *Z. mays* by taking the control group as the base. *P. sativum* was also treated by atrazine and acetochlor with the concentration range of 42-448 mM by taking the control group as the base.

Chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and total carbohydrate levels in *Z. mays* and *P. sativum* treated with atrazine were lower than those in the control groups as related to the days. On the other hand, carotenoid levels showed considerable increase in the same groups. Furthermore, while the peroxidase activity and malondialdehyde (MDA) content were shown to become less from 10th day, the activity of ascorbate peroxidase was also reduced in 15th day. In relative water content and wet-dry weight a decrease was also recorded.

The amounts of chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and total carbohydrate in *Z. mays* and *P. sativum* treated with acetochlor were lower than those in the control groups as related to the days. However, the amounts of carotenoid showed considerable increase in the same groups. Peroxidase activity was decreased in the 15th day in both plants. MDA content and ascorbate peroxidase activity were reduced in

Z. mays in 10th day and in *P. sativum* in 15th day. In relative water content and wet-dry weight a decrease were also determined.

The treatment of salicylic acid with herbicide enhanced internal salicylic acid quantity in *Z. mays* and *P. sativum* in 24th and 48th hours. Furthermore, it was determined that the treatment of exogenous salicylic acid increased the systemic acquired resistance.

When the quantities of herbicides residue were analysed in 1st and 15th days, it was also observed that they caused to highly residue in the plants.

KEYWORDS: *Zea mays*, *Pisum sativum*, atrazine, acetochlor, chlorophyll, carotenoid total carbohydrate, , malondialdehyde (MDA), peroxidase, ascorbate peroxidase, salicylic acid

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın her anında yardımını, öneri ve desteğini benden esirgemeyen çok değerli danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Emel YİĞİT'e;

Tez izleme sürecinde değerli bilgilerini benimle paylaşan tez izleme komitesi hocalarım Sayın Prof. Dr. Murat ÖZMEN'e ve Doç. Dr. Füsün YÜREKLİ'ye;

Sıvı azot işlemlerinin gerçekleşmesini sağlayan Prof. Dr. Mustafa SÜLÜ'ye;

HPLC analizleri işlemlerini büyük bir özveriyle ve titizlikle gerçekleştiren değerli dostum Uzman Onur ÖZGÜL'e;

Araştırmam esnasında yardımlarını benden esirgemeyen değerli dostlarım Arş. Grv. Dr. Emre BİRHANLI, Arş. Grv. Dr. Şebnem ÖZALP ERENLER, Arş. Grv. Armağan Kaya, Dr. Öğr. Tuğba KAYA, Arş. Grv. Filiz KURU, Yrd. Doç. Dr. Turan ARABACI ve diğer bölüm arkadaşlarıma;

Bu tez çalışmasını 2006/27 nolu proje olarak destekleyen İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi'ne;

Değerli oğlum Ayberk AKBULUT'a, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen eşim Ekrem AKBULUT'a ve AİLEM'e

en içten duygularıyla teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Pestisitlerin Tarihçesi	3
1.2. Pestisitlerin Çevreye Etkileri.....	5
1.2.1. Hava ve pestisitler.....	6
1.2.2. Su ve pestisitler.....	6
1.2.3. Toprak ve pestisitler.....	7
1.2.3.1. Pestisitlerin topraktaki kalıntılarının meydana getirdiği sorunlar.....	8
1.2.3.2. Pestisitlerin toprakta ayrışmaları	8
1.3. Herbisitlerin Sınıflandırılması.....	10
1.3.1. Aktivitelerine göre herbisitler.....	11
1.3.2. Kullanımlarına göre herbisitler.....	11
1.3.3. Hareket yönlerine göre herbisitler.....	11
1.3.3.1. Büyüme düzenleyicileri.....	11
1.3.3.2. Amino asit sentez inhibitörleri.....	12
1.3.3.3. Lipid sentez inhibitörleri.....	12
1.3.3.4. Fide büyüme inhibitörleri.....	12
1.3.3.5. Fotosentez inhibitörleri.....	13
1.3.3.6. Pigment inhibitörleri.....	13
1.3.3.7. Hücre membran inhibitörleri	13
1.4. Atrazin ve Asetoklor Herbisitlerinin Genel Özellikleri.....	13
1.5. Fotosentetik Pigmentler.....	16
1.5.1. Klorofiller.....	16
1.5.2. Karotenoidler	17
1.6. Karbohidratlar.....	18
1.7. Herbisitlerin Bitkilerde Oluşturduğu Strese Tepkiler.....	18
1.7.1. Lipid peroksidasyonu.....	19
1.7.2. Peroksidazlar.....	20
1.7.3. Askorbat peroksidaz.....	22
1.7.4. Salisilik asit.....	23
1.7.4.1. Salisilik asit metabolizması.....	24
1.7.4.2. Salisilik asitin fizyolojik etkileri.....	26
1.8. Araştırmada Kullanılan Bitkiler.....	27
1.8.1. <i>Poaceae</i> (<i>Gramineae</i> , Buğdaygiller) familyasının genel özellikleri.....	28
1.8.2. <i>Fabaceae</i> (Baklagiller) familyasının genel özellikleri.....	30
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	32
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	45
3.1. Perlitin Özellikleri.....	46
3.2. Fotosentetik Pigment Analizi.....	48
3.3. Toplam Şeker Miktarının Ölçümü.....	48
3.4. Lipid Peroksidasyonu (MDA) Analizi.....	49

3.5.	Peroksidaz Aktivitesi Tayini.....	49
3.6.	Askorbat Peroksidaz Tayini.....	49
3.7.	Total Çözünabilir Protein Tayini.....	50
3.8.	Salisilik Asit Tayini İçin Yapılan Ön Uygulamalar.....	50
3.9.	İçsel Salisilik Asit Tayini.....	51
3.10.	Kalıntı Analizi Tayini.....	52
3.11.	Salisilik Asit, Atrazin ve Asetoklor için HPLC Standart Grafikleri.....	52
3.12.	Yaş-Kuru Ağırlık Tayini.....	54
3.13.	Oransal Su İçeriği (% OSİ) Tayini.....	54
3.14.	İstatistik Analizler	55
4.	ARAŞTIRMA BULGULARI	56
4.1.	Çimlenme Sonrası Atrazin ve Asetoklor Uygulanan <i>Z. mays</i> Yapraklarında Fotosentetik Pigment Analizi.....	56
4.2.	Çimlenme Sonrası Atrazin ve Asetoklor Uygulanan <i>P. sativum</i> Yapraklarında Fotosentetik Pigment Analizi.....	68
4.3.	Çimlenme Sonrası Atrazin ve Asetoklor Uygulanan <i>Z. mays</i> ve <i>P. sativum</i> Bitkilerinde Toplam Şeker Miktarları.....	80
4.4.	Çimlenme Sonrası Atrazin ve Asetoklor Uygulanan <i>Z. mays</i> ve <i>P. sativum</i> Bitkilerinde Yaprak, Gövde ve Kök Yaş Ağırlıkları.....	86
4.5.	Çimlenme Sonrası Atrazin ve Asetoklor Uygulanan <i>Z. mays</i> ve <i>P. sativum</i> Bitkilerinde Yaprak, Gövde ve Kök Kuru Ağırlıkları.....	103
4.6.	Çimlenme Sonrası Atrazin ve Asetoklor Uygulanan <i>Z. mays</i> ve <i>P. sativum</i> Bitkilerinin Yapraklarındaki Oransal Su İçeriği.....	109
4.7.	Çimlenme Sonrası Atrazin ve Asetoklor Uygulanan <i>Z. mays</i> ve <i>P. sativum</i> Yapraklarında MDA Değişimleri.....	115
4.8.	Çimlenme Sonrası Atrazin ve Asetoklor Uygulanan <i>Z. mays</i> ve <i>P. sativum</i> Yapraklarında Peroksidaz Aktivitesi Değişimleri.....	120
4.9.	Çimlenme Sonrası Atrazin ve Asetoklor Uygulanan <i>Z. mays</i> ve <i>P. sativum</i> Yapraklarında Askorbat Peroksidaz Aktivitesi Değişimleri.....	126
4.10.	Herbisit ve Salisilik Asit Uygulanan <i>Z. mays</i> ve <i>P. sativum</i> Bitkilerinde İçsel Salisilik Asit Değişimleri.....	131
4.11.	Herbisit Uygulanan <i>Z. mays</i> ve <i>P. sativum</i> Bitkilerinde İçsel Salisilik Asit Değişimleri	139
4.12.	<i>Z. mays</i> ve <i>P. sativum</i> Bitkilerinde Kalıntı Analizi Sonuçları.....	144
5.	TARTIŞMA VE SONUÇ.....	149
5.1.	Atrazin ve Asetoklor Herbisitlerinin Büyüme Kriterleri Üzerine Etkileri	150
5.2.	Atrazin ve Asetoklor Herbisitlerinin Oksidatif Sistem Üzerine Etkileri..	159
5.3.	Salisilik Asit ve Herbisit İlişkisi.....	165
5.4.	Bitkilerde Herbisit Kalıntı Analizleri.....	168
6.	KAYNAKLAR.....	171
	ÖZGEÇMİŞ.....	190

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Pestisitlerin hareket ve değişimlerini etkileyen çevresel etkenler...	10
Şekil 1.2.	Atrazin'in moleküler yapısı.....	14
Şekil 1.3.	Asetoklor'un moleküler yapısı.....	15
Şekil 1.4.	Salisilik asit biyosentezi.....	25
Şekil 3.1.	İklim odasındaki örneklerin genel görünümü.....	47
Şekil 3.2.	SA'nın alıkonma zamanı	53
Şekil 3.3.	Atrazin'in alıkonma zamanı.....	53
Şekil 3.4.	Asetoklor'un alıkonma zamanı.....	54
Şekil 4.1.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı Kl a miktarlarının değişimi.....	57
Şekil 4.2.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı Kl a miktarlarının değişimi.....	59
Şekil 4.3.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı Kl b miktarlarının değişimi.....	60
Şekil 4.4.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı Kl b miktarlarının değişimi.....	62
Şekil 4.5.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı toplam klorofil miktarlarının değişimi.....	63
Şekil 4.6.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı toplam klorofil miktarlarının değişimi.....	65
Şekil 4.7.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı karotenoid miktarlarının değişimi.....	66
Şekil 4.8.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı karotenoid miktarlarının değişimi.....	68
Şekil 4.9.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı Kl a miktarlarının değişimi.....	69
Şekil 4.10.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı Kl a miktarlarının değişimi.....	71
Şekil 4.11.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı Kl b miktarlarının değişimi.....	72
Şekil 4.12.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı Kl b miktarlarının değişimi.....	74
Şekil 4.13.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı toplam klorofil miktarlarının değişimi.....	75
Şekil 4.14.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı toplam klorofil miktarlarının değişimi.....	77
Şekil 4.15.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı karotenoid miktarlarının değişimi.....	78
Şekil 4.16.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı karotenoid miktarlarının değişimi.....	80
Şekil 4.17.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler.....	81
Şekil 4.18.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler.....	83
Şekil 4.19.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler.....	84
Şekil 4.20.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>P. sativum</i> bitkilerinde günlere bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler.....	86

Şekil 4.21.	Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben <i>Z. mays</i> bitkisinde günlere bağlı yaprak yaş ağırlıkları.....	87
Şekil 4.22.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben <i>Z. mays</i> bitkisinde günlere bağlı yaprak yaş ağırlıkları	89
Şekil 4.23.	Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı yaprak yaş ağırlıkları.....	90
Şekil 4.24.	Asetoklor uygulaması sonrasında <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı yaprak yaş ağırlıkları.....	91
Şekil 4.25.	Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben <i>Z. mays</i> bitkisinde günlere bağlı gövde yaş ağırlıkları.....	93
Şekil 4.26.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben <i>Z. mays</i> bitkisinde günlere bağlı gövde yaş ağırlıkları.....	94
Şekil 4.27.	Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı gövde yaş ağırlıkları.....	95
Şekil 4.28.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı gövde yaş ağırlıkları.....	97
Şekil 4.29.	Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben <i>Z. mays</i> bitkisinde günlere bağlı kök yaş ağırlıkları.....	98
Şekil 4.30.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben <i>Z. mays</i> bitkisinde günlere bağlı kök yaş ağırlıkları.....	99
Şekil 4.31.	Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı kök yaş ağırlıkları.....	101
Şekil 4.32.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı kök yaş ağırlıkları.....	102
Şekil 4.33.	Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı oransal su içeriği.....	110
Şekil 4.34.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı oransal su içeriği.....	111
Şekil 4.35.	Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben <i>P. sativum</i> bitkisinin yapraklarında günlere bağlı oransal su içeriği.....	113
Şekil 4.36.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı oransal su içeriği.....	114
Şekil 4.37.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>Z. mays</i> bitkisinde günlere bağlı MDA miktarındaki değişimler.....	116
Şekil 4.38.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı olarak MDA miktarındaki değişimler.....	117
Şekil 4.39.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı olarak MDA miktarındaki değişimler	118
Şekil 4.40.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı olarak MDA miktarındaki değişimler	120
Şekil 4.41.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>Z. mays</i> bitkisinde günlere bağlı peroksidaz aktivitesindeki değişimler.....	121
Şekil 4.42.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı peroksidaz aktivitesindeki değişimler.....	123
Şekil 4.43.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı peroksidaz aktivitesindeki değişimler.....	124
Şekil 4.44.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı peroksidaz aktivitesindeki değişimler	126

Şekil 4.45.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı AP aktivitesi.....	127
Şekil 4.46.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı AP aktivitesi.....	128
Şekil 4.47.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı AP aktivitesi.....	130
Şekil 4.48.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı AP aktivitesi.....	131
Şekil 4.49.	<i>Z. mays</i> 'a çimlenme öncesi atrazin ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları.....	132
Şekil 4.50.	<i>Z. mays</i> 'a çimlenme sonrası atrazin ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları.....	133
Şekil 4.51.	<i>Z. mays</i> 'a çimlenme öncesi asetoklor ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları.....	134
Şekil 4.52.	<i>Z. mays</i> 'a çimlenme sonrası asetoklor ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları.....	135
Şekil 4.53.	<i>P. sativum</i> 'a çimlenme öncesi atrazin ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları.....	136
Şekil 4.54.	<i>P. sativum</i> 'a çimlenme sonrası atrazin ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları.....	137
Şekil 4.55.	<i>P. sativum</i> 'a çimlenme öncesi asetoklor ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları.....	138
Şekil 4.56.	<i>P. sativum</i> 'a çimlenme sonrası asetoklor ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları.....	139
Şekil 4.57.	<i>Z. mays</i> 'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben içsel SA miktarları	140
Şekil 4.58.	<i>Z. mays</i> 'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben içsel SA miktarları	142
Şekil 4.59.	<i>P. sativum</i> 'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları.....	143
Şekil 4.60.	<i>P. sativum</i> 'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları.....	144
Şekil 4.61.	Atrazin uygulanan <i>Z. mays</i> bitkisinde 1. ve 15. günlerde yaprakta kalıntı miktarları.....	145
Şekil 4.62.	Asetoklor uygulanan <i>Z. mays</i> bitkisinin yapraklarında 1. ve 15. günlerdeki kalıntı miktarları	146
Şekil 4.63.	Atrazin uygulanan <i>P. sativum</i> bitkisinin yapraklarında 1. ve 15. günlerdeki kalıntı miktarları.....	147
Şekil 4.64.	Asetoklor uygulanan <i>P. sativum</i> bitkisinde 1. ve 15. günlerdeki kalıntı miktarları.....	148

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1.	Atrazin'in genel özellikleri.....	14
Çizelge 1.2.	Asetoklor'un genel özellikleri.....	15
Çizelge 1.3.	SA'nın genel özellikleri.....	24
Çizelge 3.1.	Hoagland kültür çözeltisinin bileşimi.....	46
Çizelge 3.2.	Toksiste denemeleri sonucunda bitkilere çimlenme sonrası (postemergens) uygulanacak doz aralıkları.....	47
Çizelge 3.3.	SA uygulaması için seçilen atrazin ve asetoklor herbisitinin çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası doz aralıkları.....	51
Çizelge 4.1.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı Kl a miktarlarının değişimi.....	57
Çizelge 4.2.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı Kl a miktarlarının değişimi.....	58
Çizelge 4.3.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı Kl b miktarlarının değişimi.....	60
Çizelge 4.4.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı Kl b miktarlarının değişimi.....	61
Çizelge 4.5.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı toplam klorofil miktarlarının değişimi.....	63
Çizelge 4.6.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı toplam klorofil miktarlarının değişimi.....	64
Çizelge 4.7.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı karotenoid miktarlarının değişimi.....	66
Çizelge 4.8.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı karotenoid miktarlarının değişimi.....	67
Çizelge 4.9.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı Kl a miktarlarının değişimi	69
Çizelge 4.10.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı Kl a miktarlarının değişimi.....	70
Çizelge 4.11.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı Kl b miktarlarının değişimi	72
Çizelge 4.12.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı Kl b miktarlarının değişimi	73
Çizelge 4.13.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı toplam klorofil miktarlarının değişimi.....	75
Çizelge 4.14.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı toplam klorofil miktarlarının değişimi.....	76
Çizelge 4.15.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı karotenoid miktarlarının değişimi.....	78
Çizelge 4.16.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı karotenoid miktarlarının değişimi..	79
Çizelge 4.17.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler.....	81
Çizelge 4.18.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler.....	82
Çizelge 4.19.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler.....	84

Çizelge 4.20.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler.....	85
Çizelge 4.21.	Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben <i>Z. mays</i> bitkisinde günlere bağlı yaprak yaş ağırlıkları.....	87
Çizelge 4.22.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben <i>Z. mays</i> bitkisinde günlere bağlı yaprak yaş ağırlıkları.....	88
Çizelge 4.23.	Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı yaprak yaş ağırlıkları.....	90
Çizelge 4.24.	Asetoklor uygulamasını takiben <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı yaprak yaş ağırlıkları	91
Çizelge 4.25.	Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben <i>Z. mays</i> bitkisinde günlere bağlı gövde yaş ağırlıkları.....	92
Çizelge 4.26.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulaması sonrasında <i>Z. mays</i> bitkisinde günlere bağlı gövde yaş ağırlıkları.....	94
Çizelge 4.27.	Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı gövde yaş ağırlıkları.....	95
Çizelge 4.28.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı gövde yaş ağırlıkları.....	96
Çizelge 4.29.	Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben <i>Z. mays</i> bitkisinde günlere bağlı kök yaş ağırlıkları	98
Çizelge 4.30.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben <i>Z. mays</i> bitkisinde günlere bağlı kök yaş ağırlıkları.....	99
Çizelge 4.31.	Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı kök yaş ağırlıkları.....	100
Çizelge 4.32.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı kök yaş ağırlıkları	102
Çizelge 4.33.	Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben <i>Z. mays</i> bitkisinde günlere bağlı yaprak kuru ağırlıkları.....	103
Çizelge 4.34.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben <i>Z. mays</i> bitkisinde günlere bağlı yaprak kuru ağırlıkları	104
Çizelge 4.35.	Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı yaprak kuru ağırlıkları.....	104
Çizelge 4.36.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı yaprak kuru ağırlıkları.....	105
Çizelge 4.37.	Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben <i>Z. mays</i> bitkisinde günlere bağlı gövde kuru ağırlıkları.....	105
Çizelge 4.38.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben <i>Z. mays</i> bitkisinde günlere bağlı gövde kuru ağırlıkları.....	106
Çizelge 4.39.	Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı gövde kuru ağırlıkları.....	106
Çizelge 4.40.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı gövde kuru ağırlıkları.....	107
Çizelge 4.41.	Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben <i>Z. mays</i> bitkisinde günlere bağlı kök kuru ağırlıkları.....	107
Çizelge 4.42.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben <i>Z. mays</i> bitkisinde günlere bağlı kök kuru ağırlıkları.....	108
Çizelge 4.43.	Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı kök kuru ağırlıkları.....	108
Çizelge 4.44.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı kök kuru ağırlıkları.....	109

Çizelge 4.45.	Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben <i>Z. mays</i> yapraklarında oransal su içeriği.....	110
Çizelge 4.46.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben <i>Z. mays</i> yapraklarında oransal su içeriği.....	111
Çizelge 4.47.	Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben <i>P. sativum</i> yapraklarında oransal su içeriği.....	112
Çizelge 4.48.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben <i>P. sativum</i> yapraklarında oransal su içeriği	114
Çizelge 4.49.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı olarak MDA miktarındaki değişimler (µmol MDA/g yaş ağırlık).....	115
Çizelge 4.50.	Çimlenme sonrası uygulanan asetoklor herbisitinin <i>Z. mays</i> bitkisinde günlere bağlı MDA miktarındaki değişimleri (µmol MDA/g yaş ağırlık).....	117
Çizelge 4.51.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı MDA miktarındaki değişimler (µmol MDA/g yaş ağırlık).....	118
Çizelge 4.52.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı olarak MDA miktarındaki değişimler (µmol MDA/g yaş ağırlık)	119
Çizelge 4.53.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı peroksidaz aktivitesindeki değişimler (U/mg protein)	121
Çizelge 4.54.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı peroksidaz aktivitesindeki değişimler (U/mg protein)	122
Çizelge 4.55.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı peroksidaz aktivitesindeki değişimler (U/mg protein)	124
Çizelge 4.56.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı peroksidaz aktivitesindeki değişimler (U/mg protein)	125
Çizelge 4.57.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı AP aktivitesi (U/mg protein).....	127
Çizelge 4.58.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>Z. mays</i> yapraklarında günlere bağlı AP aktivitesi (U/mg protein).....	128
Çizelge 4.59.	Çimlenme sonrası atrazin uygulanan <i>P. sativum</i> yapraklarında günlere bağlı AP aktivitesi (U/mg protein)	129
Çizelge 4.60.	Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan <i>P. sativum</i> bitkisinde günlere bağlı AP aktivitesi (U/mg protein).....	130
Çizelge 4.61.	<i>Z. mays</i> 'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası olmak üzere atrazin ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları.....	132
Çizelge 4.62.	<i>Z. mays</i> 'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası olmak üzere asetoklor ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları.....	134
Çizelge 4.63.	<i>P. sativum</i> 'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası olmak üzere atrazin ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları.....	136

Çizelge 4.64.	<i>P. sativum</i> 'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası olmak üzere asetoklor ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları.....	138
Çizelge 4.65.	<i>Z. mays</i> 'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben içsel SA miktarları	140
Çizelge 4.66.	<i>Z. mays</i> 'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları	141
Çizelge 4.67.	<i>P. sativum</i> 'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları	142
Çizelge 4.68.	<i>P. sativum</i> 'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları	143
Çizelge 4.69.	Atrazin uygulanan <i>Z. mays</i> bitkisinin yapraklarında 1. ve 15. günlerdeki kalıntı miktarları	144
Çizelge 4.70.	Asetoklor uygulanan <i>Z. mays</i> bitkisinin yapraklarında 1. ve 15. günlerdeki kalıntı analizi sonuçları.....	145
Çizelge 4.71.	Atrazin uygulanan <i>P. sativum</i> bitkisinin yapraklarında 1. ve 15. günlerdeki kalıntı analizi sonuçları	146
Çizelge 4.72.	Asetoklor uygulanan <i>P. sativum</i> bitkisinin yapraklarında 1. ve 15. günlerdeki kalıntı analizi sonuçları.....	147

SİMGELER VE KISALTMALAR

DDT	Dikloro difenol trikloroethan
FAO	Birleşmiş milletler gıda ve tarım örgütü
WHO	Dünya sağlık örgütü
EPA	Çevre koruma örgütü
ROT	Reaktif oksijen türleri
H ₂ O ₂	Hidrojen peroksit
PR	Peroksidaz
MDA	Malondialdehid
APX	Askorbat peroksidaz
SA	Salisilik asit
ASA	Asetil salisilik asit
HR	Aşırı duyarlı reaksiyon
SAR	Sistemik gerekli direnç
mM	Milimolar
µg	Mikrogram
mL	Mililitre
nm	Nanometre
Kl a	Klorofil a
Kl b	Klorofil b
TCA	Triklor asetik asit
TBA	Thiobarbutirik asit
ng	Nanogram
U/mg protein	Ünite/miligram protein
rpm	Dakikadaki dönme hızı
HPLC	Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi
g	Gravite
gr	Gram
RWC	Nispi su içeriği
IAA	Indol-3-Asetik Asit
PVP	Polivinilpirolidon
ppm	Milyonda bir kısım
YA	Yaş ağırlık
KA	Kuru ağırlık

1.GİRİŞ

Yerkürenin milyonlarca yıldan beri geçirdiği evrim sonunda içindeki canlı ve cansız varlıkların bir bütün halinde yaşayarak birbirine bağlandıkları, kaynaştıkları ve karşılıklı bağlarla belirli bir doğa düzeni ortaya çıkardıkları bilinmektedir. Bu düzeni bir sistem dahilinde çalıştıran bir çok doğal çark vardır. Örneğin, atmosfer yeşil bitkilere CO₂ vermekte, bitkilerde atmosfere O₂ üretmekte, atmosfer de bu değerli varlığı diğer canlılara aktararak onların yaşayabilmesini sağlamaktadır. Bu basit örnek biyosferdeki sayısız sistem ağlarından birinin belki de sadece bir ipliğini oluşturmaktadır. İşte bu şekilde doğadaki canlı ve cansız varlıkların aralarındaki karşılıklı bağlarla oluşturdukları sisteme ekolojik sistem veya ekosistem denilmektedir [1, 2].

Ekosistemin canlı öğeleri arasında en önemlilerinden biri üreticilerdir. Tüm ekosistemlerde temel üreticiler yeşil bitkilerden oluşur. Ayrıca bazı bakteri türleri de üreticilerden sayılır. Ancak bakterilerin başlıca üretici olarak katkıda bulundukları ekosistem örnekleri çok nadirdir. Bütün biyolojik sistemler gibi, ekosistemlerde açık sistemlerdir. Nasıl bir makine işleyebilmek için dışarıdan bir enerji girdisine ihtiyaç duyarsa, ekosistemde işleyebilmek için, kendi dışından enerji sağlamak zorundadır. Tüm ekosistemler için bu dış enerji kaynağı güneştir. Ancak, güneş ışığı girdisi bu şekliyle ekosistemler tarafından kullanılamaz. Temel üreticiler olan yeşil bitkiler, bu noktada devreye girer ve ışık enerjisini fotosentez yoluyla kimyasal enerjiye çevirirler. Böylelikle, güneşten gelen enerji, karbohidratlar ve diğer organik moleküller halinde bitkilerin bünyesinde birikir. Enerji ancak bu yeni şekliyle sistemin diğer canlı öğeleri tarafından kullanılır [1, 3].

Bitkiler her zaman uygun çevre şartları altında bulunmazlar, bazen yaşadıkları çevrelerde normal olmayan zor şartlarla da karşılaşır. Olumsuz çevre şartları bitkilerde stres yaratır. Biyolojik olarak stres, çevre şartlarının, bir bitkinin normal büyüme ve gelişmesini olumsuz yönde etkileyecek kadar değişmesidir. Stres durumundaki metabolik faaliyetler ya değişik bir yöne kayar ya da indirgenir [4–7].

Ekosistemdeki her canlı türü, çevre koşullarından etkilenir ve kendi yaşam faaliyetiyle bulunduğu habitatın koşullarını etkileyerek değişikliğe uğratar. Biyosferdeki çeşitli ekosistemlere sürekli olarak katılan zehirli maddelerin bir kısmı doğadan kaynaklanır. Örneğin, bir volkanın faaliyeti sırasında çıkan kükürt gazları, çevreye yayılarak bitkilerin gelişmesini engeller. Denizlerde doğal olarak bulunan civa, deniz canlılarında birikerek insan sağlığını besin yoluyla tehdit eder. Orman içinden akan bir dereye dökülen yaprak vb. organik maddeler, bu habitatta büyük ölçüde oksijen

eksikliğine neden olabilir. Genel olarak kirlenme denilince, insan müdahalesi sonunda oluşan çevre bozulması anlaşılmaktadır. Çünkü, insanın müdahalesi kısa bir zaman aralığında ve büyük bir yoğunlukta ortaya çıkmaktadır. Böylece ekosistemde, canlıların yaşamını ciddi ölçüde etkileyen değişiklikler olmaktadır. İnsanda canlı bir varlık olarak bulunduğu ekosistemin bir parçası olduğu için kendisinin neden olduğu değişiklikler dolaylı olarak sonunda kendisini de etkilemektedir. Bu değişiklikler, bazen insanın o çevrede barınmasını olanaksızlaştıracak boyutlara ulaşır [8, 9].

İnsan popülasyonlarının küçük olduğu dönemlerde, insanın doğaya müdahalesinin boyutları da küçük olmuştur. Ancak son 200 yıl boyunca insan nüfusunda ve teknolojiadaki hızlı gelişmeler, insanın çevre üzerindeki baskısını daha büyük boyutlara ulaştırmıştır. Endüstriyel ve evsel atıklar, kimyasal gübrenin bilinçsiz kullanımı, çevre kirlenmesinin boyutlarını artırmış, olayı küresel açıdan değerlendirmeyi zorunlu hale getirmiştir [10, 11].

Dünya nüfusunun hızla artması, bitkisel gıda maddeleri ile üretimin en az aynı oranda artırılmasını gerektirmektedir [12]. Oysa erozyon, yeni yerleşim yerlerinin açılması, yeni fabrikaların ve yolların yapılması gibi nedenlerle tarıma elverişli alanlar gittikçe azalmaktadır. Bu durumda yapılması gereken birim alandan elde edilecek ürün miktarını artırmaktır. Bunun için modern tekniklerin ve girdilerin kullanılması bir zorunluluktur. Tarım ilaçları da bu girdilerin başında gelmektedir. Bugün tarım ilacı kullanılmaması halinde alınması gereken ürün miktarında % 65'e varan kayıplar olabilmektedir [13]. Tarımsal savaş, bitkilerin hastalık, zararlı ve yabancı otların etkilerinden ekonomik ölçüler içinde korunması, ürünün ve kalitenin artırılmasıdır. Bu amaca ulaşabilmek için, tarımsal savaşımın entegre savaş görüşüne uygun olarak yürütülmesi gerekmektedir. Entegre zararlı yönetimi denildiğinde ise; tarımsal savaşımında bilinen tüm yöntemlerden yararlanan, insan ve çevre sağlığına olumsuz etkileri en az olanların uygulanmasına yönelik çalışmalar anlaşılmaktadır.

Tarımsal savaş değişik yöntemleri içermektedir. Bu yöntemlerden birisi tarım ilaçlarının kullanıldığı kimyasal mücadeledir. Bu mücadele sentetik veya doğal yabancı bitki öldürücüler (herbisitler) kullanılarak yapılmaktadır. Kimyasal mücadele tüm mücadele yöntemleri arasında en fazla kullanılanıdır. Çünkü kimyasal savaş yüksek etkinliğe sahiptir ve hızlı sonuç verir. Bilinçli ve kontrollü kullanıldığında ekonomiktir. Aynı zamanda kültür bitkilerini toksin salgılayan organizmalardan da koruyabilir. Mekaniksel savaş yöntemlerinde ise mücadele; çapalama, elle yolma, toprak işleme ve su altında bırakma şeklinde yapılmaktadır. Fiziksel savaş yöntemlerinde ise ısı ve

ışınlardan yararlanarak mücadele yapılmaktadır. Günümüzde yaygın olarak yapılan mücadelelerden birisi de biyolojik savaş yöntemleridir. Bu yöntemde bir canlı popülasyonunun istenmedikleri ortamlardan uzaklaştırılabilmesi; böcekler, balıklar, mantarlar ve bakteriler gibi diğer canlı organizmalar kullanılarak mümkün olabilmektedir [14–16]. Tarım ürünlerinin arzu edilen miktar ve kalitede üretilebilmesi bu ürünlerin hastalık ve zararlılardan korunabilmesi ile mümkündür. Bu nedenle özellikle gelişmiş ülkelerde tarımsal ilaçlar büyük miktarlarda kullanılmaktadır. Bu uygulamalarda insan ve çevre sağlığına getirdiği sakıncaları en aza indirebilmek için tarım ilaçlarında kullanılan etkili maddelerin toksikolojisi en ince detayına kadar incelenmektedir [13].

Pestisitler, zararlılar tarafından oluşturulan hasarı önleyen, kontrol eden ya da azaltmak için kullanılan doğal ya da sentetik organik bileşiklerdir. Pestisit; kimyasal bir madde, biyolojik ajan (virüs ya da bakteri), antimikrobiyal ya da dezenfektan olabilir [17, 18]. Tarımsal savaşta pestisit dendiği zaman akla, hastalık, zararlı ve yabancı otlar gibi bitkilere olumsuz etkileri olan canlıları önlemek için kullanılan kimyasal maddeler gelir. Bu maddeler ile bunların kimyasal ve biyolojik değişim ürünleri sadece biyosit etkileri bakımından değil, aynı zamanda ekosistem içindeki hedef ve etkileri bakımından da ilgi çekmektedir. Bu kimyasallar, etkili oldukları canlı gruplarına göre de isimlendirilirler;

- Bakterisitler, bakteriler
- Fungisitler, funguslar
- Herbisitler, yabancı otlar
- İnsektisitler, böcekler
- Akarisitler, kırmızı örümcek ya da akarlar
- Mollustisitler, salyongozlar
- Rodentisitler, kemirgenler
- Nematositler, nematodlar
- Virusitler, virüslerin kontrolü için kullanılan pestisitlerdir [19–22].

1.1. Pestisitlerin Tarihçesi

Milattan önce 2500 yılından itibaren insanlar tarımsal ürünlerinin verimini kontrol etmek için pestisit kullanmışlardır. İlk bilinen pestisit yaklaşık 4500 yıl önce Sümerler’de kullanılan elemental sülfür süpürücüdür. Arsenik, civa, kurşun gibi toksik kimyasallar, zararlı organizmaları öldürmek için ürünlere 15. yüzyılın başlarında

uygulanmıştır. Nikotin sülfat insektisit olarak kullanım için tütün yapraklarından 17. yüzyılda ekstre edilmiştir. *Chrysanthemum*'lardan türevlenen piretrum ve tropikal sebzelerin köklerinden türevlenen rotenon gibi doğal iki pestisit 19. yüzyılda tanımlanmıştır. 1939'da Paul Müller dikloro difenol trikloroethan (DDT)'nin oldukça etkili bir insektisit olduğunu keşfetmiştir. Bazı kaynaklar 1940 ve 1950'lileri "pestisit çağının başlangıcı" olarak göstermektedir. Pestisit kullanımı 1950'den itibaren 50 kat artmıştır. Endüstriyel pestisitlerin 2,5 milyon tonu her yıl kullanılmaktadır. Genelde tüm pestisitlerin %75'i gelişmiş ülkelerde kullanılmakla birlikte gelişmekte olan ülkelerde de bu oran artmaktadır [23].

Yoğun ve bilinçsiz pestisit kullanımının sonucunda gıdalarda, toprak, su ve havada kullanılan pestisitlerin kendisi ya da dönüşüm ürünleri kalabilmektedir. Hedef olmayan diğer organizmalar ve insanlar üzerinde olumsuz etkileri görülmektedir. Pestisit kalıntılarının önemi ilk kez 1948 ve 1951 yıllarında insan vücudunda organik klorlu pestisitlerin kalıntılarının bulunmasıyla anlaşılmıştır. Pestisitlerin bazıları toksikolojik açıdan bir zarar oluşturmazken, bazılarının kanserojen, sinir sistemini etkileyici ve hatta mutasyon oluşturunca etkileri saptanmıştır. Pestisit kalıntılarının en tehlikeli kaynağı gıdalardır. Bu nedenle 1960 yılında Birleşmiş milletler gıda ve tarım örgütü (FAO) ve Dünya sağlık örgütü (WHO) "Pestisit Kalıntıları Kodeks Komitesi"ni kurmuşlar ve bu komitenin çalışmaları sonucu konu ile ilgili tanımlamalar yapılmış, bilimsel araştırma verilerine dayanılarak gıdalarda bulunmasına izin verilen maksimum kalıntı değerleri saptanmıştır. Ülkemizde de tarımsal ürünlerde kullanılan pestisitlerin gıdalarda bulunmasına izin verilebilir maksimum miktarları ürün ve ilaç bazında belirlenmiştir [24, 25].

Pestisitlere karşı zararlı ve hastalıkların dayanıklılık kazandıkları bilinmektedir. Tarımsal ürün zararlılarında meydana gelen çeşitli tipteki dayanıklılıklar sonucunda pestisitlerin etkinliğindeki azalmayı aşmak için daha yüksek dozlarda uygulama gerekmektedir. Bu da hem maliyetin artmasına ve ürün veriminde azalmalara yol açmakta, hem de üründe ve çevrede kalıntı miktarının ve kirliliğin artmasına neden olmaktadır [15, 26].

20. yüzyılın başından itibaren gelişen sanayi ve teknolojiyle birlikte artan dünya nüfusu birim alandan daha fazla ürün elde etmeye yönelik yoğun tarım uygulamalarını gündeme getirmiştir. Buna bağlı olarak bitkilerin ve bitkisel ürünlerin zararlı, hastalık ve yabancı otların etkilerinden korunması, kaliteli ve bol ürün elde edilmesi için tarımsal ilaçların kullanılması kaçınılmaz olmuştur.

İdeal bir pestisit yüksek oranda seçici, yüksek oranda toksik ve nispeten kısa yarı ömürlü, biyolojik olarak da yıkılabilir olmalıdır [27]. Kullanılan pestisitler uygulama sonrası belirli bir süreç içinde güneş ışığı ile yıkıma uğramamışsa ya da bakteri faaliyetleri ile kimyasal yapıları bozulmamışsa zamanla toprakta birikirler. Toprakta biriken pestisitler toprak mikroorganizmaları ve bazı hayvansal zararlıların yok olmalarına ya da geçici süre etkisiz olmalarına neden olabilirler. Ayrıca alüminyum (Al^{+3}), bakır (Cu^{+2}), kalay (Sn^{+2}) gibi ağır metaller içeren pestisitlerin yarılanma ömürleri uzun olduğu için bitkiler tarafından alınabilir ve sonrasında insanlarda sağlık sorunlarına neden olabilir durumları söz konusudur. Pestisitler genellikle sıvı ve katı halde pazarlanmaktadır. Sulu konsantreler, emulsiye olabilen konsantreler, suspansiyon konsantreler, ıslanabilir tozlar, suda eriyebilen tozlar, granüller ve tozlar en yaygın kullanılan formülasyonlardır [28].

Pestisit kalıntıları içeren sular toprağın alt katmanlarına sızar ve yer altı sularına ulaşarak içme suyu yoluyla insan sağlığını tehdit eder. Aynı zamanda pestisitler buharlaşarak atmosfere de karışırlar. Atmosfer kirliliğine neden olan DDT, aldrin ve metil bromid gibi maddeler geniş alanlarda etkili olmaktadır. Pestisitler atmosferden yağmurla tekrar toprağa, sular ile sucul canlıları, gıda zinciri ile de insanlara ulaşan bir etkileşim döngüsü ortaya çıkarmaktadır. Pestisitler insanlarda akut ve kronik zehirlenmelere, kansere, alerjik reaksiyonlara, sinir sisteminin tahribatına, öğrenme güçlüğü ve hafıza kaybına, hayati fonksiyonları olan enzim dengelerinin bozulmasına, hücre içi DNA moleküllerinde bozulmalara ve mutasyona neden olabilirler [29].

1.2. Pestisitlerin Çevreye Etkileri

Çevre kirliliğinin nedenlerinden biri de bilinçsiz pestisit uygulamalarıdır. Hedef dışı olan pestisitler kirleticisi grubuna girerler ve tehlikeli olabilirler. Pestisitlerin yararları, dikkatsiz ve yanlış kullanım nedeniyle ortadan kaybolabilir.

Çevrede kalıcı olabilecek ve yer altı sularını kirlitebilecek pestisitlerin bilinmesi, pestisit kaynaklı kirliliklerin önlenmesinde öncelikli konulardır. Bir pestisit zarar verme kapasitesi; pestisit toksisitesine, maruz kalma süresine, doz oranına ve çevredeki kalıcılığına bağlıdır. Bazı pestisitler aşırı toksik olmasına rağmen bazıları toksik değildir. Toksikite doz ölçümlerinde letal doz (LD_{50}) veya letal konsantrasyon (LC_{50}) kullanılır [19]. LD_{50} (mg/kg) değeri test hayvan popülasyonunun %50'sini öldürmek için gerekli zehir miktarını LC_{50} (mg/L) değeri ise hava ve suda bulunan zehir miktarını göstermektedir [30].

Uygulama sonrası bir pestisit değişik düzeylerde biyolojik ve kimyasal parçalanmaya maruz kalmaktadır. Kimyasal kararlılıkları yüksek olan pestisitler parçalanmaya karşı direnç gösterebilmektedirler. Genel olarak doğal orjinli pestisitler örneğın piretrum güneş ışığında hızla parçalanmaktadır. Bunun aksine birçok sentetik pestisit yüksek düzeyde kalıcıdır. Bazı pestisitler parçalandıklarında, ana bileşikten çok daha tehlikeli ürünlere dönüşebilmektedirler [31]. Kalıcılık çevre içinde pestisitlerin kalma süresinin uzunluğunu ifade eder. Bu durum, pestisitın kimyasal yapısına ve çevre koşulları altında parçalanma hızına bağılıdır. Kalıcılık genellikle “pestisitın yarı ömrü” ($T_{1/2}$) olarak ifade edilir. Yarı ömür, pestisit miktarının yarıya inmesi için gerekli olan zamandır. Pestisitın yarı ömrü saatlere, günlere hatta yıllara göre değişebilir [32].

1.2.1. Hava ve pestisitler

Hava, içerisinde yer alan partikülleri uzun mesafelere götürme özelliğine sahiptir. Bu nedenle pestisit uygulamaları sırasında sürüklenmeler meydana gelir. Havadaki pestisitler kontrol edilemez ve sürüklenirse; su kaynaklarına, konutlara ve yeşil alanlara ulaşabilirler. Böylece insanlara, evcil hayvanlara, yaban hayatına ve hassas bitkilere zarar verebilirler [19, 33].

1.2.2. Su ve pestisitler

Belirli koşullar altında pestisitler yer altı sularına karışabilirler. Pestisitler yer altı suyuna ulaştıktan sonra parçalanmaya devam ederler. Fakat daha az ışık, sıcaklık ve oksijen nedeniyle daha düşük oranda parçalanırlar.

Su içindeki veya kenarındaki bitki ve böceklerin mücadelesinde kullanılan ilaçlar; doğrudan suya ulaşabildiğı gibi, ilaçlanmış bitki ve toprak yüzeyinden yağmur suları ile yıkanması, ilaç endüstrisi atıklarının akar veya durgun sulara boşaltılması, uygulama aletlerinin, boş ambalaj kaplarının su kaynaklarında yıkanması yoluyla da su kaynaklarına ulaşabilmektedirler.

Yer altı suyu bir kez kirlendiğinde temizliğı çok pahalı ve zordur. Bu kaynaklardaki su yıllarca kullanılamaz. Yer altı su kirliliğine karşı en iyi koruma kirliliğın önlenmesidir.

Su kirliliğı ülkemiz açısından son derece önemlidir. Çünkü ülkemizdeki yerleşim yerlerinin çoğı içme sularını kuyulardan sağlar. Ayrıca kent sularının çıktığı yerlere, baraj göllerine ve büyük su havuzlarına da tarım ilaçları ulaşabilir [19, 33].

1.2.3. Toprak ve pestisitler

Pestisitlerin toprakta göstermiş oldukları direnç, onlara etki eden tüm faktörlerin (kimyasal ve biyokimyasal ayrışma reaksiyonları, yatay ve dikey taşınma olayları, adsorbsiyon-desorbsiyon vb.) toplam etkilerine karşı göstermiş oldukları stablitedir. Uygulamalara göre topraktaki pestisitlerin derişimleri, kolay ayrışabilen organik materyalin ilavesi ile azalmaktadır. Pestisit düzeyini azaltacak diğer uygulamalar sık sık toprak işleme ile buharlaşma ve mikrobiyal aktiviteyi teşvik etmek, toprakları yıkamak, pestisitleri bünyelerinde biriktirme özelliği gösteren bitki türleri yetiştirmek şeklinde tanımlanabilir. Ancak bu işlemlerin bazıları, kimyasal maddelerin topraktan çevrenin diğer kısımlarına pestisit taşınmasına neden olabileceğinden şüpheli karşılanmaktadır [34].

Bitkiye uygulanan herbisit büyük bir kısmı toprağa karışır. Uygulanan pestisitlerin kalıcı olması halinde önemli sakıncaları ortaya çıkar. Doğal koşullarda topraktaki adsorpsiyon olayları saf kil veya hümik asitler gibi model adsorplayıcılar ile yapılan araştırmalardan farklı ve karışıktır. Bunun nedeni, toprakta humus veya kil minerallerinin genellikle kil-humus kompleksleri veya mikroagregatlar halinde bulunmasıdır. Bu kompleks oluşumlarda agregatlar kendilerine özgü bir adsorpsiyon kapasitesi gösterirler. Topraklarda pestisit adsorpsiyonunda, diğer faktörler yanında, değişim komplekslerindeki katyonlar ile pestisitler arasındaki çok sayıdaki interaksiyonlar da büyük etki yapmaktadır. Bu interaksiyonlar sonucunda adsorpsiyon kuvvetlenebilir (köprü etkisi), gerileyebilir (rekabet etkisi) veya hiç etkilenmeyebilir. Topraklarda pestisitler için en önemli adsorbanların hümik maddeler olduğu söylenebilir. Birçok herbisit (örneğin lindan) humusca zengin topraklardaki etkisi kuvvetli adsorbe olmaları nedeniyle azalmaktadır [34].

Pestisitlerin adsorbe olma özellikleri şu faktörler ile ilgilidir:

- Kimyasal karakter,
- Konfigürasyon,
- Suda çözünürlük,
- Toprak çözeltisindeki derişimleri,
- pH ve sıcaklık [34, 35]

1.2.3.1. Pestisitlerin topraktaki kalıntılarının meydana getirdiği sorunlar

Toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını düzenleyen mikroorganizmaların öldürülmesi ile topraktaki denge bozulur. Aynı zamanda pestisitler toprak verimliliğini artırmada önemli bir rol oynayan solucanların ölmesine de neden olabilmektedir.

Pestisit ile kirlenen toprakta yetişen ürünler, pestisit kalıntılarını bünyelerine alabileceklerinden gıda maddeleriyle insanlara, yemler vasıtasıyla hayvanlara taşınması da risk oluşturmaktadır.

1.2.3.2. Pestisitlerin toprakta ayrışmaları

Pestisitlerin toprak sistemi içinde ayrışmalarına neden olan olaylar; fotokimyasal ayrışma, kimyasal ayrışma ile mikrobiyal ve enzimatik ayrışmadır. Bunlardan sonuncusunu “biyolojik ayrışma” olarak tanımlayabiliriz (Şekil 1.1). Mikroorganizmalar ile pestisitler arasındaki interaksiyonlar her iki unsuru da etkileyen niteliktedir. Mikroorganizmalar aktiviteleri nedeni ile pestisit konsantrasyonları üzerine etkili olurken, pestisitler de toprak biyolojik aktivitesini ve mikrobiyal bileşimini büyük ölçüde etkilemektedir. Tanımlanan üç ayrı ayrışma süreci ayrı ayrı meydana gelebilir. Ancak tarla koşulları altında ayrışma, genellikle iki veya üç mekanizmanın birlikte etkisi sonucu oluşmaktadır. Bunların herbiri arasındaki göreceli farkı kesin olarak ayırt etmek zordur. Mikrobiyal ayrışmanın göreceli katkısını anlamak için steril ve steril olmayan koşullar altındaki ayrışma oranının belirlenerek kıyaslanması standart bir işlem olarak kullanılmaktadır [34].

Kimyasal mücadele, modern bitki korumada uygulanması gerekli bir yöntem olma özelliğini günümüzde de sürdürmektedir. Ancak, pestisitlerin kullanımı sonucu, zararlı organizmalarda dayanıklılık oluşturabilme riskleri ve kalıntılar yoluyla insan sağlığına ve çevreye olumsuz etkileri kesinlikle göz ardı edilmemelidir.

Pestisitlerin devamlı kullanılmasının limitini üç ana sorun tayin etmektedir. Bunlardan birincisi bazı hastalık etkeni organizmaların (özellikle böcekler) zamanla kendilerini etkileyen kimyasal maddelere karşı dirençli hale gelmeleridir. Bu durum zararlılar ile mücadelede ya daha yüksek dozların kullanılmasına ya da zararlıların direnç kazandıkları kimyasal maddeler yerine yenilerinin geliştirilmesini gerektirir. İkincisi, bazı pestisitlerin kolaylıkla biyolojik ayrışmaya uğramayıp, uygulandıkları veya taşındıkları çevrede dirençli olarak kalmalarıdır. Bu özellik bazı hastalıkları kontrol etmede avantaj olabilirse de, kimyasal maddelerin çevrenin diğer kısımlarına hareketleri yönünden de bir dezavantajdır. Bu durum kimyasal maddelerin hedef olarak seçildiği zararlı ve hastalık etmeni organizmaların dışındaki diğer canlıları etkilemesine

neden olarak üçüncü sorunu oluşturur. Toprak fauna ve florası da diğer doğal yaşam içindeki canlılarda olduğu şekilde bu etkiden zarar görebilir [34].

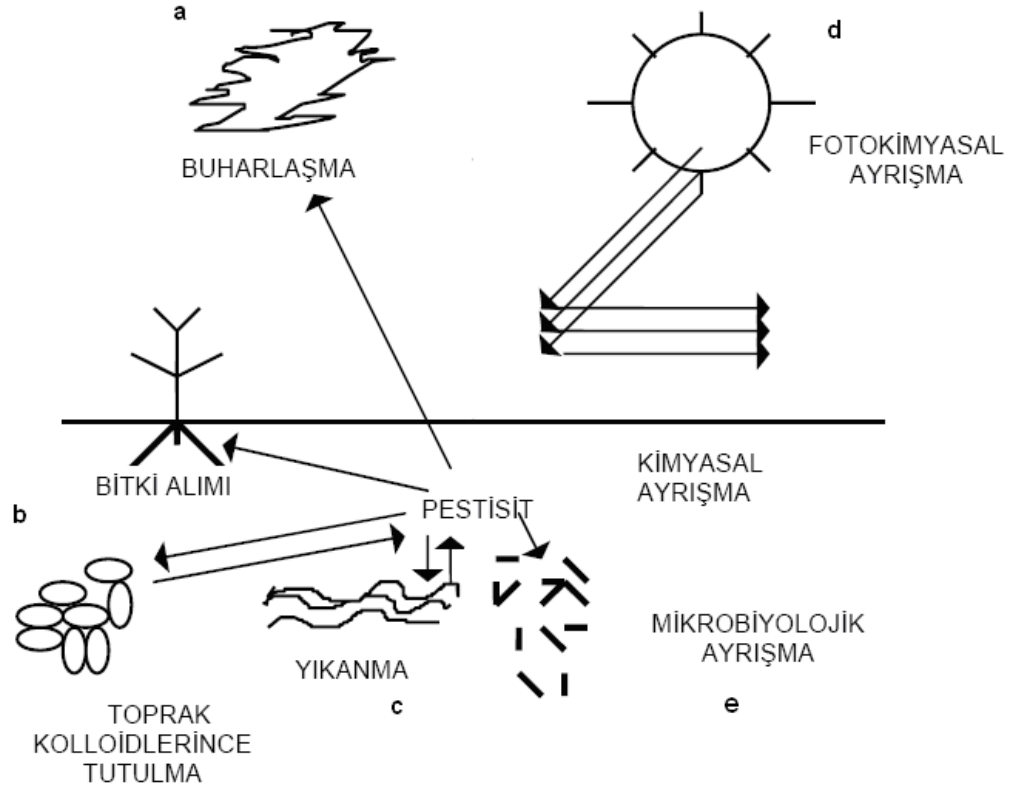
Söz konusu riskler nedeniyle, özellikle gelişmiş ülkelerde pestisitler daha bilinçli ve kontrollü kullanılmaktadır. Bunu sağlayabilmek için, örneğin AB (Avrupa Birliği) ülkelerinde ve ABD (Amerika Birleşik Devletleri)'nde birçok yasa çıkarılmış, resmi örgütler kadar, sivil toplum örgütleri de bu yönde söz sahibi duruma gelmişlerdir.

Modern tarımsal savaşımında, pestisitlerin çevreye zarar vermeyecek düzeyde ve gerçekten gerekli olduğunda kullanılması benimsenmiştir. Bunun bir sonucu olarak, başta ABD olmak üzere, gelişmiş ülkelerde “düşük risk” ya da “doğa dostu” pestisitler adı altında toplanmışlardır. Örneğin ABD’de Çevre koruma örgütü (EPA), böyle pestisitlerin hem ruhsatlandırılmasını kolaylaştırmış hem de kullanılmalarını teşvik etmeye başlamıştır. Diğer yandan, pestisit kullanılmadan modern anlamda bitkisel ürün yetiştirmenin olanaksızlığı gelişmiş ülkelere bilinmesi yanında, pestisit kullanımını sürekli arttırarak verimin de sürekli artmayacağı anlaşılmıştır. Bu nedenle, maliyetleri yükseltmemek açısından gereksiz ilaçlamalardan kaçınılmaya başlanmıştır. Bu uygulamalarda sivil toplum örgütlerinin ve tüketicilerin de baskıları olmuştur. Örneğin, Avrupa ülkelerinde fungusit kullanımı patatesten %30 ve elmada %20 azaltılmasına karşın verimde bir düşüş gözlenmemiştir [15].

Yabancı ot istenmeyen bitki olarak tanımlanır ve yabancı otların kontrolü optimum ürün yetişmesi için çok önemlidir. Yabancı otlar ürünle ışık, nem ve besin maddeleri için yarışır. Tarımla uğraşan insanlar yabancı otların gelişimini kontrol etmek için bazı yollar kullanmıştır. Sabanla sürme, el ile yabancı otları yolma bunlara örnek olarak verilebilir. Tarımsal alanların artması, endüstrinin gelişmesi ile yabancı otları kontrol etmek için diğer yollara gereksinim duyulmuştur. Tarımsal mücadele amaçlı kullanılan kimyasallar içerisinde herbisitler önemli bir yer kaplamaktadır. Herbisitler yabancı otların gelişimini kontrol etmek için kullanılan maddelerdir [36–38].

Herbisitler bitkilerin çimlenen tohumlarıyla, kökleriyle, sürgünleriyle ya da yapraklarıyla temas kurabilirler. Herbisitler çoğunlukla hedef olarak kullanıldıkları bitkiyle beraber bu bitki üzerinde yaşayan ve beslenen tüm canlıları olumsuz yönde etkilemektedir. Farklı grup herbisitlerle ilgili olarak, bitkilerde fotosentez, amino asit, lipid sentezi, hücre membranı, pigmentler, hormonlar ve kök gelişimi gibi kriterler üzerinde pek çok araştırma yapılmıştır [39–43].

Herbisitler tarım alanları dışında da yoğun şekilde kullanılmaktadır. Endüstriyel alanlar, yol kenarları, sulama kanalları, eğlence alanları, çimenlik ve demiryolları bunlara örnek olarak verilebilir.



Şekil 1.1. Pestisitlerin hareket ve değişimlerini etkileyen çevresel etkenler

- Kimyasal maddeler buharlaşabilir ve herhangi bir kimyasal değişim olmaksızın atmosfere karışma yoluyla topraktan uzaklaşabilir,
- Toprak kolloidleri tarafından adsorbe olabilir,
- Çözelti şeklinde toprağın alt katlarına hareket ederek yıkanma yolu ile topraktan uzaklaşır, fakat su kaynaklarında birikebilirler,
- Toprak yüzeyinde fotokimyasal reaksiyonların etkisinde kalabilirler,
- Toprak mikroorganizmaları tarafından biyokimyasal ayrışmaya uğratılabilirler [34].

1.3. Herbisitlerin Sınıflandırılması

Herbisitler **selektif** (seçici) ürüne zarar vermeksizin yabancı ot üzerine etkili olanlar ya da **selektif olmayan** (seçici olmayan) bütün vejetasyon üzerine etkili olanlar şeklinde sınıflandırılabilirler. Selektif ve selektif olmayan herbisitler hareket şekline bağlı olarak yabancı otun yaprağına ya da yabancı otun tohumları ve fidelerini içeren toprağa uygulanabilir.

Herbisitler seçici ve seçici olmayan şekilde sınıflandırılabilir. Ayrıca zamanlama, alan, kimyasal sınıflandırma ile kontakt taşınma bağlı olarak çok fazla sınıflandırma şekilleri de bulunmaktadır [44–46].

1.3.1. Aktivitelerine göre herbisitler

Aktivitelerine göre herbisitler iki grupta incelenirler;

Kontakt herbisitler: Sadece kimyasalın temas oluşturduğu bitki dokularında hasara neden olur. Genel olarak en hızlı hareket eden herbisitlerdir. Çok yıllık bitkilerde az etkilidirler.

Sistemik herbisitler: Yapraklardan köke ya da topraktan yapraklara bitki boyunca hareket ederler. Çok yıllık bitkileri kontrol edebilme yeteneğindedirler ve daha yavaş etki ederler fakat kontakt herbisitlerden daha etkilidirler [47].

1.3.2. Kullanımlarına göre herbisitler

Kullanımlarına göre herbisitler dört gruba ayrılır;

Toprağa uygulama: Bu uygulamada herbisitler toprağa uygulanır ve köklerden hedef hücrelere doğru alınır.

Ekim öncesi uygulama (Preplanting): Tek yıllık, yabancı otları kontrol etmek için ürün ekilmeden önce alana uygulanır.

Çimlenme öncesi uygulama (Preemergens): Ürün ya da yabancı ot ekildikten sonra uygulanır.

Çimlenme sonrası uygulama (Postemergens): Ürün ya da yabancı ot topraktan çıktıktan sonra uygulanır [44, 47].

Herbisitler çalıştıkları ve hasar semptomlarına neden oldukları hareket yönüne göre de sınıflandırılırlar.

1.3.3. Hareket yönlerine göre herbisitler

Herbisitler hareket yönlerine göre sınıflandırılacak olursa;

1.3.3.1. Büyüme düzenleyicileri

Büyüme düzenleyicileri bitkilerde birçok fizyolojik olayda düzenleyici olarak önemli role sahiptirler. Bununla birlikte bir grup büyüme düzenleyicisi de bitkilerde hormon dengesini ve protein sentezini bozarak çok çeşitli büyüme anormallikleri oluştururlar. Oksin hormonlarına benzeyen bu herbisitler plazma membranı adenosintrifosfat (ATPaz)'ın artan aktivitesinin sonucu olarak hücre duvarında hızlı değişiklikler oluştururlar. Bu gruba ait olan herbisitler tek yıllık ve çok yıllık geniş yapraklı yabancı ot kontrolünde kullanılırlar. Ksilemle yukarı doğru, floemle büyüme noktalarına ve köklere taşınırlar. Topraktaki kalıcılıkları kısadır. Geniş yapraklı

bitkilerde terminal meristematik alanlarında nekrosiz, gövde kıvrılması, petiyollerin kıvrılması, yaprakların yukarı doğru birleşmesi genel özelliklerindendir. Bu grup herbisitler benzoik asit, piridinler ve fenoksi asetik asiti içermektedirler [48–50].

1.3.3.2. Amino asit sentez inhibitörleri

Bitkinin normal büyüme ve gelişimi için gerekli olan amino asitlerin sentezinde yer alan enzimleri inhibe ederler. Asetolaktat sentaz (ALS) ya da asetohidroksiasit sentaz (AHAS) örnek olarak verilebilir. Tek yıllık geniş yapraklı ve bazı tek yıllık otları kontrol etmek için kullanılırlar. Ksilemle yukarı doğru, floemle büyüme noktalarına ve köklere taşınırlar. Geniş yapraklı bitkilerin ölmesi, apikal dominansi kaybı, dokunun klorozisi, internodların kısalması genel belirtileri arasındadır. Bu grup herbisitler imidazolinonları, sulfenilureaları, sulfonamidleri, isopropilaminleri ve bazı amino asitleri içermektedir [48–50].

1.3.3.3. Lipid sentez inhibitörleri

Yağ asiti sentezi yolunda anahtar enzim olan asetil-CoA karboksilaz (ACCase) enzimini inhibe ederler. Bu grup herbisitlerin transmembran proton gradientine hasar verdiği belirtilmektedir. Tek yıllık ve çok yıllık otların çimlenme sonrası kontrolünde kullanılırlar. Ksilemle yukarı doğru, floemle büyüme noktalarına ve köklere taşınırlar. Toprakta kalıcılıkları azdır. Geniş yapraklı yabancı otlarda aktivite göstermezler. Semptomlar uygulamadan 3–7 gün sonrasında belirir. Yaprakların ve gövdelerin kırmızılaşması belirtiler arasındadır. Lipid sentez inhibitörleri iki herbisit ailesinden oluşmaktadır. Bunlar fenoksipropionatlar (diklofop, haloksifop ve trifop) ve sikloheksandionlar (aloksidim, sethoksidim ve dethodim)'dır [48, 50].

1.3.3.4. Fide büyüme inhibitörleri

Bu grup içinde dinitroanilinler, asetanilidler ve tiokarbamatlar olmak üzere üç herbisit ailesi bulunmaktadır.

Dinitroanilinler; bölünme, uzama ve hücrel farklılaşmayı engelleyen kök inhibitörleri olarak etki ederler [48].

Asetanilidler ve tiokarbomatlar sürgün inhibitörleridir. Hareket tarafları bilinmemekle birlikte uzun zincirli yağ asitlerini inhibe ettikleri belirtilmektedir. Tek yıllık ve küçük tohumlu geniş yapraklı yabancı ot kontrolünü sağlamaktadırlar. Ksilemle yukarı doğru taşınırlar [50].

Dinitroanilinler tek yıllık yabancı otlara etkili, tek yıllık dikotiledonlara en az etkili, çok yıllık türlere ise az etkilidirler [48].

1.3.3.5. Fotosentez inhibitörleri

Fotosentetik elektron taşıyan D1 proteinine bağlanırlar. Birçok otsu bitkinin kontrolünde kullanılmaktadırlar. Ksilemle taşınırlar. Toprak yapısı, pH, organik madde kalıcılığı etkiler. Yüksek pH'lı topraklarda kalıcılık fazladır. Fotosentez inhibitörleri fidelerin çimlenmesini ve çıkışını engellemez. Hasar belirtileri kotiledonlar ve ilk yapraklar çıktıktan sonra oluşur. Genel belirtiler arasında yaprak kenarı ya da yaprak ucunun klorosizi verilebilir. Geniş yapraklı yabancı otlarda klorozis yaprak damarları arasında oluşabilir. Daha yaşlı ve daha geniş yapraklar ilk olarak etkilenir. Uygulama yapılmış yapraklar sarı ya da bronz renk alır ve daha sonra kahverengi olur. Bu grup herbisitler farklı bağlanma bölgelerine sahiptirler [48, 50].

1.3.3.6. Pigment inhibitörleri

Fotosentetik pigmentlerin sentezini etkilerler. Sonuç olarak etkilenen taraflar beyaz ya da yarı şeffaf olur. Bu grup herbisitler piridazinonları ve isoksazolidinonları içermektedir. Piridazinon ailesinde bulunan norflurazon, geranilgeranilpirofosfat (GGPP)'dan karotenoidlerin sentezindeki ilk basamakta fitonu inhibe eder. Kökler tarafından alınır ve ksilem aracılığıyla yapraklara taşınırlar. Tek yıllık geniş yapraklı ve bazı otsu yabancı otları kontrol ederler. Topraktaki kalıcılıkları orta seviyededir [48, 50].

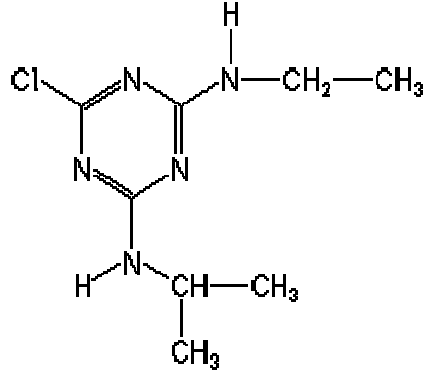
1.3.3.7. Hücre membran inhibitörleri

Bu grup herbisitler güneş ışığı aracılığıyla serbest radikalleri üreterek hücre membran geçirgenliğine zarar verirler. Protoporfirinojen oksidaz (PPO) inhibitörleridirler. Tek yıllık geniş yapraklı yabancı otları kontrol ederler. Topraktaki kalıcılıkları kısıdan orta seviyeye doğrudur. Bitki yaprakları sarı daha sonra kahverengi olur. Herbisit uygulandıktan kısa bir süre sonra kırmızımsı kahverengi noktalar yaprak yüzeyinde belirmeye başlar. Paraquat ve diquat bu grupta bulunan herbisitlerdendir [48, 50].

1.4. Atrazin ve Asetoklor Herbisitlerinin Genel Özellikleri

Triazin herbisitler fotosentez inhibitör grubu içerisinde yer alır. Hem sürgün hem de kökler tarafından alınırlar. Taşınım sadece ksilemle olmaktadır [48]. Atrazin mısırda ve diğer ürünlerde geniş yapraklı ve otsu yabancı otların kontrolü için çimlenme öncesi ya da çimlenme sonrası herbisit olarak kullanılır. Atrazin gibi s-triazin herbisitler 47 yıldan itibaren marketlerde pazarlanmaktadır. Atrazin yüzey sularında ve yer altı sularında bulunduğu rapor edilmiştir [51–55]. Atrazin moleküler yapısı ve genel özellikleri Şekil 1.2 ve Çizelge 1.1'de verilmiştir.

Araştırmamızda Sygenta Firması tarafından sağlanan Gesaprim 500 SC kullanılmıştır. Atrazin içerikli bu herbisit, birçok tek yıllık ve bazı çok yıllık yabancı otlara karşı kullanılan yabancı otların kökleri ile alınarak ve yapraklarına temas ile tesir eden selektif bir yabancı ot ilacıdır. İlaçlama için en uygun zaman, yabancı otların toprak yüzeyine çıkmadan önce veya çıktıktan sonraki ilk 2-3 yapraklı genç devreleridir. Gesaprim'in bu alanda en uygun kullanma zamanının mısır ekiminden sonraki 1 haftalık devre olduğu belirtilmektedir [56].



Şekil 1.2. Atrazin'in moleküler yapısı [57]

Çizelge 1.1. Atrazin'in genel özellikleri [58]

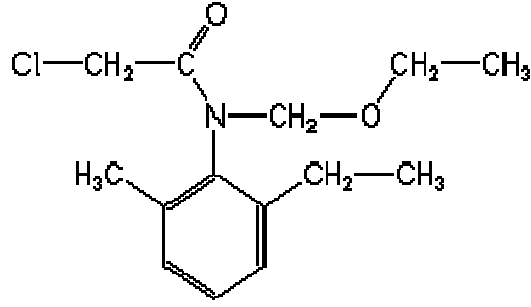
Atrazin	
Statü	ISO 1750
IUPAC	6-kloro- <i>N</i> ² -etill- <i>N</i> ⁴ -isopropil-1,3,5-triazin-2,4-diamin
CAS	6-kloro- <i>N</i> -etil- <i>N'</i> -(1-metilletill)-1,3,5-triazin-2,4-diamin
REG. NO.	1912-24-9
Kimyasal Formül	C ₈ H ₁₄ ClN ₅
Aktivite	Herbisit (klorotriazin herbisit)

Atrazin ağız ve deri yoluyla ve solunumla absorbe edilebilmektedir. Yapılan araştırmalarda insanlara ve diğer hayvanlara karşı toksik olduğu saptanmıştır. Atrazin LD50 değeri 1869-3080 mg/kg, LC50 (1saat) değeri ise >0,71 mg/L havadır. Zehirlenme belirtileri karın ağrısı, kusma, gözde ve deride kaşınmadır [59]. Atrazin toprakta yarılanma ömrü yaklaşık olarak 60 gün iken sudaki süre 420–1200 gün olarak ifade edilmektedir [60].

Yabancı ot kontrolünde kullanılan ilk herbisit inorganik bir bileşiktir. Çok sayıda inorganikler yabancı ot kontrolünde kullanılmıştır. Fakat bunlar hızla yerlerini organik materyallerle değiştirmiştir. EPA topraktaki kalıcılıkları nedeniyle bazı inorganiklere sınırlama getirmiştir. Kloroasetamidler (Asetanilidler) organik herbisitlerdir. Asetoklor

herbisiti de kloroasetamid grubu içerisinde bulunan bir herbisittir [61–63]. Fide büyüme inhibitörleridirler ve çimlenme öncesi herbisit olarak kullanılırlar [44]. Ayrıca erken çimlenme sonrası olarak da kullanıldığı bilinmektedir [64]. Asetoklor'un moleküler yapısı ve genel özellikleri Şekil 1.3 ve Çizelge 1.2'de verilmiştir.

Kloroasetamid herbisitler, tarımda en popüler ve yaygın kullanılan pestisitler arasındadır. Bu herbisitlerin yaygın kullanımı bazı yer altı ve yer üstü sularının kontaminasyonu ile sonuçlanmıştır [65].



Şekil 1.3. Asetoklor'un moleküler yapısı [66]

Çizelge 1.2. Asetoklor'un genel özellikleri [67]

Asetoklor	
Statü	ISO 1750
IUPAC	2-kloro- <i>N</i> -ethoksimetil-6'-etilaset- <i>o</i> -toluidid
CAS	2-kloro- <i>N</i> -(ethoksimetil)- <i>N</i> -(2-etil-6-metilfenil) asetamid
REG. NO.	34256-82-1
Kimyasal Formül	C ₁₄ H ₂₀ ClNO ₂
Aktivite	Herbisit (kloroasetanilid herbisit)

Safa Tarım firmasından Troycen adı altında satışa sunulan asetoklor herbisiti araştırmamızda kullanıldı. Troycen mısır ekiminden sonra çıkıştan önce (preemergens) 1–4 gün içerisinde toprak yüzeyine uygulanır. En yüksek etkiyi almak için ekimden önce toprak işlenip hazırlanmalıdır. Troycen, çıkışını tamamlamış yabancı otlara etki etmediğinden uygulama sırasında tarlada çıkışını tamamlamış yabancı ot bulunmamalıdır. İlaç uygulandıktan sonra, ilaçlı tabakanın bozulmaması için zorunlu olmadıkça kısa bir süre toprak işlenmemelidir. İlaçlamadan sonra yağmurlama sulama yapılabilir [68].

Asetoklor'un yapılan araştırmalarda insanlara ve diğerk hayvanlara karşı toksik olduğu saptanmıştır. Asetoklor ağız ve deri yoluyla ve solunumla absorbe edilebilmektedir. Asetoklorun LD50 değeri 1260–2953 mg/kg, LC50 (1saat) değeri ise >3,85 mg/L havadır. Asetoklorun toprakta yarılanma ömrü yaklaşık olarak 10 ile 15 hafta iken sudaki süre 40–120 gün olarak ifade edilmektedir [60, 69].

1.5. Fotosentetik Pigmentler

Bitkilerde çevre kirliliğine en duyarlı olan kısımlar yapraklardır. Yapraklarda stomalar aracılığıyla gaz alışverişi geręekleřir. Bitkiler, serbest oksijeni alarak yaşamları ve gelişmeleri için gerekli maddeleri sentezlerler. Asimilasyonun geręekleřtięi yapraklarda çevresel kirlleticilerin yaprak üzerindeki etkileri sonucunda bitki yeterli üretimi geręekleřtiremez. Bu nedenle yaprak yüzeyinde biriken çevresel kirleticiler fazla olduğu zaman fotosentezi önemli ölçüde inhibe ederler [70]. Fotosentezde en önemli olgu güneş enerjisini yakalayıp onu kimyasal bağ enerjisine dönüştürebilme yeteneğidir. Bu işlevi bitkilerin kloroplastlarında veya kromatoforlarında bulunan pigmentler yapmaktadır [71].

1.5.1. Klorofiller

Klorofiller yeşil renkli pigmentler olup, fotosentez olayında temel rolü yüklenmişlerdir. Bitkilerde 4 farklı klorofil izole edilmiştir. Klorofil a, bitkiler aleminin bütün fotosentez yapan türlerinde, klorofil b ise *Chlorophyceae* ve *Euglenophyceae* familyalarına ait alglerde, karayosunları, eğreltiler ve yüksek bitkilerde bulunurlar. Klorofil a ve b, bakteriler dışında tüm fotosentez yapan canlılarda en fazla bulunan klorofil çeşitleridir. Klorofil c, yine alglere ait *Phaeophyceae*, *Chryophyceae*, *Cryptophyceae* ve *Basillariophyceae* familyalarında bulunur. Klorofil d ise birçok *Rhodophyceae* türlerinde mevcuttur. Bunlardan başka bakterilerde bakteriyoklorofil a ve b, klorobiyum (bakteriyoviridin) gibi klorofil çeşitleri de bulunmaktadır.

Klorofil molekülü merkezde bulunan bir Mg atomu çevresinde yer alan 4 tane pirol halkasından oluşur. Bu tetrapirel halkasına porfirin adı verilir. Pirel halkalarından birine (molekülün 7. karbon atomuna) uzun ve düz zincirli olan fitol ester bağı ile bağlanmıştır.

Klorofil a ve b molekülleri arasında çok küçük bazı farklılıklar vardır. Örneğin klorofil a'da 3. karbon atomuna metil grubu bağlanmasına karşın, klorofil b'de aynı karbon atomuna bir aldehid grubu bağlanmıştır. Kimyasal yapılarındaki bu küçük

farklılığı bağı olarak klorofil a ve b molekülleri hem çözünürlük hem de ışığı absorbe etme yönünden birbirinden ayrılırlar. Örneğin klorofil a petrol eterinde, klorofil b ise en iyi metil alkolde çözünür. Mavi-mor bölgede klorofil a 429 nm'de, klorofil b ise 453 nm, kırmızı bölgede klorofil a 660 nm, klorofil b ise 642 nm dalga boylarında en yüksek absorpsiyon gösterirler [72–74]. Klorofil a'nın formülü $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ olup dört tane pirol halkasına sahiptir. Ortada, Mg pirol halkasındaki azotlar ile çekirdek teşkil etmiştir. Pirol halkaları birbirlerine karbon köprüleriyle bağlanmışlardır. Böylece büyük bir halka meydana gelmiştir. Klorofil b'nin molekülünün kapalı formülü $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ 'dir [73, 74].

1.5.2. Karotenoidler

Karotenoidler çok sayıda meyve ve sebze doğal olarak oluşan pigmentlerdir. Bütün fotosentetik organizmalarda ve birçok fotosentetik olmayan bakteri ve funguslarda sentezlenirler [75].

Doğal kaynaklarda en az 700 tip karotenoid tanımlanmıştır. Karotenoidlerin çoğu sekiz isopren ünitesinden oluşan 40 karbonlu isoprenoidlerdir [75–77]. Karotenoidler, tetraterpenoidlerin bir kategorisidir. Oksijen atomu bulunduran karotenoidler (lutein ve zeaksantin gibi) ksantofiller, oksijen atomu bulundurmeyen karotenoidler (alfa karoten, beta karoten ve likopen gibi) karotenler olarak adlandırılır [78, 79].

Konjuge polien yapısı nedeniyle karotenoidler fotosentezde aksesuar pigmentler olarak elektron taşınmasında rol oynarlar. Ayrıca karotenoidler fotosentetik organizmaları fotooksidasyonun neden olduğu hasara karşı korumaktadırlar [76]. Fotosistem doyurulduğunda fotosentetik sistemdeki klorofil molekülleri öldürücü oksidatif reaksiyonları başlatan tekli oksijeni oluşturmak için oksijenle reaksiyona girerler. Karotenoidler uyarılmış klorofillerin baskılanmasıyla tekli oksijenin oluşumunu önlerler. Karotenoidler özel hidrofobik proteinlerle bağlandıkları yer olan plastidlerde birikirler ve sentezlenirler. Her ne kadar bütün plastidler karotenoidleri içersede bu pigmentlerin en yüksek seviyeleri kloroplast ve kromoplastlarda bulunur. Kloroplastlarda, karotenoidler tilakoid lipidlerin %3 ağırlığını meydana getirir [80].

Açık sarıdan parlak turuncu ve kırmızıya kadar değişen renkleri kimyasal yapılarına bağlıdır. Ksantofiller genelde sarıdırlar. Görünür spektrumun mavi kısmından daha fazla enerji soğuruldukça bu bileşiklerin renkleri de kırmızılaşır [78]. Karotenoidler 400 ve 500 nm arasında ışığı absorblayabilmektedir [81]. Doğadaki toplam karotenoid üretiminin yıllık yaklaşık 100,000,000 ton olduğu tahmin

edilmektedir [75, 82]. Karotenoidlerin pek çok fizyolojik işlevi vardır. Yapıları gereği serbest radikalleri etkili bir şekilde yok ederler ve bağışıklık sistemini güçlendirirler. Karotenoid araştırmaları bitki fizyolojisi, gıda bilimi, çevre bilimi, taksonomi, endüstriyel kimya, biyoteknoloji ve tıbbi araştırmalar gibi geniş bir ilgi alanına sahiptir [82].147

Hayvanlar karotenoidleri sentezleyemezler ve onları beslenme yoluyla elde etmek zorundadırlar. Buna rağmen bu bileşikler yaygın olarak ve genelde gösteriş amaçlı kullanılırlar. Örneğin, flamingo ve somon balıklarının pembe renkleri, istakozların kırmızı renkleri karotenoidlere bağlıdır [78]. Karotenoid yıkım ürünlerinden iyononlar, damaskonlar ve damaskenonlar, parfüm endüstrisinde yaygın olarak kullanılan kokulu maddelerdir. Beta-damaskenon ve beta-iyonon çiçeklerin kokusuna katkıda bulunan başlıca bileşiklerdir. Siyah çay, üzüm ve çoğu meyvedeki tatlı çiçek kokuları karotenoid yıkımı sonucu oluşan aromatik bileşiklerdir [78].

1.6. Karbohidratlar

Karbohidratlar, hem canlının yapısına katılan hem de enerji sağlayan karbon, hidrojen ve oksijen elementlerinden oluşan organik bileşiklerin genel adıdır. Bütün canlı hücrelerde bulunurlar [83–85]. Bitkilerin çoğu besin rezervi olarak büyük miktarda karbohidrat bulundurlar ve bu karbohidratlar daha sonra insan ve hayvanlar tarafından tüketilir. Yenilmeleriyle, bütün karbohidratlar öncelikle monosakkaritlere parçalanır, ardından karaciğerde, kasta ve diğer dokularda depolanır ve böylece bitkisel karbohidratlar insan ve hayvanlardaki karbonun ana kaynağını oluşturur [86].

Karbohidratların fonksiyonları, sadece enerji deposu olmalarıyla sınırlı değildir. Canlı organizmaların birçok yapısal materyalinin önemli yapıtaşı durumundadırlar. Bitkilerdeki hücre duvarları, bakterilerin kapsüllerindeki polisakkaritler, derinin ve hayvanlardaki bağ dokunun mukopolisakkaritleri başlıca örnekleridir. Daha önemlisi monosakkaritler, nükleik asitler, koenzimler ve flavoproteinler gibi biyokimyasal yapıların önemli kısımlarıdır [86, 87].

1.7. Herbisitlerin Bitkilerde Oluşturduğu Strese Tepkiler

Bitkiler yaşamları sürecinde birçok stres faktörleri ile karşılaşmaktadırlar. Biyotik (patojen, diğer organizmalarla rekabet vb.) ve abiyotik (kuraklık, tuzluluk, radyasyon, yüksek sıcaklık veya don vb.) olabilen bu stres faktörleri bitkilerin biyosentez kapasitelerini azaltıp, normal işlevlerini değiştirip, bitkinin ölümüne yol açabilecek zararlara neden olabilmektedir [88, 89]. Abiyotik strese neden olan herbisitler reaktif oksijen türlerinin (ROT) oluşumunu uyarmaktadır. Bu herbisitler

arasında triazinler, urealar, difenil eterler, bipiridiller, fenoksikarboksilik asitler oksidatif stresle ilişkilidir [90, 91]. ROT bazı redoks reaksiyonları süresince oksijenin tamamlanmamış redüksiyonu ve mitokondriyel ya da kloroplast elektron transfer zincirleri ile suyun oksidasyonundan oluşur [92]. Normalde hücrelerde çok az miktarda oluşan aktif oksijen, stres uygulamasından hemen sonra çok yüksek oranlara çıkar. Yüksek ROT miktarı hücre için toksiktir [93, 94]. Buna karşın aktif oksijenin son yıllarda strese karşı savunma mekanizmasında rol aldığı saptanmıştır. Sitotoksik olan aktif oksijen, antimikrobiyal özelliğinden dolayı mikrobiyal saldırılara karşı bitkiyi koruduğu gibi, hücre duvarının kuvvetlenmesini sağlayan lignin ve suberin sentezini de uyarır [95].

Tekli oksijenin oluşumu ($^1\text{O}_2$) hidrojen peroksit (H_2O_2), süperoksit anyonu (O_2^-) ve hidroksil ($^{\bullet}\text{OH}$) ve hidroperoksit ($\text{HO}_2^{\bullet}$) radikalleri gibi diğer ROT'nin üretimini harekete geçirir. Aynı zamanda süperoksit anyonları, elektronlar direkt olarak fotosistem I'den oksijene transfer edildiği zaman kloroplastta üretilir. Bu reaktif moleküller (özellikle hidroksil radikali) yüksek oranda lipidlere, nükleik asitlere ve proteinlere zararlıdır. Bununla birlikte süperoksit anyonu ve hidrojen peroksit gibi reaktif oksijen türleri lignifikasyon için gereklidir ve patojen enfeksiyonlarına savunma yanıtında sinyal olarak fonksiyon gösterirler. Bitkiler bu reaktif molekülleri antioksidan savunma sistemlerini kullanarak uzaklaştırırlar.

Antioksidan savunma sistemleri enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanları kapsar. Bu bileşimler ve enzimler tek tip dağılım göstermezler. Bununla birlikte savunma sistemleri spesifik subselüler kısımlarda çeşitlenir. Bitkilerdeki en büyük antioksidan türleri askorbat, redükte glutatyon, α -tokoferol (E vitamini) ve karotenoidlerdir. Aynı zamanda poliamin ve flavonoidler serbest radikal hasarına karşı koruma sağlayabilirler [96–98]. Peroksidaz, askorbat peroksidaz ve lipid peroksidaz gibi detoksifikasyon enzimleri ve salisilik asitin de bu savunma mekanizmasında rol oynadığı yapılan araştırmalarla ortaya konulmuştur [99–103].

1.7.1. Lipid peroksidasyonu

Serbest radikaller, pestisitlerin ve çevresel kimyasalların toksisitelerinde önemli rol oynarlar. Pestisitler, oksidatif strese, serbest radikal üretimine, antioksidanlarda değişime yol açabilirler [104]. Lipid peroksidasyonu, pestisitlerin neden olduğu zehirlenme mekanizmalarından biri olarak belirtilmiştir. Lipid peroksidasyonunun en önemli ürünü malondialdehid (MDA)'dır. Üç ya da daha fazla çift bağ içeren yağ asitlerinin peroksidasyonunda MDA meydana gelir. Oluşan MDA, hücre

membranlarında iyon alışverişine etki ederek membrandaki bileşiklerin çapraz bağlanmasına yol açar ve iyon geçirgenliğinin ve enzim aktivitesinin değişimi gibi olumsuz sonuçlara neden olur. MDA bu özelliği nedeniyle, DNA'nın azot bağları ile reaksiyona girebilir ve bundan dolayı mutajenik, hücre kültürleri için genotoksik ve karsinojeniktir [105, 106].

Lipid peroksidasyonu hücre membranı ve yapısında bulunan doymamış yağ asitlerinin oksidasyonudur [107]. Doymamış yağ asitlerindeki çift bağlar çeşitli dış etkenlerin (sıcaklık, ışık, su, enzimler, oksijen ve iz elementler gibi) etkisiyle bozulmakta ve kolaylıkla okside olmaktadır [108]. Yağların genel bozulma biçimi, bileşimlerindeki doymamış moleküllerin oksijenle yükseltgenmesi olup, bunun sonucu olarak aldehit, keton, hidroksi asitler, keto asitler, alkoller ve daha küçük molekülü yağ asitleri meydana gelir [109]. Bu yağ asitlerinin peroksidasyonunun sonucu olarak ortaya çıkan 4-hidroksinonenal ve malondialdehid gibi sitotoksik aldehitler DNA ve proteinler için de zararlı etki göstermektedir. Sonuç olarak MDA'nın artması hücrenin fonksiyonunu kaybetmesine ve ölmesine neden olur [107].

1.7.2. Peroksidazlar

Peroksidazlar (EC 1.11.1.7) hidrojen peroksitle reaksiyona giren aromatik substratların dehidrojenasyonlarını katalizleyen hem proteinleridir [110]. Hem grubu katalitik aktiviteler için gereklidir. Peroksidazlar (PR), bakteri, mantar ve daha yüksek bitkileri içeren çok sayıda organizmadan saflaştırılmış ve izole edilmiştir [111]. Amino asit sekans ve metal bağlayıcı özelliklerine bağlı olarak bitki peroksidazları, fungus ve bakterilerdeki peroksidazlar üç sınıfa ayrılır;

Sınıf I; maya sitokrom-c peroksidazlar, kloroplast ve sitosolik askorbat peroksidaz ve bakteriyel peroksidazları içerir.

Sınıf II; ekstraselüler fungal lignin ve mangan peroksidazları kapsar.

Sınıf III; Amerikan yer fıstığının katyonik izoenzimi ve yabanturpu peroksidazın izoenzim C gibi yüksek bitkilerdeki peroksidazlardır. Sınıf III peroksidazlar glikoproteinlerdir [112]. Peroksidazlar büyüme değişiklikleri süresince metabolik aktivitenin bir parametresi olarak hizmet ederler. Peroksidaz aynı zamanda bitki farklılaşması ve gelişimini kontrol eden anahtar enzimlerden biridir. Peroksidazlar bitkilerde çimlenmeden senesense kadar birçok fizyolojik ve gelişimsel olayda yer alırlar [113].

Peroksidaz aktivitesi tohumlarda ve çimlenme öncesi musilaj kılıflarında tanımlanmıştır. Çimlenme öncesindeki olaylara katılan peroksidazlar protoderm

hücrelerinin doğru boyut ve şekil almasını sağlarlar. Peroksidazlar tarafından üretilen hidroksil radikalleri tohum kabuğunun yırtılmasına ve bunu takiben hücre uzamasına neden olurlar [114].

Peroksidazlar senesens ile de ilişkilidir. Yüksek konsantrasyonlarla H_2O_2 'i azaltarak ve süper oksit radikalini artırarak senesensi teşvik ettiği belirtilmektedir [115]. H_2O_2 'in suya ve oksijene dönüşümünü tetikleyen peroksidazlar bitki hücrelerinin enzimatik savunmasında etkilidir. Bitki peroksidazları hem grubu içeren glikoproteinlerdir ve genellikle isolektrik noktalarına göre asidik, nötral ya da bazik olarak sınıflandırılırlar [116]. Bitkilerde peroksidazlar için H_2O_2 'in uzaklaştırılması, toksik redüktantların oksidasyonu, hücre duvarındaki ligninin biyosentezi ve yıkımı, oksin katabolizması, yaralanmaya karşı savunma yanıtı, patojen saldırılarına karşı savunmayı içeren birçok fizyolojik fonksiyon rapor edilmiştir [117–119]. Özellikle peroksidaz aktivitesi termal stres tarafından bitkilerde oluşan fizyolojik yaralanmaların görünümüyle ilişkilidir ve aktivitesi yüksek sıcaklık stresiyle artar [86–88].

Peroksidazların oksin katabolizmasında da rol aldığı belirtilmiştir. Peroksidaz tarafından oksidatif dekarboksilasyon oksinin inaktivasyon işlemlerinden biridir. Bir süre, peroksidatif enzimlerin IAA (Indol-3-Asetik Asit) oksidasyonunun başlıca sorumlusu olduğu düşünülmüştür. Çünkü bu enzimler yüksek bitkilerde yaygındır ve IAA'ı parçalayabildikleri *in vitro* olarak gösterilmiştir. Ancak peroksidaz yolunun fizyolojik önemi net değildir. Örneğin transgenik bitkilerde peroksidaz enziminin ifade olmasının on kat artması veya peroksidaz aktivitesinin on kat baskılanması ile IAA düzeylerinde bir değişiklik saptanmamıştır.

Hücre uzaması ile olan büyüme, hücre duvarının yumuşamasıyla birlikte hücre hacminde geri dönüşümsüz artışa öncülük eder. Hücre duvarının iç yapısındaki değişiklikler peroksidatif ya da hidroksilik döngüler süresince peroksidazlar tarafından meydana getirilir. Yüksek bitkilerde her iki döngü de H_2O_2 seviyesinin düzenlenmesine katkıda bulunur. Apoplastik H_2O_2 miktarının hücre uzamasıyla ilişkili olduğu gösterilmiştir. *In vitro*'da çeşitli polisakkaritlerin (pektin ve ksiloglukan) peroksidazlarla oluşturulan hidroksil radikalleri ile yıkımı belirtilmiştir [114].

Peroksidazlar hücre uzamasını inhibe eden fenolik grupların çapraz bağlanmasında ön şart olan hücre duvarında H_2O_2 'i kontrol edebilir. Peroksidazlar yaralanma, patojen etkileşimi ve çevresel sınırlamalar gibi çeşitli dış faktörlerin etkisiyle veya büyüme farklılaşma ve senesens esnasında normal hücre duvar gelişiminin parçası olarak bu işlemi katalizlerler. Dehidrasyon ve patojen saldırı, lignin

ya da suberinin fiziksel bariyerinin şekillendirilmesi ile sınırlandırılabilir. Hücre duvarının sertleşmesi, bazı bileşiklerin peroksidaz aracılığıyla çapraz bağlanmasıyla oluşur. Bunlar arasında polisakkarite bağlı ferulatlar (lignin ya da lignine bağlı olmayan) ekstensinler (lignine bağlı değil) ve özellikle lignin monomerleri bitki duvarını katılaştıran kompleks bir ağ oluşturur. Peroksidazlar diferulik bağların oluşumunda başlıca rol oynarlar. Ekstensinler hidroksiprolince zengin proteinlerdir (HPRP) ve bitkilerde hücre duvarı yapısı ve gelişimi için hayatidir [114].

1.7.3. Askorbat peroksidaz

Askorbat (AsA) kloroplastlardaki H_2O_2 'in indirgeyicisidir. Bitkilerdeki ve *Euglena*'daki askorbat peroksidaz (AP), AsA'nın fotosentetik organizmalardaki H_2O_2 'in detoksifikasyonu için çok önemli indirgeyici substrat olduğunu göstermektedir [95, 96]. AP için kod numarası (EC 1.11.1.11) ilk kez *Euglena* enziminin enzimolojik özellikleri temel alınarak verilmiştir [120].

AsA'nın tek oksidantı olan monodehidroaskorbat (MDAsA) AP, AsA'yı H_2O_2 'i suya indirgemede özel elektron donörü olarak kullanır. MDAsA kendiliğinden AsA ve dehidroaskorbat (DAsA)'ya dönüşür. MDAsA aynı zamanda direkt olarak MDAsA redüktaza bağlı NAD(P)H'nin hareketiyle AsA'yı indirger. DAsA redüktaz glutasyonu (GSH) kullanarak DAsA'yı indirgeyerek AsA'yı tekrar oluşturur. Okside olmuş GSH, GSH redüktazla tekrar NAD(P)H'nin redükte değerliklerini kullanarak yeniden oluşur. Böylece AsA–GSH döngüsünün etkili fonksiyonunun kombinasyonu ile birlikte AP fotosentetik organizmalardaki H_2O_2 'in toksik seviyelerinin birikimini önler [120, 121].

AP askorbik asiti elektron donörü olarak kullanır [122]. AP aktivitesi bitkilerde, alglerde, bazı siyanobakterilerde ve böceklerde bulunmuştur [123]. AP çeşitli bitki türlerinden saflaştırılarak tanımlanmıştır. Fonksiyonel ve yapısal olarak farklı AP isoenzimleri bulunmaktadır. AP isoenzimleri fotosentetik organizmalardaki oksidatif stresi önleyen kritik bileşenleridir [121]. AP isoenzimleri en az dört farklı hücresel kompartmanda dağılır. Kloroplastlarda stromal AP (SAP) ve tilakoid membrana bağlı AP (tAP), mikrobadi (glioksizom ve peroksizom) membrana bağlı AP (mAP) ve sitozolik AP (cAP). Beşinci AP isoenzimlerinin (mitAP) mitokondriyel membrana bağlı formda bulunduğu bilinmektedir. Son zamanlarda *Arabidopsis*'in kloroplast tilakoid lümeninde AP kodladığı sanılan cDNA tanımlanmıştır. AP aynı zamanda protoza *Trypanosoma cruzi*'de ve büyükbaş gözünde de belirlenmiştir [121].

AP aktivitesinin kuraklık [124], hava kirliliği [125], mikroelement eksikliği [126], demir stresi [127], aşırı ışık [128], UV-B [129] ve tuz stresi [130] gibi çok sayıda stres şartlarına cevap olarak arttığı belirtilmektedir.

1.7.4. Salisilik asit

Amerikan yerlileri ve eski Yunanlılar yüzyıllar önce, birbirlerinden bağımsız olarak söğüt ağacının kabuk ve yapraklarının ağırlara ve yüksek ateşe iyi geldiğini bulmuşlardır. Latince *Salix* (söğüt) sözcüğünden gelen salisilik asit adı ilk olarak 1838 yılında Raffaele Piria isimli araştırmacı tarafından kullanılmıştır. Sentetik salisilik asitin ilk ticari üretimi 1874 yılında Almanya’da yapılmıştır. Doğal bitkisel ürün olmayan asetil salisilik asitin (ASA) ticari ismi olan aspirin, ilk olarak 1898 yılında Almanya’da Bayer şirketi tarafından üretilmiş ve kısa sürede dünyanın en çok satan ilacı haline gelmiştir.

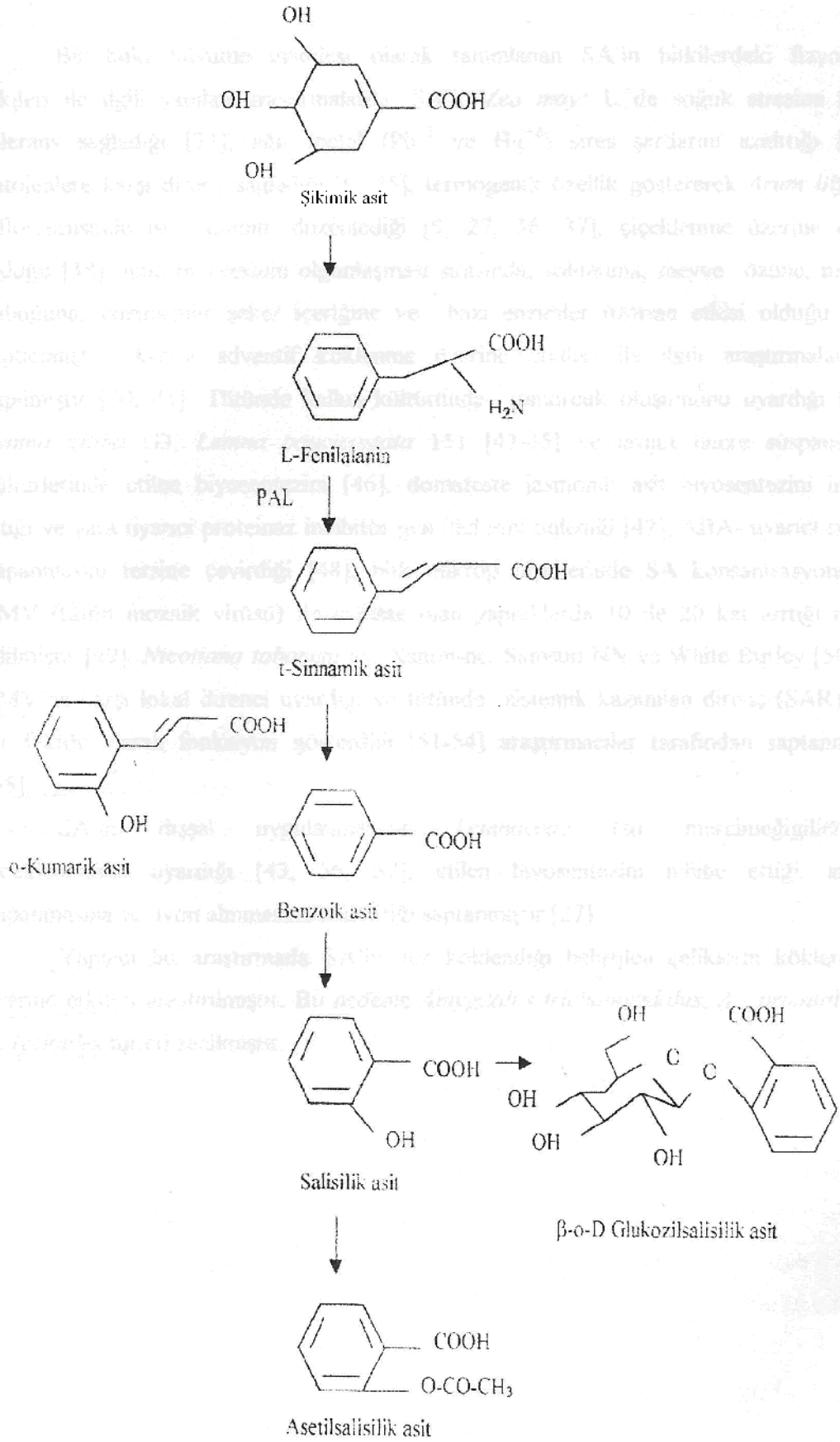
Salisilik asit (SA), genellikle bir hidroksil grubu ya da onun fonksiyonel türevini taşıyan, aromatik bir halkaya sahip bitki fenoliklerinin bir grubudur (Çizelge 1.3 ve Şekil 1.4). Son yıllarda bitkilerde SA’nın biyolojisi ile ilgili yapılan çalışmaların sonucunda, SA’nın diğer birçok fenolik bileşik gibi, bitki büyümesinin düzenlenmesi, gelişimi ve diğer organizmalarla etkileşiminde temel rol oynadığı görüşü ortaya çıkmıştır. Bundan dolayı 1992’den itibaren SA bitki hormonu olarak kabul edilmektedir [131–135].

Çizelge 1.3. SA’nın genel özellikleri [136]

Kimyasal ismi	2–Hidroksibenzoik asit
Kimyasal formülü	$C_7H_6O_3$
Moleküler ağırlığı	138,12 g/mol
Erime noktası	159 °C
Kaynama noktası	211 °C (2666 Pa)
Yoğunluk	1,44 g/cm ³ (20 °C)
pKa	2,97
CAS	[69–72–7]

1.7.4.1. Salisilik asit metabolizması

Bitkilerde salisilik asit, metabolik olarak aktif olan serbest formunun dışında, esterler ve glukozidler olarak bağlı formlarda da bulunabilir. SA bitkilerde genellikle bir şeker bileşiği olan salisilik asit- β -glukozit (SAG) şeklinde, yani inaktif bir formda mevcuttur. β -glukozidaz enzimi, bitkilerde fitohormonların sinyal aktivitelerini kontrol etmekte ve salisilik asitin bağlı formdan serbest forma dönüşümünü katalize ederek, bitkide serbest salisilik asit seviyesini düzenlemektedir [131]. Tütünde yapılan bir çalışmada, bu bitkinin yapraklarına dışarıdan salisilik asit uygulandığında, yaprakların hücrelerarası boşluklarında salisilik asit- β -glukozidaz aktivitesinin ortaya çıktığı saptanmıştır [137]. SAG'nin büyük bir kısmı hücrelerarası boşluklarda bulunurken, SA'nın büyük bir kısmı ise hücrelerin içinde yer almıştır. Çünkü, SAG'in salisilik asitten şekillenmesi, hücrelerin içinde oluşmaktadır. Bu durum dışarıdan uygulanan SA'nın doğrudan hücrelere girdiğini göstermektedir. Sonuçta, SAG'in hücrelerarası boşluklar yoluyla uzak dokulara taşınan bir sinyal rolü oynayabileceği görüşü ortaya çıkmıştır.



Şekil 1.4. Salisilik asit biyosentezi [138]

SA'nın uzun mesafeli taşınımı için uygun şeklinin SAG olduğu düşünülmektedir. Çünkü SAG hem salisilik asitten daha fazla çözünebilir, hem de daha az toksiktir [134, 139].

1.7.4.2. Salisilik asitin fizyolojik etkileri

Bir bitki büyüme maddesi olarak tanımlanan SA'nın bitkilerdeki fizyolojik etkileri ile ilgili yapılan araştırmalarda; SA'nın *Zea mays* L.'da soğuk stresine karşı tolerans sağladığı [140], ağır metal (Pb^{+2} ve Hg^{+2}) stres etkilerini azalttığı [141], patojenlere karşı direnç sağladığı [142, 143], termojenik özellik göstererek *Arum lily*'nin infloresensinde ısı üretimini düzenlediği [144, 145], adventif köklenme üzerine etkili olduğu [146, 147], domateste jasmonik asit biyosentezini inhibe ettiği [148], ABA tarafından uyarılan stoma kapanmasını tersine çevirdiği [149], çiçeklenme üzerine etkili olduğu [150], SA konsantrasyonunun TMV (tütün mozaik virüsü) ile enfekte olan yapraklarda 10 ile 20 kat arttığı rapor edilmiştir [151].

Pratikte kesme çiçeklerin suyuna aspirin tableti atılarak daha uzun ömürlü olmaları sağlanmaktadır. ASA güllerin senesensini geciktirmektedir. Ancak bu etkinin kesilmiş çiçeklerin konulduğu ortamın asitleşmesiyle ya da ASA'nın ortamdaki diğer organik asitlere bağlanmasıyla ilgili olabileceği düşünülmektedir [135]. SA'nın çiçek ömrünü uzattığı araştırmalarla saptanmış ve SA veya aspirinin armut hücre kültürü süspansiyonlarında etilen biyosentezi uyarıcısı 1-aminosiklopropan-1-karboksilik asitin (ACC) etilene dönüşümünü önleyerek etilen biyosentezini inhibe ettiği belirtilmiştir. [152, 153]. Bununla birlikte SA ve etilenin benzer etkilere sahip olabileceği örneğin her ikisinin de belirli patojen ilişkili proteinleri ve çoğu bitki dokularında alternatif solunumu uyardığı tespit edilmiştir [154].

Bitkiler stres koşullarına karşı iki şekilde cevap verirler. Bunlar, stres koşullarından kaçma ve stres koşullarına direnç göstermedir. Stres koşullarından kaçmanın mekanizması, stresin etkisini azaltma yönündedir. Bitkiler bu durumu, morfolojik yapılarını (yaprak laminasının yüzeyi ve kalınlığı, stomaların büyüklük ve yoğunluğu, kutikulanın kimyasal kompozisyonu ve kalınlığı, kök ve gövdelerinin kimyasal kompozisyonlarını) değiştirerek sağlarlar. Stres koşullarına direnç gösterme durumunda ise stresin yarattığı etkilerin onarılması veya ortadan kaldırılması söz konusudur. Bu durumda antioksidan sistem önemli rol oynamaktadır [155-157]

Bitkiler; mantar, bakteri veya viral patojenleri küçük sınırlı bölgelerde tutarlar. Bu kısımlar nekrotik lezyonlardır. Bu hücrenin koruyucu etkisi diyebileceğimiz reaksiyona aşırı duyarlı reaksiyon (HR) denir. Aşırı duyarlı reaksiyon sistemik gerekli

dirence (SAR) yol açar. SAR gelecek olan bir patojen hücumuna karşı direnç olarak tanımlanır ve patojenle enfeksiyondan sonra enfekte olmamış bitki kısımlarında da gelişir [158, 159]. SAR bitkinin lezyon oluşturan patojenlerle temasından birkaç gün sonra gelişir, birkaç hafta sonra son bulabilir ve geniş bir patojen kitlesini etkiler. SAR bazen “bitki bağışıklığı” olarak tanımlanır.

Enfeksiyona uğrayan bitki dokularında aşırı duyarlılık reaksiyonu sırasında, saldıran patojeni etkisiz kılmak ve yok etmek amacıyla ROT üretilmektedir. Böylece enfeksiyonun 2. ya da 3. dakikasında söz konusu bölgede, oksidatif patlama olarak bilinen H_2O_2 hızlı bir şekilde ve geçici olarak oluşmaktadır. Enfeksiyon bölgesinde H_2O_2 meydana getirilmesi; hücre çeperini güçlendirmeye, fungus gelişimini sınırlamaya ve patojen yayılmasını sınırlayan aşırı duyarlı hücre ölümlerinin oluşumuna neden olmaktadır.

Bitkide patojen saldırısı süresince sentezlenen bir fenil propanoid türevi olan salisilik asit, sistemik kazanılan direnci gerçekleştirmek için sinyal oluşumuna katılarak, normalde H_2O_2 yıkan katalaz enzimini bağlamakta veya etkisini bloke etmekte ve böylece H_2O_2 'in üretiminin sürdürülmesini sağlamaktadır [160]. Yüksek düzeyde ultraviyole ve ozon uygulamalarının da SA biyosentezini uyardığı kanıtlanmıştır. Bu faktörlerin bitkilerdeki etkinlikleri, büyük olasılıkla SA miktarını artırarak PR genlerinin aktivasyonunun sağlanması şeklinde ortaya çıkmaktadır [134].

1.8. Araştırmada Kullanılan Bitkiler

Türkiye; bir tarım ülkesi olma özelliğini korumasına karşın, 1980’li yıllarda bitkisel ürünler yönünden kendi kendine olan yeterliliğini yitirmiş durumdadır. Ülkemiz gerek toprak ve su kaynakları potansiyeli yönünden, gerekse çok farklı mikro iklimler yönünden pek çok bitki türünü yetiştirme olanağına sahiptir. Sahip olduğu bitki (flora) ve hayvan çeşitliliği (fauna) açısından da dünyadaki diğer ülkelere göre çok şanslı konumda olan ülkemiz; tarımsal yönden istenilen seviyeye ulaşamamıştır. Tarım işletmelerinin küçük ve dağınık olması beraberinde pek çok sorunu getirmektedir. Serin iklim tahılları *Hordeum* (arpa), *Triticum* (buğday), *Avena* (yulaf), *Secale* (çavdar) ve sıcak iklim tahılları *Zea* (mısır), *Oryza* (çeltik), *Panicum* (darı) *Pisum* (bezelye) olarak iki grupta incelenen tahıllar; ekim alanı ve üretim yönünden Dünya’da ve ülkemizde önemli bir paya sahiptir. Özellikle tarla ve bahçe bitkilerinde toprak işlemeden başlayarak; tohumluk ekim, dikim, bakım, hasat ve harmanda düşük sermayeden dolayı yeterince girdi kullanımı engellenmektedir. Tarla ve bahçe bitkilerinin çoğunda birim

alandan elde edilen verimin düşük, maliyetin yüksek olması, tarıma olan ilginin azalmasına neden olmaktadır. Ülkemiz, artan nüfusun beslenmesini karşılayacak, dış pazara sunulacak tarla ve bahçe bitkileri üretim potansiyeline sahip konumdadır. Ancak, politik, ekonomik, sosyal nedenlerden dolayı yeterli üretim düzeyine ulaşamamıştır. Tarımsal faaliyetlerde, arazi eğim yönüne dik olarak yapılacak azaltılmış toprak işleme, uygun doz ve zamanında uygulanan gübreleme, sulama ve kimyasal ilaç kullanımına özen gösterildiğinde, tarımın çevre kirliliğine etkisi yok denilecek kadar az olacaktır [161].

1.8.1. *Poaceae* (*Gramineae*, Buğdaygiller) familyasının genel özellikleri

Saçak köklü tek ya da çok yıllık otsu, nadiren çalimsı ya da odunsu bitkilerdir. Bazıları toprak altında rizomlarla bazıları ise toprak yüzeyinde stolonlarla gelişirler [162].

Regnum: *Plantae*

Divisio: *Magnoliophyta*

Classis: *Liliopsida*

Subclassis: *Commelinidae*

Ordo: *Cyperales*

Familya: *Poaceae*

Genus: *Zea*

Species: *Z. mays* L.

***Zea mays* L. (Mısır)**

Orjini ve gen merkezi Amerika kıtası olan mısır (*Zea mays* L.) bitkisi gerek Dünya’da ve gerekse Türkiye’de bitkisel kökenli proteinlerin yeterli ve ekonomik üretimi için büyük önem taşımaktadır. Özellikle ülkemizde mısır tarımı hayvansal protein üretimine büyük ölçüde katkıda bulunmaktadır. Ayrıca mısırın tanesinden elde edilen nişasta, glikoz ve mısırözü yağı da ekonomide hammadde açısından büyük önem taşımaktadır. Ülkemizde mısır üretimi, buğday ve arpadan sonra 3. sırayı almaktadır (585 bin ha ekiliş, 2,5 milyon ton üretim ve 425 kg/da tane verimi). Mısır tarımı için en uygun toprak tipi; su tutma ve besin maddesi depolama kapasitesi iyi olan, kolay işlenir, iyi drenaj ve havalanma özelliği dolayısıyla milli-killi topraklardır [163, 164].

Mısır çok değişik iklim koşullarında yetişebilen bir bitkidir. Literatürler dane mısırın 55° kuzey - 40° güney enlemleri arasında ve denizden 3800 m yüksekliğe kadar olan yerlerde yetişebileceğini; bu alan içinde 60 cm’den 6–8 m’ye varan ve 60–70 gün ile 330 gün arasında olgunlaşabilen çok değişik çeşitlerinin olduğunu belirtmektedirler.

Mısır için ideal toprakların; derin, iyi yapılı, iyi havalanabilen, iyi drene olabilen, organik maddece zengin, tarla su tutma kapasitesi yüksek olmalıdır. İdeal pH değerleri 6–7’dir. pH 4,5 ile 8,5 olduğunda bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir.

Bitkinin iyi bir gelişim gösterebilmesi ve bunun sonucunda yüksek verim, kaliteli ürün alınması bakımından bitki besin maddelerinin toprağa yeterince verilmesi gerekmektedir.

Tohum ekim işleminden sonra yabancı otlar dikkatle kontrol edilmelidir. Yabancı otlar nedeniyle tarla bitkilerinde başlıca kayıplar; verim düşüklüğü, ürün kalitesinin azalışı ve hasadı zorlaştırma şeklinde sıralanabilir. Yabancı otlara karşı alınacak önlemlerin başında; yeni yabancı ot tohumlarının ekimde kullanılan tohumla, gübreye veya ekim makinalarıyla getirilmemesine dikkat etmek, yabancı otların araziye tohum bırakmamalarına dikkat etmek, vejetatif olarak çoğalan çok yıllık yabancı otlardan korumak gelir.

Günümüzde yurdumuzun değişik bölgelerinde değişik bitkilerde olduğu gibi mısır ekim alanlarında da yabancı otlarla mücadelede herbisit kullanımı önemini korumaktadır. Herbisitler içinde yabancı ot tohumlarının çimlenmesini önleyen, kontakt etkiyle yabancı otları öldüren veya bitkinin fizyolojik olarak hormon sistemini bozarak gelişme mekanizmasını yok eden çok değişik yapıda herbisitler geliştirilmiştir [165, 166]. Mısır, tahıllar içerisinde güneş enerjisini en iyi kullanan ve birim alandan en fazla kuru madde üreten bir bitkidir. Ülkemiz tarımında, önemli bir yere sahiptir. Her türlü bitki ile münavebeye girer. Kendisinden sonra ekilen bitkinin verimi, genellikle, münavebeye giren diğer tahıllara göre daha yüksektir. Üretilen mısır, insan gıdası, hayvan yemi ve endüstride çok sayıda üretimin hammaddesidir. Ülkemizde hayvancılığın gelişmesine paralel olarak artan yem talebi sonucunda yurtiçi talep karşılanamamaktadır.

Ülkemiz mısır üretim alanı 570–600 bin hektar arasında değişmektedir. Bu üretim alanının %50–60’ında hibrit tohum kullanılmaktadır. Yıllık üretim ise yaklaşık 2,5 milyon ton civarındadır. Ülkemizde hemen hemen tüm bölgelerde az ya da çok mısır üretilmektedir. Ancak üretimin en fazla yapıldığı bölgeler Karadeniz, Akdeniz, Marmara ve Ege Bölgeleridir. Üretimdeki artışa rağmen ülkemizde mısır üretimi ihtiyaca cevap vermemektedir [167].

1.8.2. *Fabaceae* (Baklagiller) familyasının genel özellikleri

Tek yıllık otsu ya da çok yıllık odunsu bitkiler olup bazıları çalı formundadır. Kökleri azot bakterileri ile simbiyotik birlik oluşturur. Yapraklar alternat, stipüllü çoğunlukla pinnat ya da trifoliattır, birçok cinstе yaprakların bir bölümü tendril şeklini almıştır. Çiçekler rasem ve spika durumlarındadır. Meyve tipi legümandır. Ekonomik olarak önemli familyalardan biridir. Bezelye, nohut, fasulye, bakla, mercimek bu familyanın önemli türlerindendir [168, 169].

Regnum: *Plantae*

Divisio: *Magnoliophyta*

Classis: *Magnoliopsida*

Ordo: *Fabales*

Familya: *Fabaceae*

Genus: *Pisum*

Species: *Pisum sativum* L.

***Pisum sativum* L. (Bezelye)**

Baklagil sebzeleri içerisinde yer alan bezelye beslenmemizde oldukça büyük bir öneme sahiptir. Protein ve karbonhidrat içeriği bakımından zengin olan bu sebze özellikle A, B ve D vitaminlerince de zengindir. Bezelyenin dünyadaki yıllık üretim miktarı 10 milyon ton, Türkiye’de ise 40–50 bin ton civarındadır [170].

Bezelye bitkisi, baklagillerdendir. Anayurdu bilinmeyen bezelye bitkisi çok eski çağlardan beri Avrasya’da yetiştirilmiştir. *P. sativum* (bezelye) adı verilen bu tek yıllık otsu bitkinin birçok çeşidi vardır. Bunlardan bazıları bodur olup en çok 30–40 cm boylanarak yeşil yapraklarıyla toprağa yayılıp zemini örterler.

Bezelye bitkisi, tohumlarıyla çoğaltılır. Bu tohumlar, doğrudan doğruya bezelye tarımının yapılacağı bahçe ya da tarlaya ekilir. İlkbaharda hasadı yapılacak bezelyeler ekim–kasım–aralık aylarında, yazın hasadı yapılacak olanlar ilkbahar aylarında ekilir. Bezelye tohumları, kesinlikle soğuk ve yaş toprağa ekilmemeli, aynı toprakta iki yıldan fazla bezelye tarımı yapılmamış olmasına özen gösterilmelidir.

Bezelye, ılık, nemli ve serin iklimli yörelerin bitkisidir. Bulunduğu yerde sıcaklık –5 °C’nin altına düşerse bitki donar. Bezelye bitkisi, toprak yönünden fazla seçici değildir. Ama zayıf bünyeli topraklarda bitkiden alınan ürün gelişimi azalır. Bol humuslu, süzek (suyu iyi akıntılı), killi-tınlı ya da milli-tınlı topraklarda bitkiden daha iyi sonuçlar alınmaktadır.

Bitki, toprağın asiditesinin yüksek oluşuna karşı duyarlıdır. Toprak pH'sının 5,5–6,7 arasında olması uygundur. Bezelye yetiştiriciliği yaz aylarına kadar devam ederse yağışsız ve sıcak günlerde toprakta yeterince nem bulunması için bitkinin düzenli olarak sulanması gerekir [171, 172].

Binlerce yıl doğayla uyumlu bir biçimde yapılan bitkisel, hayvansal ve tarımsal faaliyetler çevreye zarar vermemiş ve çevre sorunlarına neden olmamıştır. Ancak hızla artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılayabilme amacıyla, birim alandan daha fazla ürün alabilmek için, tarıma giren yapay unsurlar, doğal ortamı bozan ve çevre sorunlarını yaratan bir sektör haline gelmiştir. Sulama, gübreleme, ilaçlama gibi toprağı güçlendirmek ve verimi artırmak için yapılan faaliyetler bilinçli ve kontrollü bir biçimde yapılmalıdır [161].

Bu araştırmada yabancı otlarla mücadelede kullanılan atrazin ve asetoklor herbisitlerinin, tarımda önemli bir yeri olan *Zea mays* L. (mısır) (Martha F1 kültür formu) ve *Pisum sativum* L. (bezelye) (Utrillo kültür formu) bitkilerinde; çimlenme sonrası uygulamalarla pigment sistemi ve bitkilerde yaş-kuru ağırlık ve oransal su içeriği ile ilgili değişimler ile savunma sisteminde önemli olduğu bilinen detoksifikasyon sistem üzerindeki etkileri incelenmiştir. Aynı zamanda bitkilerde strese cevap olarak SA'nın herbisit ile kullanımında ve sadece herbisit kullanıldığında çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası aşamalarda içsel SA değişimleri değerlendirilmiştir. Ayrıca herbisitlerin bitkilerde kalıntı analizleri yapılarak bitkide tutulma dereceleri değerlendirilmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bitkiler yaşamları süresince pek çok stres olayları ve stres faktörleri ile karşılaşmaktadırlar. Stres faktörleri orjinlerine göre değişik şekillerde sınıflandırılırlar. Levitt (1980)'e göre stres faktörleri biyotik ve fizikokimyasal olmak üzere ikiye ayrılır. Biyotik faktörler, enfeksiyon oluşturan mikroorganizmaları (fungus, bakteri ve virüs), zararlı hayvanları (böcekler, nematodlar) ve diğer organizmalarla rekabeti içermektedir. Fizikokimyasal faktörler ise sıcaklık, su, radyasyon, kimyasal maddeler, manyetik ve elektriksel alanlar gibi çevre faktörlerini içerir [173]. Bu sınıflandırmanın yanında, Lichtenthaler (1996) stres faktörlerini doğal ve antropogenik olarak ikiye ayırmıştır. Doğal stres faktörleri; yüksek sıcaklık, ışık, donma, su eksikliği ve fazlalığı, mineral maddelerin yetersizliği, böcekler ve patojenlerden oluşur. Antropogenik stres ise; herbisitler, fungusitler, ozon, asit yağmurları, ağır metaller gibi faktörleri içermektedir [1, 3, 174].

Pestisit zararlılar tarafından oluşturulan hasarı önleyen, kontrol eden ya da azaltmak için kullanılan madde ya da maddelerin karışımıdır [175]. Pestisit kimyasal bir madde, biyolojik ajan (virüs ya da bakteri), antimikrobiyal ya da dezenfektan olabilir [176]. Tarımsal savaşında pestisit denildiği zaman akla, hastalık, zararlı ve yabancı otlar gibi bitkilere olumsuz etkileri olan canlıları önlemek için kullanılan kimyasal maddeler gelir. Bu kimyasallar, etkili oldukları canlı gruplarına göre de isimlendirilirler.

Pestisitlerin içerdiği etkili madde oranı ile formülasyonun fiziksel özellikleri, onların biyolojik aktivitelerini etkileyen önemli unsurlardır. Dolayısıyla bu özelliklerin belirlenmesi, onların etkin kullanımı, firmaların ilaç üretiminin denetlenmesi ve üreticilerin maddi açıdan korunması yönünden çok önemlidir. Bu nedenle, pestisitlerin öncelikle bilinçli bir şekilde kullanımı amaçlanmalıdır. Ayrıca ürünler üzerinde ve çevredeki kalıntı miktarlarının incelenmesi ve takibi gerekmektedir. Halk sağlığının korunması ve ihraç edilen ürünlerin, pestisit kalıntıları neden gösterilerek geri çevrilmemesi için bu ürünler pestisit kalıntıları yönünden kontrol edilmeli, fazla kalıntı bırakan ilaçlar yerine, kalıntı riski az olan pestisitlerin kullanımına dikkat edilmelidir [177].

Seracılık yoğun bitki yetiştiriciliğinde kullanılan bir tekniktir. Topraksız tarımın serada ticari boyutta bitki yetiştiriciliğinde kullanımına 1930'ların başında ABD'de başlanmış olmakla birlikte, yaygınlaşması 1970'li yıllardan sonra gerçekleşmiştir. Bunun en önemli nedeni ise, topraksız tarımın toprak dezenfeksiyonu gereğini ortadan

kaldırmasıdır. Toprak dezenfeksiyonu buhar ile veya kimyasal yolla yapılabilir. Buhar ile toprak dezenfeksiyonu özel sistemler gerektirir ve pahalıdır. Kimyasal toprak dezenfeksiyonu ise insan ve çevre sağlığı açısından bazı riskler taşımaktadır. Topraksız tarım, toprak dezenfeksiyonu gereğini ortadan kaldırması nedeniyle iyi bir alternatiftir ve dünyanın pek çok ülkesinde üreticiler tarafından önemli ölçüde benimsenmiştir

Pestisitlerin bilinçsiz ve kontrolsüz kullanımı sonucu, zararlı organizmalarda dayanıklılık oluşturabilme riskleri ve kalıntılar yoluyla insan sağlığına ve çevreye olumsuz etkileri kesinlikle göz ardı edilmemelidir. Gelişmiş ülkeler pestisitlerin çevre ve sağlık açısından risklerini artık ciddi biçimde değerlendirmektedir. Bu nedenle, bir yandan pestisitleri çok bilinçli ve kontrollü kullanırlarken, diğer yandan da riskli pestisitlerin kullanımlarını sınırlamak ya da tamamen durdurmak yönüne gitmektedirler

Pestisitler dünyanın birçok yerinde böcekler, yabancı otlar, mantarlar, kemiriciler ve diğer organizmalar için kullanılır. Yabancı ot istenmeyen bitki olarak tanımlanır ve yabancı otların kontrolü optimum ürün yetişmesi için çok önemlidir. Yabancı otlar kültür ürünleri ile ışık, nem ve besin maddeleri için yarışır [178, 179].

Herbisitler yabancı otları kontrol etmek için tarımda yaygın olarak kullanılırlar. Bununla birlikte, tarlalarda bu kimyasalların etkili kullanımı gıdalarda ve çevrede uzun süreli kalıntılar oluşturabilmektedir. Gelişme inhibisyonu, ürün redüksiyonu, çimlenme azalışı ve nekrosiz oluşumu bazı ürün türlerinde rapor edilmiştir [180–182]

Herbisitleri içeren farklı stres faktörlerine karşı fizyolojik cevaplar benzerdir. Pigment içeriğindeki değişim, prolin miktarı, lipid peroksidasyonu üretimi olası stres artırıcı işaretlerdir. Bitki hücreleri oksidatif stresin zararlı etkisini elimine etmek için yüksek derecede etkili savunma sistemlerine sahiptir [183–187].

Atrazin tarımsal alanlarda yaygın olarak kullanılan bir herbisittir [188, 189]. Atrazine maruz kalan tarım çalışanların kan ve urinlerinde atrazin metabolitlerine rastlanmıştır. Ayrıca atrazin yüzey ve yer altı sularını da kirletmektedir [190–192] 1950’li yılların sonlarında itibaren atrazin *Z. mays* üretiminde yaygın şekilde kullanılan bir herbisittir [193] Atrazin fotosistem II (PSII)’nin D1 proteininin plastokinon tarafına bağlanmasıyla fotosentetik elektron taşınımını engellediği belirtilmektedir [194, 195].

Atrazin çimlenme öncesi ya da pre-plant (ekim öncesi toprağa uygulama) uygulamalarda kullanılan selektif bir herbisittir. Atrazin protein sentezinin inhibisyonundan sorumlu olduğu belirtilmektedir [196].

Araştırmalar atrazinin mesotriona ilavesinin yabancı otların kontrolünde sinerjistik etkisi olduğunu göstermektedir [197]. Johnson ve Young (2002), mesotriona atrazin ilavesiyle *Cassia obtusifolia* L. ve *Ipomea lacunosa* L. bitkilerinde gelişmenin daha çok baskılandığını saptamışlardır [198]. Atrazin uygulanan bitkilerde fotosistem II’de elektron taşınımını inhibe edilerek düşük fotosentez aktivitesine neden olduğu belirtilmiştir [194].

Asetoklor kloroasetamidler (Asetanilidler) grubunda olan organik herbisitlerdendir [199, 200]. Fide sürgün inhibitörleridirler ve çimlenme öncesi herbisit olarak kullanılırlar [44]. Ayrıca erken çimlenme sonrası olarak da kullanıldığı bilinmektedir [64] Asetoklor tek yıllık otların ve mısır ve soya fasulyesinde küçük tohumlu geniş yapraklı yabancı otların çimlenme öncesi kontrolü için kullanılır. Düşük adsorpsiyon katsayısı nedeniyle asetoklor toprağın hareketli kirleticisidir. Sucul ortamlarda potansiyel tehlike oluşturlar [201].

Asetoklor Yunanistan tarımında monokotil ve daha az derecede dikotil yabancı otları kontrol etmek için *Z. mays*. L.’da kullanılan etkili bir herbisittir [181]. Asetoklor toprağı çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası uygulanabilen selektif sistemik herbisittir. Asetoklor kökler ve yapraklar tarafından alınır. Fotosentetik elektron taşınımını inhibe ettiği belirtilmektedir [196].

Saladin vd. (2003) tarafından yapılan bir araştırmada 0,1 mM, 0,5 mM ve 10 mM flumioxazin herbisitinin uygulandığı *Vitis vinifera* L’da karotenoid miktarlarının 7. günde kontrole (1,90 mg/g KA) kıyasla 0,1 mM (2,38 mg/g KA) ve 10 mM (2,34 mg/g KA) flumioxazin uygulanan gruplarda artış, 5 mM flumioxazin uygulanan gruplarda (1,83 mg/g KA) ise azalış gösterdiği saptanmıştır. 14. ve 21. günde karotenoid miktarlarında kontrole kıyasla azalış belirlenmiştir. En düşük karotenoid miktarının 10 mM flumioxazin uygulanan gruplarda 21. günde 0,78 mg/g KA olarak saptandığı belirtilmiştir [202].

Magne vd. (2006) tarafından yapılan bir araştırmada 50 g ha⁻¹ flazasulfuron herbisitinin *Vitis vinifera* L.’ye uygulaması sonrasında nişasta (%74) ve çözülebilir karbohidrat seviyelerinde (%90) azalış olduğu belirtilmiştir [203].

Yan vd. (1997) farklı ışık şartları altındaki *Anabaena sphaerica* bitkilerinde molinat herbisitinin pigment değişimlerini araştırmışlardır. 3000 lux’de yetiştirilen bitkilerde 5 µg/mL⁻¹ molinat uygulamasını takiben Kl a miktarlarının gün artışıyla birlikte azaldığı saptanmıştır. Kontrolle karşılaştırıldığında 5 µg/mL⁻¹ molinat uygulanan gruplarda belirlenen Kl a miktarları 3. günde (14,04 µg/g KA) ve 6. günde

(12,03 $\mu\text{g/g}$ KA) ile kontrolden daha yüksek belirlenirken, 9. günde K1 a miktarı (7,34 $\mu\text{g/g}$ KA) ile kontrolden daha düşük saptanmıştır. 300 lux'de yetiştirilen bitkilerde 5 $\mu\text{g/mL}^{-1}$, 25 $\mu\text{g/mL}^{-1}$ ve 50 $\mu\text{g/mL}^{-1}$ molinat uygulamasını takiben K1 a miktarlarının en fazla 6. günde olduğu belirlenmiştir. K1 a miktarlarının uygulama yapılan gruplarda 3. ve 6. günde kontrolden daha yüksek olduğu 9. günde 5 $\mu\text{g/mL}^{-1}$ ve 25 $\mu\text{g/mL}^{-1}$ molinat uygulanan gruplarda kontrole kıyasla azaldığı, 50 $\mu\text{g/mL}^{-1}$ uygulanan gruplarda ise artmıştır [204].

Ekmekçi ve Terzioğlu (2005) tarafından yapılan bir araştırmada 15, 30, ve 60 μM konsantrasyonlarda paraquatın yabani ve kültür buğdaylarında fotooksidasyon üzerine etkileri araştırılmıştır. Paraquatın yabani ve kültür formlarında kontrol grubu (3,1 mg mL^{-1} YA) ile kıyaslandığında 60 μM 'da klorofil (a+b)'de yaklaşık olarak 0,6 mg mL^{-1} YA ve karotenoid içeriğinde ise 0,58 mg mL^{-1} YA azalış gösterdiği saptanmıştır [205].

Buğday (*Triticum aestivum*) bitkilerine klorimuron-etil herbisiti ile birlikte Cd uygulaması sonucunda klorofil içeriğinin önemli derecede etkilendiği belirtilmiştir. Klorimuron-etil ile birlikte Cd uygulamasının klorofil içeriğine olan etkisi ayrı ayrı klorimuron etil ve Cd uygulamasından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Cd konsantrasyonu 10 mg/kg olduğunda klorimuron-etil ile birlikte Cd maruz kalan yapraklardaki klorofil içeriği kontrolden ve sadece Cd uygulanan gruplardan daha düşük belirlenmiştir. 1 günlük maruz kalma süresince bütün uygulama gruplarında değişim olmazken, 4 gün maruz kalma sonrasında klorimuron-etil ile birlikte Cd uygulanan yapraklardaki klorofil içeriği sadece Cd uygulanan gruplardan daha yüksek bulunmuştur. Yapraklardaki klorofil içeriği 4 günden sonra sadece 100 mg/kg Cd ve 5-150 $\mu\text{g/kg}$ klorimuron-etil uygulaması sonrasında kontrolden daha düşük bulunmuştur. Buğday bitkilerinde peroksidaz aktivitesi kontrolle karşılaştırıldığında 10 mg/kg Cd uygulanan gruplardaki PR aktivitesi 1 ve 2 gün maruz kalma sonrasında azalırken, 3-4 gün sonrasında artış göstermiştir. 10 mg/kg Cd ve 5 $\mu\text{g/g}$ klorimuron-etil uygulanan gruplarda 3 gün maruz kalma sonrasında PR aktivitesi azalırken 4 günden sonra Cd uygulanan gruplardan ve kontrolle kıyasla artış göstermiştir. 10 mg/kg Cd ile birlikte 150-300 $\mu\text{g/g}$ klorimuron-etil uygulaması sonrasında 1. günde yapraklardaki PR aktivitesi azalırken, 1. günden sonra artış göstermiştir [206].

Ananieva vd. (2002) arpa fidelerine paraquat (10 $\mu\text{mol/L}$) ile birlikte 500 $\mu\text{mol/L}$ SA uygulamasının fotosentez üzerine olumsuz etkisini azalttığını saptamışlardır [207]. Yine aynı araştırmacıların yaptıkları bir çalışmada 500 $\mu\text{mol/L}$ SA

uygulamasından sonra paraquata maruz bırakılan arpa yapraklarında peroksidaz aktivitesini % 25 ile %50 oranında artırdığı gözlenmiştir [208].

Herbisitlerin bitkilerde oluşturduğu strese tepkiler diğer stres tiplerine verilen cevaplarla benzerlik göstermesi nedeni ile farklı stres tiplerinin bitkilerde oluşturduğu reaksiyonlar da bu araştırmada değerlendirilmiştir.

Jaleel vd. (2008) tarafından yapılan bir araştırmada tuz stresi uygulanan *Withania somnifera* bitkilerinde kontrol grubunda Kl a miktarı 0,018 mg g⁻¹YA, 40 mM NaCl uygulanan gruplarda 0,006 mg g⁻¹YA iken Kl b kontrol grubunda 0,021 mg g⁻¹YA, 40 mM NaCl uygulanan gruplarda ise 0,017 mg g⁻¹YA'a kadar azaldığı belirlenmiştir. Toplam klorofil miktarlarının bu bitkilerde kontrolde 0,039 mg g⁻¹YA iken 40 mM NaCl uygulanan grupta 0,023 mg g⁻¹YA olarak saptanmıştır. Burada tuz stresinin fotosentetik sistem üzerinde etkili olduğu görülmektedir [209].

Karotenoidler çoğu heterotrofik organizmalarda olduğu gibi bütün fototrofik membranlarda bulunan isoprenoid bileşiklerdir. Karotenoidler oksidatif olarak apo-karotenoidler olarak adlandırılan daha küçük bileşiklere ayrılabilir. Apo-karotenoidler polar olmayan isoprenoidlerdir. Konjuge çift bağ sisteme sahiptirler [210]. Karotenoidler C₄₀ bileşik fiton'dan siklizasyon, izomerizasyon ve oksidasyonla türevlenir. Karotenoidler uzamış konjuge çift bağ sistemine sahiptir ve görünür dalga boylarındaki ışığı absorblarlar [211]. Bitkilerde karotenoidler fotosentetik pigmentlerin önemli bileşenleridir. Protektanlar ve antioksidanlar olarak fonksiyon gösterirler. Absisik asitin biyosentezi için öncül olarak hizmet ederler ve reaktif oksijen türlerine bağlanarak fotosentetik aygıdı korurlar [212, 213]. Lipid peroksidasyonlarının önlenmesinde karotenoidlerin rolü olduğu belirtilmiştir [214]. Karotenoidler renklendirici ajan olarak da kullanılır. Tohumların dağılmasında hayvan ve böceklerin dikkatini çekmek için bazı çiçeklerin ve meyvelerin sarı, turuncu ve kırmızı renklerini sağlarlar [212, 215]. Karotenoidler, PSII'nin bloklanmasıyla oluşan hücre membran yıkımına hatta ölümüne öncülük eden serbest radikallere bağlanamaz [216].

Khattab (2007) lahanada (*Brassica oleracea* var. *capitata*) yaprak bitinin (*Brevicoryne brassicae* L.) etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, total çözülebilir karbohidrat miktarı sağlıklı yapraklarda 124,74 mg/g KA, enfekte olmuş yapraklarda ise 64,21 mg/g KA olarak saptanmıştır [217].

Serbest radikaller, eşleşmemiş elektron içeren moleküller olup oldukça reaktiftirler. Bu radikaller; plazma membranı, mitokondri, ER membranlarında da oluşabilmektedirler [218]. Birçok türde kuraklık stresi altında artan süperoksit (O₂⁻)

oluşum hızı; lipid peroksidasyonuna, yağ asidi doygunluğuna ve sonuçta membranların bütünüyle zarar görmesine neden olur. Süperoksitin kendisi fazla reaktif değildir ve daha çok H_2O_2 ve daha sonra $OH^\cdot$ oluşturmak suretiyle etkili olur. H_2O_2 Calvin döngüsünün birçok enziminin inaktivasyonuna yol açmaktadır. Süperoksit ve hidrojen peroksitin $OH^\cdot$ radikalini oluşturmak üzere tepkimesi sırasında (Haber–Weiss reaksiyonu), artan demir ya da bakır gibi diğer geçiş metalleri, bu reaksiyonları hızlandırarak oksidatif hasarı daha da artırabilir (Fenton reaksiyonu). Bununla birlikte, fotosistem II’de suyu parçalayan bölgede de serbest radikal oluşabilir.

Serbest radikaller ve oksijenin diğer aktif türevleri biyolojik redoks reaksiyonlarının kaçınılmaz ürünleridirler. Reaktif oksijen türleri enzimleri inaktive eder ve önemli hücresel komponentleri yıkar. Toksik oksijen türevlerinin artan üretimi stres şartlarının genel ya da yaygın belirleyicisidir. Bitki ve diğer organizmalar bu problemle mücadelede geniş bir alana sahiptir. Bitkinin antioksidan savunma sistemi antioksidan moleküllerin ve enzimlerin çeşitliliğini kapsar. Membrandaki serbest radikal hareketinin etkileri lipid peroksidasyonunun indüksiyonu ve yağ asitlerinin detoksifikasyonunu içerir. Antioksidatif savunma sisteminin aktivitesi ve kapasitesi oksidatif zararı sınırlamada ve aktif oksijen türlerini yıkmada önemlidir [219–221].

Su yetersizliği, düşük sıcaklık, pestisit uygulaması, zararlı gazlar, ışıma radyasyon), ağır metaller, asit yağmurları, yüksek solar ışıma bütün biyolojik sistemler için zararlı olan toksik oksijen türlerinin üretiminin artmasına neden olur [222–224]. Bitki hücresi oksidatif hasara karşı, peroksidaz, askorbat peroksidaz, glutatyon redüktaz ve süperoksit dismutaz gibi antioksidan enzimler veya glutatyon, karotenoidler ve askorbat gibi enzimatik olmayan bileşikler içeren geniş radikal süpürücü sistemle koruma sağlar [225].

El Baky vd. (2003) tuz stresinin etkilerini belirlemek amacıyla farklı soğan kültürlerini (*Allium cepa* L. cv. Behary Red, Giza 6 ve Giza 20) 2000, 4000 ve 6000 mg/L tuz konsantrasyonlarında yetiştirmişlerdir. Artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak lipid peroksidasyonunun kontrole kıyasla Behary Red’de %121,9, %248,6, %290,3, Giza 6’da %140,9, %262, %381,3, Giza 20’de %126, %260 ve %396,2 oranında arttığını saptamışlardır [226].

Dong vd. (2006) 1–10 μM Cd’a maruz bırakılan domates fidelerinde antioksidan enzimler ve lipid peroksidasyonu üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada artan kadmiyum konsantrasyonlarına bağlı olarak peroksidaz aktivitesinin ve lipid peroksidasyonunun arttığı belirtilmektedir [227].

Sinha vd. (2005) kromun (Cr) *Pistia stratiotes* bitkisinde lipid peroksidasyonu, pigment içeriği ve antioksidan enzim aktivitesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. 10 μM , 40 μM , 80 μM ve 160 μM krom uygulanan bitkilerin yaprak ve köklerinde lipid peroksidasyonunun genel bir göstergesi olan MDA içeriğinde kontrol grubundaki yapraklarda 4,34 mmol g^{-1} YA iken 160 μM uygulanan grupta 9,57 mmol g^{-1} YA olarak saptanmıştır. Yapraklardaki AP aktivitesinin 48. saatte kontrolden yüksek olduğu, 96. ve 144. saatte metal birikimiyle negatif korelasyonlu olarak kontrole oranla %82 azaldığı belirtilmiştir [228].

Tewari vd. (2002) 50–200 μM kobaltın *Phaseolus aureus* bitkisinde lipid peroksidasyonu ve pigment içeriği üzerine etkisini araştırmışlardır. Yüksek konsantrasyonlarda kobalt uygulanan bitkilerde klorofil içeriğinin ve lipid peroksidasyonunun azaldığı saptanmıştır [229].

Peroksidazlar hem ihtiva eden proteinlerin bir grubudur. Hem grubu katalitik aktiviteler için gereklidir. Peroksidazın hidrojen ile çeşitli elektron donör substratlarının oksidasyonunu katalizlediğini belirtmektedir (örneğin fenoller, aromatik aminler). Bitki fizyologları tarafından peroksidazın büyüme değişimi süresince metabolik aktivitenin bir parametresi olarak hizmet ettiği belirtilmektedir [230].

Çalışmalar PR'ların lignifikasyon [231], hücre duvarı yapısal proteinlerin çapraz bağlanması [232], oksin katabolizması [233], patojenlere karşı savunma [234] tuza tolerans [235] ve senesens [236]'de rol oynadığını göstermektedir.

Ligninin hücre duvarına dahil olması bitki dokularının yapısal sertlik ve dayanıklılığıyla sonuçlanır. Lignin bu nedenle bitkilerdeki genişliğine büyümenin inhibisyonu ve patojen saldırısına karşı bariyer oluşturmada sorumludur. Peroksidazlar lignin biyosentezinde doğrudan yer alan enzimlerdir. Ligninin momomerik öncülleri hücre duvarından fenoksi radikallere enzimatik olarak dehidrojenlenirler. Bu radikaller monolignoller, proteinler ve polisakkaritler arasındaki çapraz bağlanmanın kompleks ağı sonucu olarak kendiliğinden polimerize olurlar. Peroksidazlar bu çapraz bağlanma reaksiyonlarına katılır. Peroksidazlar isoelektrik noktalarının değerlerine göre katyonik ve anyonik isoenzimler olarak sınıflandırılırlar. Anyonik peroksidazların lignin polimerizasyonunda yer aldığı önerilmektedir [231].

Gülen ve Eriş (2004) çilek bitkilerine hem ani hem de artan sıcaklık stresi uygulamışlardır. Artan sıcaklık stresine (30 °C, 35 °C, 40 °C ve 45°C) maruz kalan bitkilerde yapraklardaki peroksidaz aktivitesinin, 30 °C'de 7,80 $\mu\text{mol dk}^{-1} \text{g}^{-1}$ KA, 35°C'de 15,60 $\mu\text{mol dk}^{-1} \text{g}^{-1}$ KA, 40 °C'de 24,17 $\mu\text{mol dk}^{-1} \text{g}^{-1}$ KA ve 45 °C'de 35,19

$\mu\text{mol dk}^{-1} \text{g}^{-1}$ KA ile ani sıcaklık stresine maruz kalanlara oranla ($30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de $7,14\text{ }\mu\text{mol dk}^{-1} \text{g}^{-1}$ KA, 35°C 'de $10,31\text{ }\mu\text{mol dk}^{-1} \text{g}^{-1}$ KA, $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de $13,17\text{ }\mu\text{mol dk}^{-1} \text{g}^{-1}$ KA ve $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de $18,77\text{ }\mu\text{mol dk}^{-1} \text{g}^{-1}$ KA daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Hem ani hem de artan sıcaklık stresi uygulamalarında elde edilen peroksidaz aktivitesi kontrole kıyasla ($2,62\text{ }\mu\text{mol dk}^{-1} \text{g}^{-1}$ KA) daha yüksek olduğu saptanmıştır [237].

Miteva vd. (2005) domates bitkilerinde arsenik (As) (25 mg kg^{-1} , 50 mg kg^{-1} ve 100 mg kg^{-1}) ve kabak mozaik virüsünün (KMV) peroksidaz aktivitesini ve pigment içeriğini nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Her iki stres faktörünün ayrı ayrı uygulandığında yapraklardaki peroksidaz aktivitesinin arttığı saptanmıştır. Pigment içeriğinin 25 mg kg^{-1} As uygulanan gruplarda artış gösterdiği, 50 mg kg^{-1} ve 100 mg kg^{-1} As uygulanan gruplarda kontrolden daha düşük olduğu belirtilmiştir. Virüs enfeksiyonunun arsenik uygulamasına kıyasla peroksidaz aktivitesini daha fazla etkilediği saptanmıştır [238].

Koca vd. (2006) *Lycopersicum esculentum* ve *Lycopersicum pennelli*'de tuz stresinin peroksidaz aktivitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Peroksidaz aktivitesinin 70 mM NaCl uygulanan *Lycopersicum pennelli*'nin yapraklarında 6., 12. ve 84. günlerde sırasıyla % 175, % 67 ve %119 ile kontrol gruplarından daha yüksek bulunurken, 140 mM NaCl uygulanan gruplarda 6. ve 84. günlerde %217 ve % 126 olarak belirlenmiştir. *Lycopersicum esculentum* yapraklarında ise 12. günde 70 mM NaCl ve 84. günde 140 mM NaCl uygulanan gruplarda PR aktivitesinin değişmediği saptanmıştır [239].

AP yüksek bitkilerde bulunan hem içeren sınıf I peroksidazlardır. Askorbatı elektron donörü olarak kullanarak H_2O_2 'yi H_2O ve O_2 'ye çevirir. Yüksek bitkilerde H_2O_2 'nin toksik etkilerine karşı hücreleri korumada önemli role sahip olduğu belirtilmiştir [240]. Askorbat peroksidaz yüksek bitkilerin sitozol, kloroplast ve mitokondrisinde bulunan H_2O_2 temizleyici enzimdir [241]. AP prostetik grup olarak hem kullanır. AP, ROT birikimiyle sonuçlanan birçok strese yanıtta da artar [242, 243]. AP bitkilerde H_2O_2 temizlenmesinde başlıca rol oynar. AP isoenzimlerinin üç grubu (kloroplastik, sitosolik ve glioksomal AP) subselüler lokalizasyonlarına bağlı olarak tanımlanmıştır. Sitosolik AP'nin (cAP) patojen saldırısında yer aldığı, glioksomal AP'in yağ asidi β -oksidasyonu ve fotorespirasyon tarafından oluşturulan H_2O_2 'i uzaklaştırdığı, kloroplastik AP'nin (chAP) fotosentez süresince H_2O oluşumunu temizleyen tilakoide bağlı (tAP) ve stromal (sAP) isoformlarından oluştuğu belirtilmektedir [244].

Ünyayar vd. (2005) tarafından kuraklığa toleranslı ve duyarlı domates türlerinde yapılan bir araştırmada kadmiyum (Cd) ve kuraklık-Cd kombinasyonunun antioksidan bileşikler, antioksidan enzimler ve sürgün büyümesindeki etkileri araştırılmıştır. Karotenoid/toplam klorofil içeriklerinin her iki türde de önemli derecede bütün stres uygulamalarında arttığı saptanmıştır. Örneğin *L. peruvianum*'da kontrol grubunda 0,07 mg/g YA kuraklık-Cd uygulanan grupta 0,16 mg/g YA, *L. esculentum*'da ise kontrol grubunda 0,03 mg/g YA uygulama grubunda ise 0,18 mg/g YA olarak belirlenmiştir. AP aktivitesinin her iki türde de stres şartları altında azaldığı bulunmuştur [245].

Guo vd. (2006) pirincin dört kùltivarında (soğuklamaya toleranslı fakat kuraklığa duyarlı Xiangnuo no. 1 ve Zimanuo ve soğuklamaya toleranslı fakat kuraklığa duyarlı Xiangzhongxian no. 2 ve IR50) antioksidan savunma sistemlerinin donma ve kuraklık stresine karşı cevaplarının araştırıldığı bir çalışmada askorbat peroksidaz aktivitesinin kuraklık stresinden 3 gün sonra Xiangzhongxian no. 2 (%38) and IR50 (%24) artış gösterirken 5 gün sonra Xiangnuo no. 1 and Zimanuo'da azalış gösterdiği saptanmıştır [246].

SA bitkiler strese maruz kaldığında stres indükleyici antioksidan sistemin aktivasyonunda yer alır. Ayrıca SA bitki büyüme ve gelişimini düzenlemede anahtar rol oynayan hormonal madde olarak da göz önünde tutulur [247].

SA'nın bitki büyüme düzenleyicisi [248], tohum çimlenmesi [249], transpirasyon oranı [250], stoma kapanması [251], membran geçirgenliği [252], büyüme ve fotosentez [253, 254], ozon [255], UV-B [256], ısı stresi [257], kuraklık [258–260], oksidatif stres [261], tuz ve osmotik stres [262] gibi abiyotik streslere yanıtta rol aldığı belirtilmektedir.

Patojen saldırısına karşı savunma mekanizmasında önemli sinyal taşıma sistemi olarak etki eden bir bileşik olan SA hardal fidelerinde ısı stresi ya da mısırdaki soğuk hasarı gibi bazı abiyotik streslere karşı da koruma sağlar. Ağır metallerden biri olan kadmiyum bitkilerde oksidatif stres indükler. SA, Cd alınımını inhibe ederken fitokelatin sentaz aktivitesinde düşüşe neden olarak köklerde zarara neden olabildiği dolayısıyla SA'nın ön uygulamasının Cd'un zararlı etkisini hızlandırabildiği araştırmacılar tarafından belirtilmektedir [263].

SA, H₂O₂ gibi reaktif oksijen türleri aracılığıyla patojen ilişkili genleri indüklemeye sistemik kazanılmış direnci oluşturur. SA'in domates bitkilerinde katalaz ve askorbat peroksidaz aktivitelerini inhibe ederek H₂O₂ içeriğini artırdığı belirtilmektedir [264].

Eraslan vd. (2007) tarafından yapılan bir çalışmada tuzluluk ve bor stresi altında yetişen havuçta (*Daucus carota* L. cv. Nantes) eksojen SA (0,5 mM)'nın gelişim, fizyoloji ve antioksidan aktivite üzerine etkisi araştırılmıştır. Eksojen 0,5 mM SA uygulamasının antioksidan enzimlerin aktivitesini düzenlediği ve abiyotik strese karşı bitkilerin toleransını artırdığı saptanmıştır [265].

SA ile ön muamelenin soğuklamaya karşı mısır bitkilerinde antioksidan enzimlerde artış gösterdiği belirtilmektedir [266]. Ervin vd. (2005) UV-B stresine maruz bırakılmadan 48 saat önce yapraklara uygulanan SA'nın (0,5 kg ha⁻¹) antioksidan aktiviteyi arttırdığı belirtilmektedir. SA'nın fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) ve domatesin (*Lycopersicon esculentum* L.) yapraklarına uygulanmasının soğuk ve kuraklık streslerine karşı toleransı artırdığı saptanmıştır [267].

Singh ve Usha (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, buğday fidelerine 1, 2, 3 mM SA ve su stresi uygulaması sonrasında SA uygulanmış bitkilerin genellikle uygulanmamış fidelerle karşılaştırıldığında daha yüksek nem içeriğine, kuru ağırlığa ve yüksek total klorofil içeriğine sahip olduğu bulunmuştur. Klorofil seviyeleri 1, 2 ve 3 mM SA uygulaması sonrasında sırasıyla % 38, % 49,4 ve % 97,9 olarak kontrolden daha yüksek saptanmıştır [268].

Senaratna vd. (2000) tarafından yapılan çalışmada, eksojen SA uygulamasının patojenle ilişkili genlerin ifadesini ve sistemik kazanılmış direnci artırdığı saptanmıştır. Fasulye ve domates bitkilerine 0,05 mM, 0,1 mM, 0,5 mM, 1,0 mM ve 5,0 mM ASA uygulamasından sonra 48. saatteki veriler değerlendirildiğinde 0,5 mM SA'nın ısı, soğuk ve kuraklığa karşı toleransı artırdığı saptanmıştır [269].

SA'nın bitkiler üzerindeki etkilerinin, bitki türüne, uygulanan konsantrasyona, uygulanış şekline ve süresine bağlı olarak farklı sonuçlar vermesi, onun karmaşıklığını daha da arttırmakta ve SA'nın fizyolojik etkilerinin açıklanmasını zorlaştırmaktadır. Bu durumun aydınlatılması ancak çok sayıda araştırmayla mümkün olabilir. Bitkiler çimlenmiş tohumdan fideye geçerken, çevresel faktörlere (kuraklık, tuzluluk, optimum dışındaki sıcaklık değişimleri vb.) karşı daha savunmasızdır. Çünkü tohumu çimlenme için uygun şartlar oluşuncaya kadar koruyan dormansi gibi bir mekanizma, gelişmekte olan fidede yoktur. Bu durum, büyüme ve gelişme sürecinde bitkiye direnç sağlayan yeni maddelerin ve bu maddelerin dozlarının araştırılmasını gerektirmektedir [270].

SA bitki savunma yanıtının önemli bir sinyal molekülüdür ve antioksidatif sistemin düzenlenmesinde yer alır [271–273]. Endojen SA içeriği tuzluluğu içeren çeşitli çevresel streslerle artar. SA biyosentezi benzoik asit 2-hidroksilaz (BA2H)

tarafından katalizlenir. Bu nedenle stres şartları altında BA2H'nin kontrolü ve indüksiyonu antioksidatif sistem için önemlidir. Tuzluluk tarafından SA içeriğinin artması BA2H'nin aktivasyonu ile oluşur. BA2H sitokrom P450 ailesinin bir üyesidir. Çeşitli P450 inhibitörleri kullanılarak *in vitro* ortamda BA2H'nin inhibitör etkisi araştırılmıştır. Unikanazol BA2H'nin en etkili inhibitörü olarak saptanmıştır. Çeltik fideleri tuz stresine maruz kaldığında ve *in vivo*'da unikanazol ile muamele edildiğinde SA birikimi baskılanmıştır. Araştırma sonucunda BA2H'nin inhibisyonunun tuz stresine karşı endojen yanıtı kontrol ettiği ve oksidatif stres altındaki çeltik fidelerindeki SA birikimini önlediği belirtilmektedir [274].

Horvath vd. (2002) tarafından yapılan bir çalışmada fasulye ve domates tohumlarına 24 saat 0,1–0,5 mM SA ya da aspirin uygulamasının ısı, soğuklama ve kuraklık stresine toleransı artırdığı saptanmıştır [275].

Hernandez ve Vargas (1997) tarafından yapılan bir çalışmada 0,5–20 mM ASA'nın *in vitro*'da kültüre alınan *Catharanthus roseus*'un tümör hattına eklenmesi sekonder metabolit üretiminde artışa neden olduğu belirtilmiştir. Kültür başına % 505 total alkaloid, % 612 total furanokumarin ve % 1476 total antosiyanin ve % 1587 total fenolik bulunmuştur [276].

Serbest SA aktif olarak taşınmadıkça ve metabolize olmadıkça ilk sentezlendiği noktadan uzaktaki dokulara hızlı bir şekilde taşınmaktadır. Tarımsal açıdan önemli bitki türlerinin salisilik asit düzeyleri üzerinde yapılmış çalışmalar, bitkilerde bu bileşiğin her zaman ve her yerde dağılmış olabileceğini ortaya çıkarmıştır. En yüksek SA seviyesi çeltik bitkisinin yapraklarında saptanmıştır. Ayrıca, ısı üreten bitkilerin infloresensinde ve nekroz oluşturan patojenlerle enfekte edilmiş bitkilerde de oldukça yüksek düzeylerde SA olduğu belirlenmiştir [277].

SA düzeyleri çalışıldığında çeltik yapraklarının yüksek düzeyde SA içerdiği saptanmıştır. Bu miktar 30 $\mu\text{g g}^{-1}$ taze ağırlık şeklindedir. Ayrıca SA termogenik bitkilerin infloresenslerinde ve patojenlerle enfekte olan bitkilerde de normal düzeyin çok üzerinde saptanmıştır. Çeltik, arpa, soya fasulyesi ve graminelerin taze ağırlıklarında SA seviyelerinin 1 $\mu\text{g g}^{-1}$ 'ı geçtiği tespit edilmiştir. SA'nın konsantrasyonunun dokudan dokuya ve hatta türden türe de önemli derecede farklılık gösterdiği, *Dioon hildebrandtii* benzeri termogenik bitkilerde, SA miktarının erkek kozalaklarda 100 $\mu\text{g g}^{-1}$ taze ağırlığa sahipken *Nicotiana tabacum* (tütün) yapraklarında SA'nın 0,01 $\mu\text{g g}^{-1}$ taze ağırlığından daha düşük olduğu saptanmıştır [142].

Bitki dokularındaki SA'nın analizinde ekstraksiyon oldukça düşük ve değişkendir. Bunun başlıca nedeni organik solventlerin evaporasyonu süresince SA'nın süblimleşmesi nedeniyle [278].

Bakteriler, funguslar, virüsler ve nematodlar gibi birçok organizma için besin kaynağı olan bitkiler, patojenlerden soyutlanamazlar. Fakat kaçınılmaz olan patojen saldırılarını algılamak ve karşı koymak için evrim sürecinde uygun savunma stratejileri geliştirmişlerdir. Bitkiler patojen istilasını etkili bir biçimde durdurabilmek için yapılarında var olan fiziksel ve kimyasal engeller kadar patojen atağı ile aktive olan uyarılabilir savunma tepkilerini de kullanırlar. Potansiyel patojen, bitki tarafından hızla algılanmadığı sürece savunma sistemleri harekete geçemez. Bitkiler patojenden kaynaklanan bazı molekülleri algılayarak savunma tepkilerini başlatırlar. Eksojen uygulanan SA'nın, gen ekspresyonunu ve fitoaleksinler ile aralarında PR proteinlerinin de yer aldığı bir çok proteinin sentezini uyardığı bildirilmiştir. SA birikimi, bitki dokularında patojene karşı hem lokal savunma tepkilerinin oluşturulmasında, hem de SAR oluşumunda gereklidir [279].

Türkyılmaz vd. (2005) tarafından yapılan bir araştırmada *Phaseolus vulgaris* L. (fasulye)'e 50 ve 200 ppm SA uyguladıklarında kök ve gövde yaş-kuru ağırlıklarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Sera ve tarla koşullarında yetiştirilen fasulye bitkilerinin yapraklarında değerlendirilen klorofil ve karotenoid miktarlarına ait bulgular incelendiğinde, sera bitkileri için klorofil a miktarının 50 ve 100 ppm SA uygulamalarında kontrole göre önemli biçimde ve sırasıyla %25 ile %29 değerinde arttığı belirtilmiştir. Klorofil b miktarının ise tüm SA uygulama gruplarında kontrole göre arttığı ve en yüksek artışın da % 32 ile 100 ppm SA uygulanan gruplarda olduğu saptanmıştır. Tarla bitkilerinde klorofil a, klorofil b ve karotenoid miktarları bakımından 50 ppm SA'nın etkili bir konsantrasyon olarak bulunmuş ve pigment miktarlarında neden olduğu artış % 10 dolayında gerçekleştiği ifade edilmiştir. Karotenoid miktarlarındaki artış, bu pigmentlerin bitkide fotosentezin yanı sıra antioksidan metabolizma ile ilişkili ve SA'nın strese tolerans mekanizmasında etkin bir sinyal molekül olmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir [280].

0,5 mM SA'nın *Zea mays*'ın su kültürü ortamına normal büyüme şartları altında eklenmesi durumunda düşük sıcaklık stresine karşı koruma sağladığı belirtilmiştir [281].

Biber ve şeftali fidelerine dıştan uygulanan SA'nın yaprak dökümünü önemli ölçüde azalttığı rapor edilmiştir. Dıştan SA ve etilen gazı uygulanan biber ve şeftali fidelerindeki selüloz enzimi miktarı ve aktivitesinin, SA uygulanmayan fidelere kıyasla çok az arttığı araştırmacılar tarafından belirtilmektedir [282].

Güneş vd. (2007) eksojen SA (0,1 mM, 0,5 mM ve 1 mM) uygulamasının tuzlu (40 mM) ve tuzsuz şartların her ikisinde de bitki gelişimini artırdığı saptanmıştır. Bu SA'nın Cl^- ve Na^+ üzerine inhibe edici etkisinden ve N, Mg, Fe ve Mn ve Cu'nun alınımını artırmasından ya da lipid peroksidasyonu üzerine olan etkisi nedeniyle olabileceği belirtilmektedir [283].

Eraslan vd. (2007) tuz ve bor toksisitesine maruz kalan havuç bitkilerinde eksojen uygulanan SA'nın büyüme ve antioksidan aktivite üzerine etkilerini araştırmıştır. Çalışmada SA uygulamasının karotenoidler, antosiyan içeriği ve total antioksidan aktivitesi üzerine pozitif yönde etkili olarak direnci artırdığı ifade edilmiştir [265].

Triazin grubu herbisitler yaygın olarak kullanılmaktadır. Atrazin dünya genelinde kullanılan en önemli pestisitlerden biridir. Tarım alanına uygulanan triazinler yer altı ve yüzey sularına ya da atmosfere taşınırlar. Bu nedenle bitkilerdeki ve yer altı sularındaki triazin kalıntıları analitik metodlarla belirlenmektedir [284]. Literatürler atrazin ve asetoklor ile ilgili kalıntı analizlerinin büyük çoğunluğunun yüzey suları, yer altı suları ve toprak ile ilgili olduğunu göstermektedir [285–287].

Çeşitli bitkilerde yapılan analitik metodlar sonrasında rapor edilen herbisit kalıntısı ile ilgili sınır değerleri söğüt sürgünleri için glifosat 0,10 ppm, heksazinon 0,01 ppm ve triklopir 0,03 ppm iken, mürver ağacı meyvesi için glifosat 0,10 ppm, heksazinon 0,05 ppm ve triklopir için 0,01 ppm olarak belirlenmiştir [288]

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu araştırmada örnekler Hoagland kültür çözeltilisi kullanılarak perlit içeren saksılarda yetiştirildi (Çizelge 3.1). Çalışma iklim odasında yürütüldü. Odanın sıcaklığı 23 ± 2 °C'e ayarlandı. Ortam neminin yaklaşık olarak %60 olması sağlandı. Örnekler 3 tekrarlı olarak çalışıldı (Şekil 3.1). Hoagland kültür çözeltilisi Hoagland ve Arnon (1938)'a göre hazırlandı [289]. Uygun büyüklüğe gelen bitkilere (18-20 günlük) Çizelge 3.2'de belirtilen dozlarda püskürtme yoluyla çimlenme sonrası (postemergens) herbisit uygulandı. Uygulama yapılan gruplardan 1., 5., 10. ve 15. günlerde örnekler alınarak analizler yapıldı. Bunun yanı sıra araştırmamızda çimlenme öncesi uygulamalarla (preemergens) ilgili çalışmalar da yürütüldü.

Bu araştırmada yabancı otlarla mücadelede kullanılan atrazin Sygenta firmasından ve asetoklor ise Safa Tarım'dan, *Zea mays* L. (mısır) (Martha F1 kültür formu) ve *Pisum sativum* L. (bezelye) (Utrillo kültür formu) tohumları ise May Tohumculuk'tan sağlanmıştır. Bitkilerde hem çimlenme öncesi hem de çimlenme sonrası uygulamalarla kullanılan herbisitlerin savunma sisteminde önemli olduğu bilinen detoksifikasyon sistem ve pigment sistemi üzerindeki etkileri saptanmaya çalışılmıştır.

Herbisitlerin olası etkilerini çalışmak amacıyla;

- Her bitki için ayrı ayrı toksisite denemeleri,
- Çimlenme öncesi (preemergens) ve çimlenme sonrası (postemergens) uygulamalar,
- Fotosentezde önemli rolü olan pigmentasyon içeriği,
- Karbohidrat içeriği,
- Peroksidaz aktivitesi,
- Membranda olası hasarın saptanması için lipid peroksidasyonunun göstergesi olan MDA düzeyi,
- Askorbat peroksidaz aktivitesi,
- Yaprak, gövde ve kökte yaş-kuru ağırlık
- Oransalsu içeriği,
- Endojen salisilik asit oranı ve
- Kalıntı analizi ile ilgili araştırmalar yapıldı.

Çizelge 3.1. Hoagland kültür çözeltilisinin bileşimi

Makro elementler	g/L
Ca(NO ₃).4H ₂ O	0,821
KNO ₃	0,506
KH ₂ PO ₄	0,136
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,120
Mikro elementler	mg/L
C ₆ H ₅ FeO ₇ .5.H ₂ O	50,00
MnCl ₂ .2.H ₂ O	1,47
H ₃ BO ₃	2,90
ZnCl ₂	0,12
CuCl	0,03

3.1. Perlitin Özellikleri

- Perlit %90'ın üzerindeki toplam gözenekliliği ve %60 dolayındaki havalanma gözenekliliği ile toprağın havalanmasını sağlar, drenajı düzenler.
- Perlit, infiltrasyonu artırır, buharlaşmayı azaltır.
- İnorganik olmasından dolayı yabancı ot tohumu ve hastalık taşımaz.
- Çözünebilir iyonların yok denecek kadar az olması nedeniyle tuzluluk ve alkalilik yönünden herhangi bir sorun yaratmaz.
- Nötr (pH 6,5-7,5) oluşu ve düşük kimyasal tamponluğu ile ortam pH'sını kolayca düzenler.
- Isı iletkenliği düşük olduğundan, bitkinin günlük sıcaklık değişimlerinden zarar görmesini en aza indirger.
- Sterilizasyondan sonra yapısının bozulmaması, üst üste 6 yıl kullanım şansı getirir.

Perlit bu özellikleri ile seralarda toprak düzenleyicisi olarak, fide harçlarında katkı maddesi olarak ve topraksız tarımda yetiştirme ortamı olarak başarı ile kullanılmaktadır [290].

Toksisite denemeleri sonucunda bitkilere çimlenme sonrası (postemergens) uygulanacak doz aralıkları belirlenmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Toksisite denemeleri sonucunda bitkilere çimlenme sonrası (postemergens) uygulanacak doz aralıkları

	Asetoklor içerikli herbisit (mM)	Atrazin içerikli herbisit (mM)
<i>Z. mays</i> (mısır)	(0)Kontrol	(0)Kontrol
	0,76	21
	1	27
	1,3	35
	1,7	46
	2,2	59
	2,8	77
	3,7	101
	4,8	131
	6,2	171
	8,1	222
	Asetoklor içerikli herbisit(mM)	Atrazin içerikli herbisit(mM)
<i>(P. sativum)</i> (bezelye)	(0)Kontrol	(0)Kontrol
	42	42
	54	54
	71	71
	92	92
	120	120
	150	150
	200	200
	260	260
	344	344
	448	448



Şekil 3.1. İklim odasındaki örneklerin genel görünümü

3.2. Fotosentetik Pigment Analizi

Pigmetlerin ekstraksiyonu işlemlerinde De Kok ve Graham (1980) yöntemi kullanıldı [291]. Ekstraksiyon işlemleri için blendırda öğütülen taze yaprak örneklerinden her bir örnek için 3 tekrarlı olmak üzere 1'er gram alınıp cam havanda 50 mL aseton (% 100'lük–Merck) içerisine konularak homojenize edildi. Daha sonra ışık görmeyecek şekilde alüminyum folyo ile kapatılmış erlenlere konularak erlenlerin ağzı parafilmle kapatıldı. Çalkalamalı etüvde 30 dk homojenize edildi. Daha sonra bu örnekler 4 °C'ye ayarlı buzdolabında 24 saat süreyle bekletildi. Buzdolabından çıkartılan örnekler süzülerek 1/5 oranında su ilave edildi. Bu örnekler çalkalamalı etüvde 15 dk tekrar homojenize edildikten sonra tekrar buzdolabında 24 saat bekletildi. Örnekler 24 saat sonra 3000 devir/dk'da 10 dk santrifüj edildi. Santrifüj edilen örneklerin absorbans değerleri Lichtenthaler ve Welburn (1983)'a göre 662, 645, 470 nm'de okunarak klorofil a, klorofil b, karotenoid ve toplam klorofil miktarları hesaplandı [292].

$$Kl\ a=11,75.A_{662}-2,35.A_{645}$$

$$Kl\ b=18,61.A_{645}-3,96.A_{662}$$

$$Karotenoid=\frac{1000.A_{470}-2,27.Kl\ a-81,4.Kl\ b}{227}$$

$$Toplam\ klorofil = Kl\ a + Kl\ b$$

3.3. Toplam Şeker Miktarının Ölçümü

Toplam şeker miktarı Rosenberg (1980)'in önerdiği yöntemine göre ölçüldü [293]. Yaprak örnekleri küçük parçalara ayrılıp, 1 gün süreyle 50 °C'de bekletildi. Daha sonra blendırda öğütülerek tekrar 1 gece 50 °C'de bekletildi. Örnekler 24 saat sonra desikatöre alınarak 1 saat bekletilerek örneklerden 0,2 gr tartılıp üzerine, 5 mL % 72'lik H₂SO₄ ilave edildi ve 15 dakikada bir karıştırılarak 3 saat hidroliz edildi. Daha sonra 45 mL distile su ilave edilerek 1 gece buzdolabında bekletildi. Örnekler 24 saat sonra filtre kağıtlarından süzüldü. Süzüntü 1/100 oranında seyreltildikten sonra 500 µL'sine günlük olarak hazırlanmış antron reaktifinden 2 mL eklenerek vortekste hızla karıştırıldı. Bu karışım tüplere konularak ağızları alüminyum folyo ile kapatıldı. Tüpler kaynar su banyosunda 10 dk tutuldu ve daha sonra 620 nm dalga boyunda

spektrofotometrede (Shimadzu UV-1201V), distile su ile aynı işlemler yapılarak kontrole karşı okundu. Glukoz değerleri bilgisayarda Slide programında girilen standart değerlere karşılık hesaplandı .

3.4. Lipid peroksidasyonu (MDA) Analizi

- Yöntem Heath ve Packer (1968)'a göre yapıldı [294].
- 0,5 gr taze yaprak dokusu 5 mL % 0,1'lik TCA içinde homojenize edildi.
- Homojenat 10,000 g'de 10 dakika santrifüj edildi. Bu solüsyonun 2 mL'si 2 mL %0,5'lik TBA (%20'lik TCA içinde hazırlanan) ile 30 dakika 95 °C'de su banyosunda bekletildi.
- Süre bitiminde örnekler buza alındı. Daha sonra 10,000 g'de 15 dakika santrifüj edildi.
- Süpernatanın absorbanansı 532 nm ve 600 nm'de ölçülerek, 600 nm'de yapılan ölçümler 532 nm'de yapılan ölçümlerden çıkarılarak doğrulandı.
- MDA miktarı $155 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ekstinksiyon katsayısıyla hesaplandı.

3.5. Peroksidaz Aktivitesi Tayini

- Peroksidaz aktivitesi tayininde Peters vd. (1988) [295] ile Adam vd (1992). [296]'nin kullandıkları yöntemler modifiye edilerek uygulandı.
- 0,5 gr taze yaprak dokusu; 0,5 gr Polivinilpirolidon (PVP), 3 mL 66 mM potasyum tamponu ve 3 mL 100 mM KCl içinde homojenize edildi.
- Homojenat 10,000 g'de 10 dakika 4 °C'de santrifüj edildi.
- 3 mL 0,1 M'lık potasyum fosfat tamponu (pH 6.0), 0,04 mL 0,03 M H_2O_2 ve 0,05 mL 0,2 M guaikol vortekslenerek bir solüsyon hazırlandı.
- Hazırlanan solüsyonun 0,9 mL'sine 0,1 mL ekstrakt ilave edilerek 436 nm'de 1 dakikada enzim aktivitesindeki değişim spektrofotometrede (Shimadzu UV-1201V) ölçüldü.

3.6. Askorbat Peroksidaz Tayini

- Askorbat peroksidaz tayini Nakano ve Asada (1981) [297] ve Cakmak (1994) [298]'a göre yapıldı.
- 0,5 gr taze yaprak dokusu 10 mL 50 mM potasyum fosfat tamponunda (pH 7,6) homojenize edildi.
- Homojenat 15,000 g'de 20 dakika santrifüj edildi.

- Reaksiyon karışımı 550 µL fosfat tamponu (pH 7,6), 100 µL 10 mM EDTA ve 12 mM H₂O₂ karışımı, 250 µL ekstrakt ve 100 µL 0,25 mM askorbik asit olarak hazırlandı.
- Enzim aktivitesi 290 nm dalga boyuna ayarlanmış spektrofotometrede (Shimadzu–UV–1601, UV/Visible) 1 dakikada elde edilen absorbans değişimi olarak belirlendi.
- Askorbat peroksidaz aktivitesi 2,8 mM⁻¹ cm⁻¹ ekstinksiyon katsayısıyla hesaplandı.

3.7. Toplam Çözünabilir Protein Tayini

Toplam çözünabilir protein miktarı Bradford (1976) yöntemiyle, mikropilaka okuyucu sistemi (Molecular Devices Corp., Versamax) kullanılarak saptandı. Mikropilakanın her kuyucuğuna yapraktan hazırlanan homojenattan 5 µL ve 250 µL Bradford ayırıcı eklendi ve 15 dakika oda sıcaklığında (25 °C) karanlıkta bekletildi. Daha sonra renk değişimine bağlı olarak oluşan absorbans değişimi 595 nm dalga boyunda ölçüldü. Elde edilen OD değerleri, sığır serum albumini (BSA) kullanılarak çizilmiş standart grafik değerleri ile karşılaştırılarak örneklerdeki toplam protein miktarları paket program (Slide) kullanılarak hesaplandı. Ölçümler üç tekrarlı olarak yapıldı [299].

3.8. Salisilik Asit Tayini İçin Yapılan Ön Uygulamalar

Çalışmayı takiben çimlenme sonrası (postemergens) belirlenen dozlar çimlenme öncesi (preemergens) olarak da uygulandı. Bu uygulama için tohumların perlite ekilmesinde sonra 2 gün arayla 100 mL herbisit verilerek bitki gelişimi takip edildi.

Asetoklor ve atrazin uygulaması yapılan *Z. mays* (mısır) ve *P. sativum* (bezelye) bitkilerinde kontrol ve uygulama yapılan ilk 4 konsantrasyon dışında bitki gelişimi çok az ya da hiç gözlenmemiştir. Çalışmanın devamında SA uygulaması için seçilen atrazin ve asetoklor herbisitlerinin çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası doz aralıkları Çizelge 3.3’de belirtildiği gibidir.

Z. mays ve *P. sativum* bitkilerine Çizelge 3.3’de belirtilen dozlarda çimlenme öncesi herbisit+0,5 mM SA uygulanarak 24. ve 48. saatlerde yapraklarda içsel SA miktarındaki değişimler saptandı.

Çimlenme sonrası grupta ise herbisit uygulandıktan 24 saat sonra bitkilere 0,5 mM salisilik asit uygulandı. Bu gruplarda 24. ve 48. saatlerde yapraklarda içsel salisilik asit miktarındaki değişimler saptandı.

SA kullanılmadan çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası herbisit uygulanan gruplarda 24. saat örneklerinde yapraklarda içsel salisilik asit değişimleri değerlendirildi. Buradaki değişimler belirgin ölçüde SA uygulaması ile birlikte herbisit uygulanan gruplardaki değişimlerden daha az bir artış gösterdiği için 48. saat değerlendirmeye alınmamıştır.

Çizelge 3.3. SA uygulaması için seçilen atrazin ve asetoklor herbisitinin çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası doz aralıkları

	Asetoklor içerikli herbisit	Atrazin içerikli herbisit
Z. mays (mısır)	(0)Kontrol	(0)Kontrol
	0,76 mM	21 mM
	1 mM	27 mM
	13 mM	35 mM
	17 mM	46 mM
	Asetoklor içerikli herbisit	Atrazin içerikli herbisit
(P. sativum) (bezelye)	(0)Kontrol	(0)Kontrol
	42 mM	42 mM
	55 mM	55 mM
	71 mM	71 mM
	92 mM	92 mM

3.9. İçsel Salisilik Asit Tayini

- İçsel salisilik asit yayınında Raskin vd. (1989)'nin çalışması modifiye edilerek araştırmamızda uygulanmıştır [300].
- 0,5 gr taze yaprak dokusu 3 mL %90'lık metanol ile homojenize edildi.
- 12,000 g'de 15 dak. santrifüj edilerek süpernatant ayrıldı.
- Pellet 2 mL % 100'lük metanol ile tekrar homojenize edildi.
- 12,000 g'de 15 dak. santrifüj edilerek süpernatant tekrar ayrıldı.
- Her iki uygulamadaki süpernatantlar bir araya getirilerek rotary evaporator (IKA RV 05)'de kurutuldu.
- Kalıntı 2,5 mL %5'lik TCA ile alınarak, 12,000 g'de 10 dk santrifüj yapıldı.
- Süpernatant 5 mL etilasetat, siklopentan, isopropanol (100:99:1) ile muamele edildi.

- Rotary evaparatörde tekrar kurutma işleminden sonra kalıntı % 20' lik metanol ile alındı ve örnekler İnönü Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında HPLC cihazında okutuldu.

3.10. Kalıntı Analizi Tayini

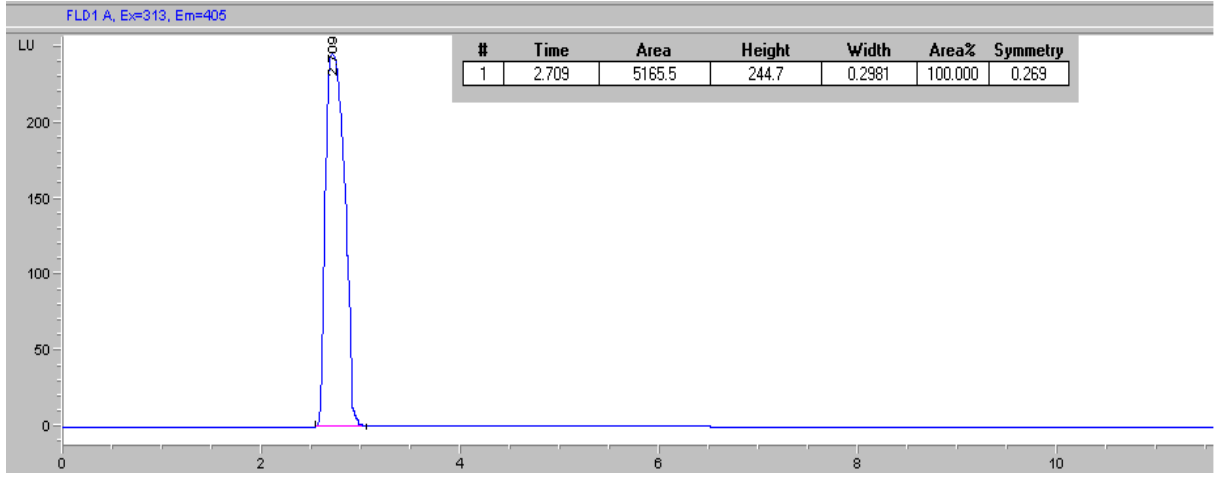
Herbisit uygulanan bitkilerde içsel kalıntı analizi aşağıda belirtilen yöntemle uygun olarak 1. ve 15. günlerde alınan örneklerde çalışıldı.

- Kalıntı analizi tayini Su vd. (2005)'nin yöntemi modifiye edilerek kullanılmıştır [301].
- 5 gr taze yaprak dokusu 10 ml (1:1, v:v) metanol ve su karışımıyla homojenize edildi. Sıvı faz filtre edildi.
- Örnekler 3 kez tekrar metanol ve su karışıyla homojenize edildi.
- Sıvı kısımlar biriktirilerek 10 mL (6.5:3.5, v:v) petrol eteri ve diklorometan ile muamele edildi.
- Cam yünüyle 4 kez süzülerek rotary evaporator'de kurutuldu.
- Kalıntı 15 mL petrol eteri ile alınarak 10 mL asetonitril ile muamele edildi
- Rotary evaporatörde tekrar kurutma işleminden sonra kalıntı petrol eteri ile alındı ve örnekler İnönü Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarında HPLC cihazında okutuldu.

3.11. Salisilik Asit, Atrazin ve Asetoklor için HPLC Standart Grafikleri

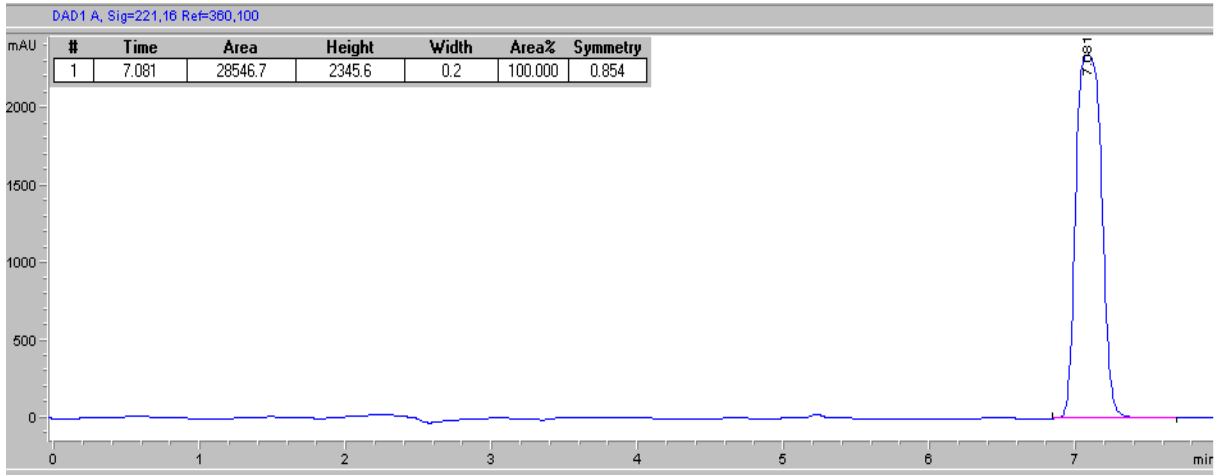
HPLC analizinde Ace 5 C18 kolonu (4,6 mm, 25 cm) kullanıldı.

- Salisilik asit için HPLC cihaz koşulları;
Enjeksiyon hacmi: 20 µL
Akış: 1 mL/dk
Çözgen sistemi: % 50 metanol+ % 50 distile su
Dedektör: FLD (Floresans dedektör)
Dalga boyu: (ekstinksiyon) 313 nm, (emissiyon) 405 nm
Alıkonma zamanı: 2,709 dk (Şekil 3.2)



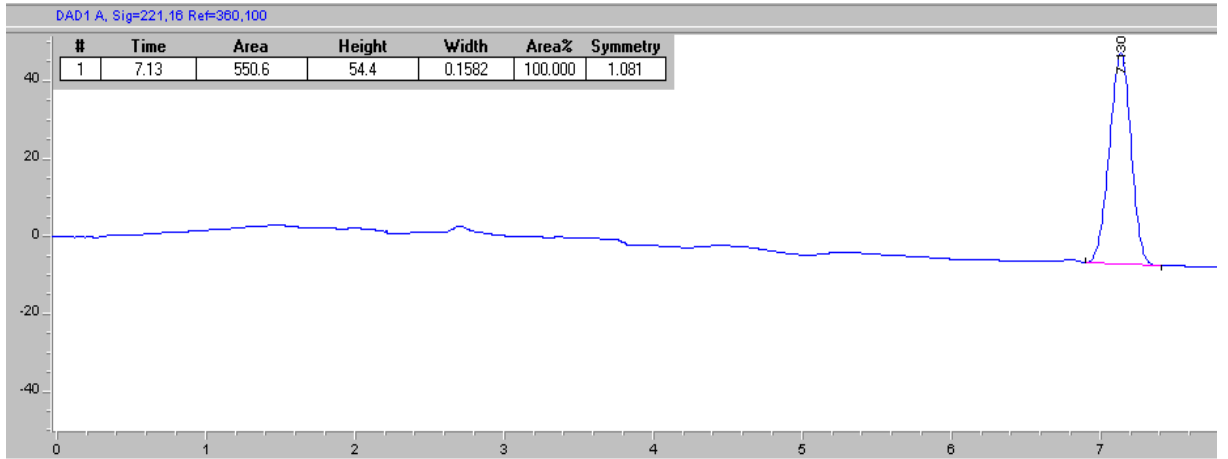
Şekil 3.2. SA'nın alıkonma zamanı

- Atrazin için HPLC cihazı koşulları;
Enjeksiyon hacmi: 20 µL
Akış: 1 mL/dk
Çözgen sistemi: % 50 metanol+ %50 asetonitril
Dedektör: DAD dedektör
Dalga boyu: 221 (-8+8)
Alıkonma zamanı: 7,081 dk (Şekil 3.3)



Şekil 3.3. Atrazin'in alıkonma zamanı

- Asetoklor için HPLC cihazı koşulları;
Enjeksiyon hacmi: 20 µL
Akış: 1 mL/dk
Çözgen sistemi: %50 metanol+ %50 asetonitril
Dedektör: DAD dedektör
Dalga boyu: 221 (-8+8)
Alıkonma zamanı: 7,13 dk (Şekil 3.4)



Şekil 3.4. Asetoklor'un alıkonma zamanı

3.12. Yaş-Kuru Ağırlık Tayini

Yaş ve kuru ağırlık tayini için 1., 5., 10. ve 15. günlerde bitki yaprak, gövde ve kök örnekleri tartıldıktan sonra etüvde 48 saat 70°C'de bekletilerek, son iki tartım eşit olduğunda etüvden çıkarılıp kuru ağırlıklar hesaplandı [302].

3.13. Oransal Su İçeriği (% OSİ) Tayini

Bitki yapraklarından alınan örneklerin (30 disk) yaş ağırlıkları (YA) saptanarak petri kaplarına yerleştirildi. Örnekler turgorlu hale gelmeleri için saf suda yüzecek şekilde 4 saat süreyle petri kaplarında bırakıldı ve 4 saat sonra turgorlu ağırlıklar (TA) tartılarak belirlendi. Daha sonra 70 °C'de 24 saat etüvde kurutulup kuru ağırlıklar (KA) belirlendi ve aşağıdaki formül yardımıyla % OSİ değerleri hesaplandı [303].

$$[(Y.A. - K.A.) / (T.A. - K.A.)] \times 100$$

(Y.A. : Yaş ağırlık, K.A. : Kuru Ağırlık, T.A. : Turgorlu Ağırlık)

3.14. İstatistiki Analizler

Elde edilen sonuçların istatistiksel değerdendirmeleri bilgisayarda SPSS 10.0 programında yapılmıştır. Bu programda varyans analizi yapılarak önem kontrolü için de Duncan testi uygulanmıştır ($p < 0,05$) [304].

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Çimlenme Sonrası Atrazin ve Asetoklor Uygulanan *Z. mays* Yapraklarında Fotosentetik Pigment Analizi

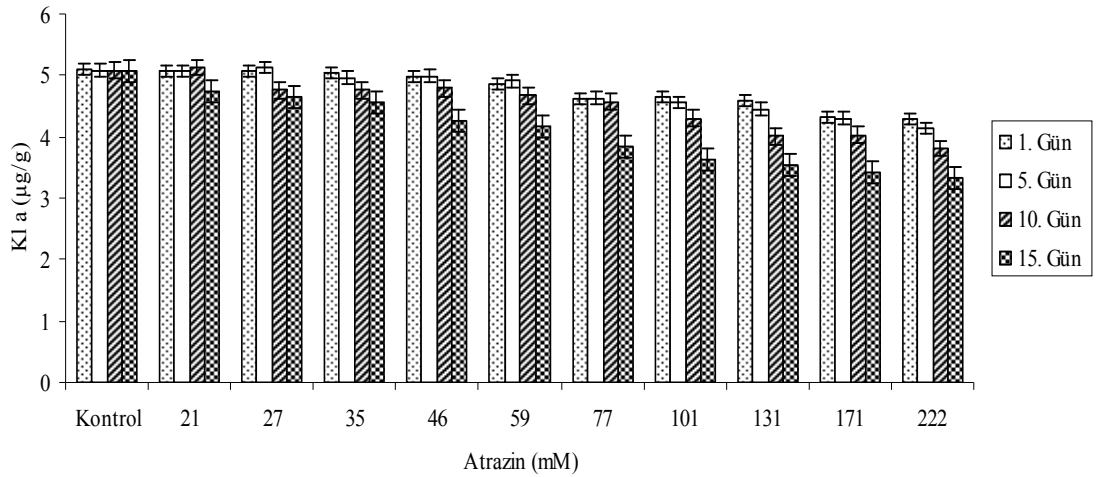
Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında 1. günde konsantrasyonlara bağlı Kl a miktarlarındaki değişimler incelendiğinde en düşük Kl a miktarı 4,28 µg/g ile 222 mM atrazin uygulanan gruplarda saptandı. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında 5. günde konsantrasyonlara bağlı Kl a miktarlarındaki değişimler değerlendirildiğinde en yüksek Kl a miktarı 5,13 µg/g ile 27 mM atrazin uygulanan gruplarda, en düşük Kl a miktarı ise 4,14 µg/g ile 222 mM atrazin uygulanan gruplarda belirlendi. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında 10. günde konsantrasyonlara bağlı Kl a miktarlarındaki değişimler incelendiğinde en düşük Kl a miktarı 3,81 µg/g ile 222 mM atrazin uygulanan gruplarda, en yüksek Kl a miktarı 5,13 µg/g olarak 21 mM atrazin uygulanan gruplarda saptandı. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında 15. günde konsantrasyonlara bağlı Kl a miktarlarındaki değişimler değerlendirildiğinde en yüksek Kl a miktarı 5,08 µg/g ile kontrol grubunda, en düşük Kl a miktarı 3,32 µg/g ile 222 mM atrazin uygulanan gruplarda belirlendi (Çizelge 4.1, Şekil 4.1).

Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı Kl a miktarlarının değişimi incelendiğinde 5. 10. ve 15. günlerde Kl a miktarlarında sürekli bir azalma olduğu saptandı (Çizelge 4.1, Şekil 4.1).

Çizelge 4.1. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı Kl a miktarlarının değişimi

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Kl a ($\mu\text{g/g}$)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 5,10 a	a 5,08 a	a 5,08 a	a 5,08 a
21	a 5,07 a	a 5,07 a	a 5,13 a	b 4,75 b
27	a 5,07 a	a 5,13 a	b 4,76 b	c 4,65 c
35	a 5,03 a	b 4,96 a	b 4,76 b	d 4,57 c
46	b 4,97 a	b 4,99 a	b 4,79 b	e 4,27 c
59	c 4,86 a	b 4,91 a	c 4,67 b	f 4,16 c
77	d 4,62 a	c 4,63 a	d 4,57 a	g 3,85 b
101	d 4,64 a	d 4,56 a	e 4,30 b	h 3,64 c
131	d 4,58 a	e 4,45 b	f 4,01 c	i 3,53 d
171	e 4,31 a	f 4,30 a	f 4,03 b	j 3,41 c
222	f 4,28 a	g 4,14 b	g 3,81 c	k 3,32 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.1. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı Kl a miktarlarının değişimi

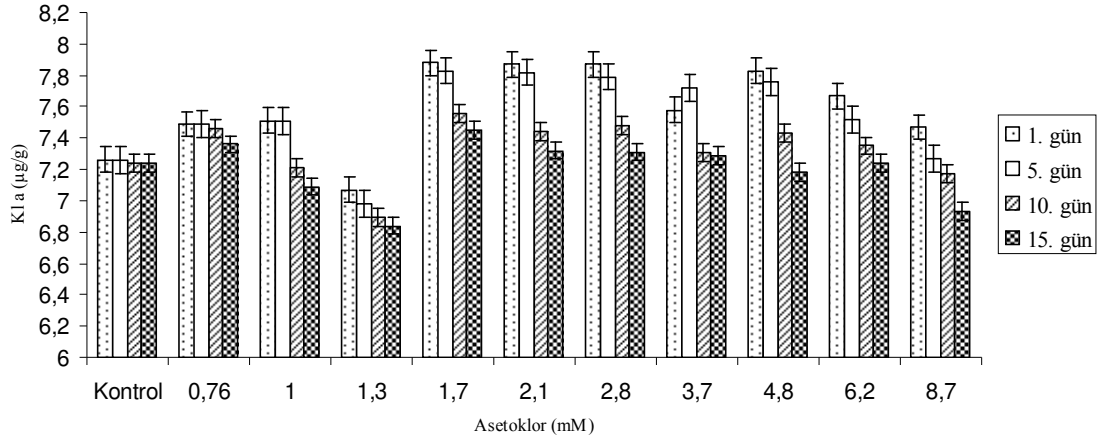
Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında 1. ve 5 günde konsantrasyonlara bağlı Kl a miktarlarının değişimi incelendiğinde Kl a miktarları 1,3 mM asetoklor uygulanan gruplar dışında kontrolden daha yüksek belirlendi. *Z. mays* bitkilerinde 10. günde konsantrasyonlara bağlı Kl a miktarları 1,3 mM ve 8,7 mM asetoklor uygulanan gruplar dışında kontrolden daha yüksek saptandı. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında 15. günde konsantrasyonlara bağlı Kl a miktarı bakımından en düşük miktar 6,93 µg/g ile 8,7 mM asetoklor uygulanan gruplarda, en yüksek miktar ise 1,7 mM asetoklor uygulanan gruplarda 7,45 µg/g olarak belirlendi (Çizelge 4.2, Şekil 4.2).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı Kl a miktarlarının değişimi incelendiğinde 5. 10. ve 15. günlerde Kl a miktarları 1. günle karşılaştırıldığında azalma gösterdi (Çizelge 4.2, Şekil 4.2).

Çizelge 4.2. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı Kl a miktarlarının değişimi

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Kl a (µg/g)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	e 7,26 a	d 7,26 a	d 7,25 a	c 7,25 a
0,76	d 7,49 a	c 7,49 a	b 7,46 a	b 7,36 b
1	d 7,51 a	c 7,51 a	d 7,21 b	e 7,09 c
1,3	f 7,07 a	e 6,98 b	f 6,89 c	g 6,84 c
1,7	a 7,88 a	a 7,83 a	a 7,56 b	a 7,45 c
2,1	a 7,87 a	a 7,82 a	b 7,44 b	b 7,32 c
2,8	a 7,87 a	a 7,79 b	b 7,48 c	b 7,31 d
3,7	c 7,58 b	b 7,72 a	c 7,31 c	b 7,29 c
4,8	a 7,83 a	b 7,76 b	b 7,43 c	d 7,18 d
6,2	b 7,67 a	c 7,52 b	c 7,35 c	c 7,24 d
8,7	d 7,47 a	d 7,27 b	e 7,17 c	f 6,93 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.2. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı Kl a miktarlarının değişimi

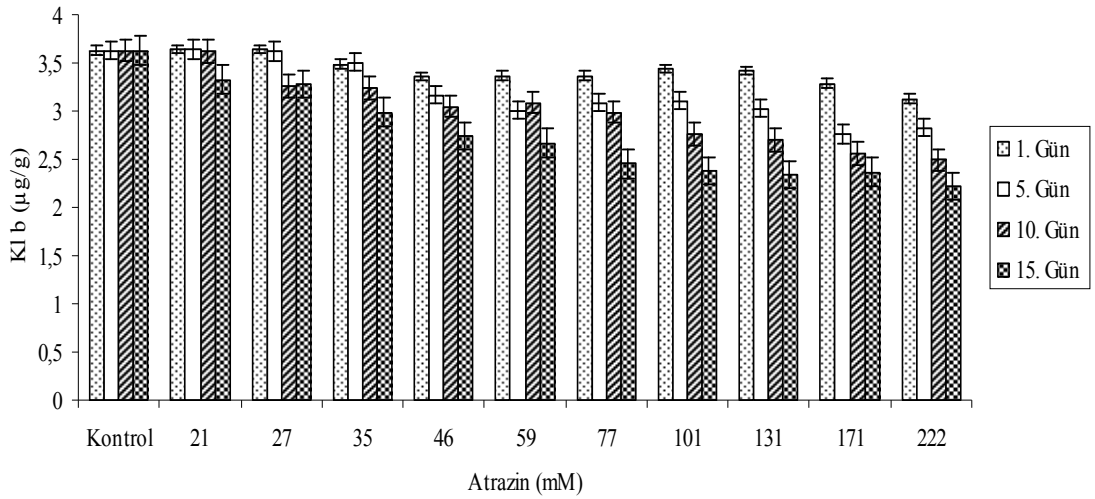
Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında 1. günde konsantrasyonlara bağlı Kl b miktarlarındaki değişimler incelendiğinde en yüksek Kl b miktarı 3,64 µg/g ile 21 mM ve 27 mM atrazin uygulanan gruplarda en düşük Kl b miktarı 3,13 µg/g ile 222 mM atrazin uygulanan gruplarda bulundu. *Z. mays*'da 5. günde Kl b verileri değerlendirildiğinde en düşük Kl b miktarı 171 mM atrazin uygulanan gruplarda 2,76 µg/g olarak belirlendi. *Z. mays*'da 10. günde Kl b verileri incelendiğinde en yüksek Kl b miktarı 3,63 µg/g ile kontrol grubunda en düşük Kl b miktarı ise 2,49 µg/g ile 222 mM atrazin uygulanan gruplarda saptandı. *Z. mays*'da 15. günde en yüksek Kl b miktarı 3,63 µg/g olarak kontrol grubunda, en düşük Kl b miktarı ise 2,22 µg/g ile 222 mM atrazin uygulanan gruplarda saptandı (Çizelge 4.3, Şekil 4.3).

Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı Kl b miktarlarının değişimi değerlendirildiğinde 5. 10. ve 15. günlerde Kl b miktarlarında sürekli bir azalma olduğu saptandı (Çizelge 4.3, Şekil 4.3).

Çizelge 4.3. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı Kl b miktarlarının değişimi

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Kl b (µg/g)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
Kontrol	a 3,63 a	a 3,63 a	a 3,63 a	a 3,63 a
21	a 3,64 a	a 3,64 a	a 3,62 a	b 3,33 b
27	a 3,64 a	a 3,62 a	b 3,26 b	b 3,28 b
35	b 3,49 a	b 3,51 a	b 3,24 b	c 2,99 c
46	c 3,36 a	c 3,17 b	c 3,05 c	d 2,74 d
59	c 3,37 a	d 3,01 b	c 3,09 b	d 2,67 c
77	c 3,37 a	c 3,09 b	d 2,99 c	e 2,45 d
101	b 3,44 a	c 3,11 b	e 2,76 c	f 2,38 d
131	b 3,42 a	d 3,03 b	e 2,70 c	f 2,34 d
171	d 3,29 a	f 2,76 b	f 2,56 c	f 2,37 d
222	e 3,13 a	e 2,83 b	g 2,49 c	g 2,22 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.3. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı Kl b miktarlarının değişimi

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında 1. günde Kl b miktarları uygulama yapılan tüm konsantrasyonlarda kontrolden daha yüksek saptandı. En yüksek Kl b miktarı 6,82 µg/g ile 6,2 mM asetoklor uygulanan grupta en düşük

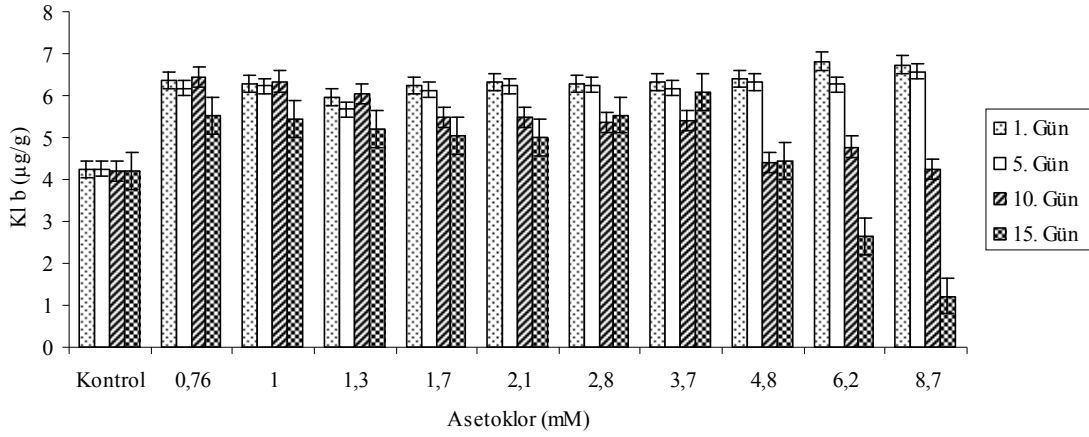
Kl b miktarı 4,25 µg/g ile kontrol gruplarında belirlendi. *Z. mays*'da 5. günde Kl b miktarları değerlendirildiğinde en düşük Kl b miktarı 4,25 µg/g olarak kontrol grubunda, en yüksek Kl b miktarı 6,57 µg/g ile 8,7 mM asetoklor uygulanan gruplarda saptandı. *Z. mays*'da 10. günde Kl b verileri değerlendirildiğinde 4,8 mM ve 8,7 mM asetoklor uygulanan gruplarda belirlenen miktarlar kontrol ve diğer asetoklor uygulanan gruplardan daha düşük bulundu. En düşük Kl b miktarı 15. günde 1,22 µg/g ile 8,7 mM atrazin uygulanan gruplarda saptandı (Çizelge 4.4, Şekil 4.4).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı Kl b miktarlarının değişimi incelendiğinde 5., 10. ve 15. günlerde Kl b miktarları 1. günle karşılaştırıldığında kontrol ve asetoklor uygulanan gruplarda azalma gösterdi. Bu azalış en fazla 15. günde saptandı. 4,8 mM, 6,2 mM ve 8,7 mM asetoklor uygulanan gruplardaki günlere bağlı olan değişim dikkat çekicidir. Örneğin 1. günde 4,8 mM asetoklor uygulanan gruplarda Kl b miktarı 6,41 µg/g, 6,2 mM asetoklor uygulanan gruplarda 6,82 µg/g ve 8,7 mM asetoklor uygulanan gruplarda 6,74 µg/g olarak bulunurken 5. günde sırasıyla Kl b miktarları 6,32 µg/g, 6,27 µg/g, 6,57 µg/g, 10. günde 4,41 µg/g, 4,78 µg/g ve 4,24 µg/g ve 15. günde 4,43 µg/g, 2,65 µg/g ve 1,22 µg/g olarak belirlendi (Çizelge 4.4, Şekil 4.4).

Çizelge 4.4. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı Kl b miktarlarının değişimi

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Kl b (µg/g)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	f 4,25 a	g 4,25 a	h 4,25 a	g 4,25 a
0,76	c 6,37 b	d 6,17 c	a 6,44 a	b 5,51 d
1	d 6,27 b	c 6,23 b	b 6,34 a	c 5,43 c
1,3	e 5,97 b	f 5,67 c	c 6,05 a	d 5,20 d
1,7	d 6,24 a	e 6,13 b	d 5,47 c	e 5,03 d
2,1	d 6,32 a	c 6,23 b	d 5,49 c	e 4,99 d
2,8	d 6,28 a	c 6,25 a	e 5,35 c	b 5,54 b
3,7	d 6,31 a	d 6,18 b	e 5,40 d	a 6,08 c
4,8	c 6,41 a	b 6,32 b	g 4,41 c	f 4,43 c
6,2	a 6,82 a	c 6,27 b	f 4,78 c	h 2,65 d
8,7	b 6,74 a	a 6,57 b	h 4,24 c	i 1,22 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.4. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı Kl b miktarlarının değişimi

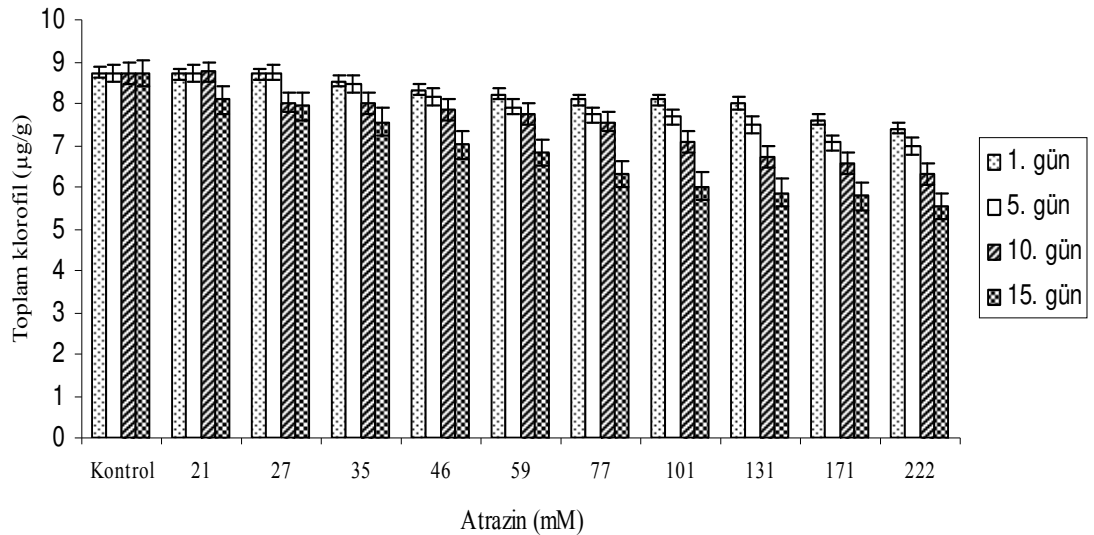
Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında 1. günde konsantrasyonlara bağlı toplam klorofil verileri değerlendirildiğinde en düşük toplam klorofil miktarı ise 7,41 µg/g ile 222 mM atrazin uygulanan gruplarda, en yüksek toplam klorofil miktarı 8,73 µg/g ile kontrol grubunda bulundu. 5. günde toplam klorofil verileri değerlendirildiğinde en yüksek toplam klorofil miktarı 8,74 µg/g ile 27 mM atrazin uygulanan gruplarda, en düşük toplam klorofil miktarı ise 6,97 µg/g ile 222 mM atrazin uygulanan gruplarda saptandı. En yüksek toplam klorofil miktarı 10. günde 8,75 µg/g olarak 21 mM atrazin uygulanan gruplarda, en düşük toplam klorofil miktarı ise 6,30 µg/g ile 222 mM atrazin uygulanan gruplarda saptandı. En yüksek toplam klorofil miktarı 15. günde 8,71 µg/g ile kontrol grubunda en düşük toplam klorofil miktarı ise 5,54 µg/g ile 222 mM atrazin uygulanan gruplarda belirlendi (Çizelge 4.5, Şekil 4.5).

Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı toplam klorofil miktarlarının değişimi incelendiğinde 5., 10. ve 15. günlerde toplam klorofil miktarlarında sürekli bir azalış olduğu saptandı (Çizelge 4.5, Şekil 4.5).

Çizelge 4.5. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı toplam klorofil miktarlarının değişimi

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Toplam klorofil (µg/g)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 8,73 a	a 8,71 a	a 8,71 a	a 8,71a
21	a 8,71 a	a 8,71 a	a 8,75 a	b 8,08 b
27	a 8,71 a	a 8,74 a	b 8,02 b	c 7,93 c
35	b 8,52 a	b 8,47 a	b 8,01 b	d 7,56 c
46	c 8,33 a	c 8,16 b	c 7,84 c	e 7,01 d
59	d 8,23 a	d 7,92 b	d 7,76 c	f 6,83 d
77	e 8,09 a	e 7,72 b	e 7,56 c	g 6,30 d
101	e 8,08 a	e 7,67 b	f 7,06 c	h 6,02 d
131	e 8,00 a	f 7,48 b	g 6,71 c	i 5,87 d
171	f 7,60 a	g 7,06 b	h 6,58 c	j 5,78 d
222	g 7,41 a	h 6,97 b	i 6,30 c	k 5,54 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.5. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı toplam klorofil miktarlarının değişimi

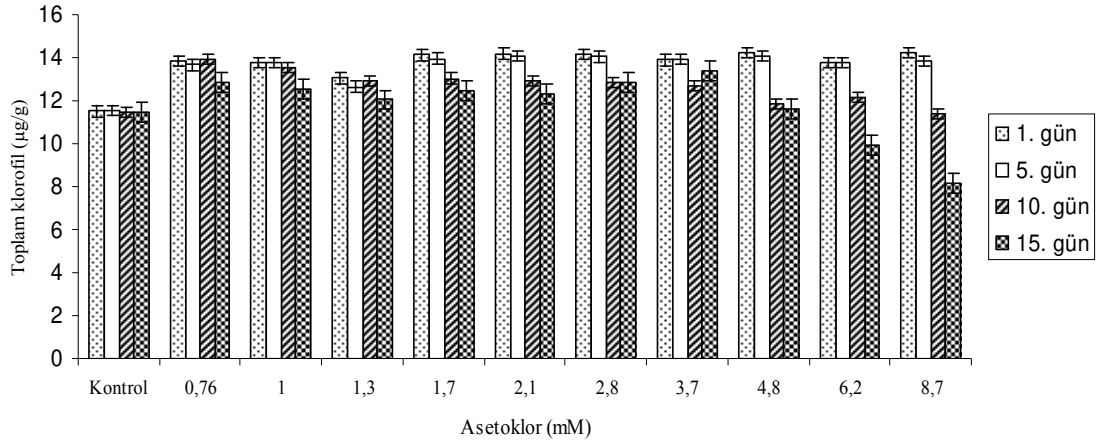
Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında toplam klorofil miktarları değerlendirildiğinde en yüksek toplam klorofil miktarı 14,24 µg/g ile 4,8 mM asetoklor uygulanan gruplarda en düşük toplam klorofil miktarı ise 11,51 µg/g ile kontrol gruplarında belirlendi. En yüksek toplam klorofil miktarı 5. günde 14,08 µg/g olarak 4,8 mM asetoklor uygulanan gruplarda saptandı. *Z. mays*'da 10 günde toplam klorofil miktarları değerlendirildiğinde en yüksek toplam klorofil miktarı 13,90 µg/g ile 0,76 mM asetoklor uygulanan gruplarda en düşük toplam klorofil miktarı ise 11,41 µg/g ile 8,7 mM asetoklor uygulanan gruplarda bulundu. Toplam klorofil verileri 15. günde incelendiğinde en düşük toplam klorofil miktarı 8,15 µg/g olarak 8,7 mM asetoklor uygulanan gruplarda saptandı (Çizelge 4.6, Şekil 4.6).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı toplam klorofil miktarlarındaki değişimler incelendiğinde 1 mM, 1,7 mM, 2,1 mM, 4,8 mM, 6,2 mM ve 8,7 mM asetoklor uygulanan gruplarda gün artışına paralel olarak azalış saptandı (Çizelge 4.6, Şekil 4.6).

Çizelge 4.6. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı toplam klorofil miktarlarının değişimi

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Toplam Klorofil (µg/g)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	f 11,51 a	f 11,51 a	i 11,51 a	g 11,51 a
0,76	c 13,86 a	d 13,66 b	a 13,90 a	b 12,87 c
1	d 13,78 a	c 13,74 a	b 13,55 b	c 12,52 c
1,3	e 13,04 a	e 12,65 c	d 12,94 b	e 12,04 d
1,7	b 14,12 a	b 13,96 b	c 13,03 c	c 12,48 d
2,1	b 14,19 a	a 14,05 b	d 12,93 c	d 12,31 d
2,8	b 14,15 a	a 14,04 b	e 12,83 c	b 12,85 c
3,7	c 13,89 a	b 13,90 a	f 12,71 c	a 13,37 b
4,8	a 14,24 a	a 14,08 b	h 11,84 c	f 11,61 d
6,2	d 13,79 a	c 13,78 a	g 12,13 b	h 9,89 c
8,7	a 14,21 a	c 13,84 b	j 11,41 c	i 8,15 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.6. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı toplam klorofil miktarlarının değişimi

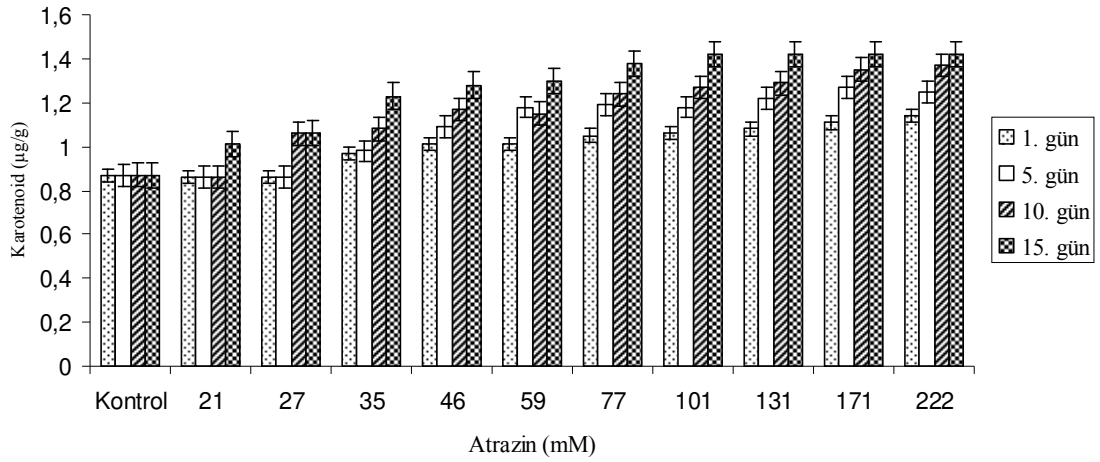
Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında karotenoid miktarlarındaki değişimler incelendiğinde en düşük karotenoid miktarı 1. günde 0,86 µg/g olarak 21 mM ve 27 mM atrazin uygulanan gruplarda saptandı. 5 günde karotenoid verileri incelendiğinde en yüksek miktar 1,27 µg/g ile 171 mM atrazin uygulanan gruplarda, en düşük miktar ise 0,86 µg/g ile 21 mM ve 27 mM atrazin uygulanan gruplarda belirlendi. 10. günde en düşük karotenoid miktarı 21 mM atrazin uygulanan gruplarda 0,86 µg/g, en yüksek karotenod miktarı ise 1,37 µg/g ile 222 mM atrazin uygulanan gruplarda bulundu. Karotenoid verileri 15. günde incelendiğinde atrazin uygulanan tüm gruplardaki karotenoid miktarlarının kontrolden (0,87 µg/g) daha yüksek olduğu belirlendi (Çizelge 4.7, Şekil 4.7).

Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı karotenoid miktarlarının değişimi incelendiğinde 5. 10. ve 15. günlerde karotenoid miktarlarında sürekli bir artış olduğu saptandı (Çizelge 4.7, Şekil 4.7).

Çizelge 4.7. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı karotenoid miktarlarının değişimi

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Karotenoid (µg/g)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
Kontrol	c 0,87 a	e 0,87 a	e 0,87 a	d 0,87 a
21	c 0,86 b	e 0,86 b	e 0,86 b	c 1,01 a
27	c 0,86 b	e 0,86 b	d 1,06 a	c 1,06 a
35	b 0,97 c	d 0,98 c	d 1,08 b	b 1,23 a
46	b 1,01 c	c 1,09 c	c 1,17 b	b 1,28 a
59	b 1,01 c	b 1,18 b	c 1,15 b	b 1,30 a
77	a 1,05 c	b 1,19 b	b 1,24 b	a 1,38 a
101	a 1,06 d	b 1,18 c	b 1,27 b	a 1,42 a
131	a 1,08 c	a 1,22 b	b 1,29 b	a 1,42 a
171	a 1,11 c	a 1,27 b	a 1,35 a	a 1,42 a
222	a 1,14 c	a 1,25 b	a 1,37 a	a 1,42 a

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.7. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı karotenoid miktarlarının değişimi

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında karotenoid miktarları değerlendirildiğinde 1. günde uygulama yapılan tüm konsantrasyonlarda belirlenen karotenoid miktarları kontrolden (1,30 µg/g) daha düşük saptandı. Karotenoid miktarları 5. günde incelendiğinde en yüksek karotenoid miktarı 1,30 µg/g ile kontrol grubunda en düşük karotenoid miktarı ise 0,75 µg/g ile 1,7 mM asetoklor uygulanan gruplarda saptandı. Karotenoid değişimleri 10. günde değerlendirildiğinde 4,8 mM,

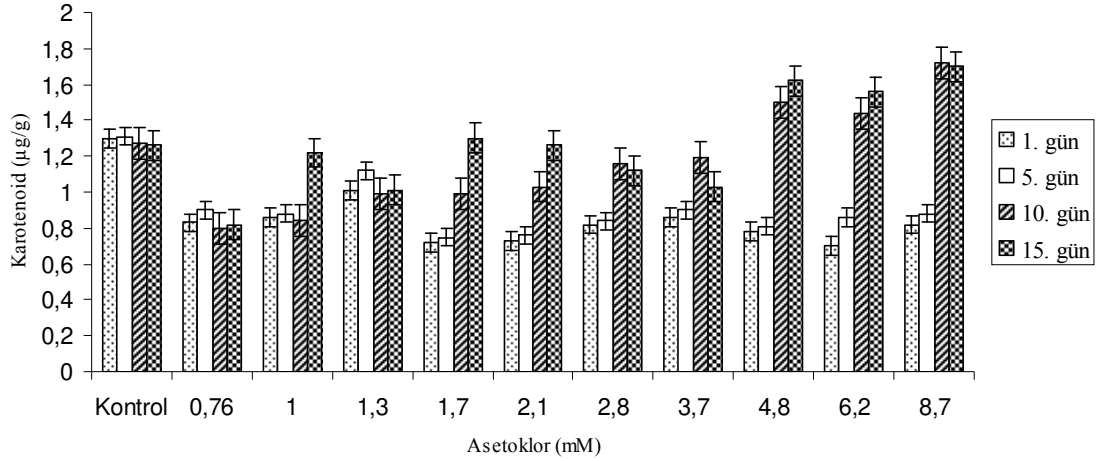
6,2 mM ve 8,7 mM asetoklor uygulanan gruptaki karotenoid miktarları kontrolden daha yüksek saptandı. Karotenoid miktarları 15. günde incelendiğinde en yüksek karotenoid miktarı 8,7 mM asetoklor uygulanan grupta 1,70 µg/g olarak belirlendi (Çizelge 4.8, Şekil 4.8).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı karotenoid miktarlarının değişimi incelendiğinde 1,7 mM, 2,1 mM, 4,8 mM ve 6,2 mM asetoklor uygulanan grupta karotenoid miktarları 1. günden itibaren artış gösterdi. 2,8 mM, 3,7 mM ve 8,7 mM asetoklor uygulanan grupta 5. ve 10. günde artış 15. günde azalış saptandı (Çizelge 4.8, Şekil 4.8).

Çizelge 4.8. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı karotenoid miktarlarının değişimi

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Karotenoid (µg/g)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 1,30 a	a 1,31 a	c 1,29 a	c 1,28 a
0,76	c 0,83 b	c 0,90 a	f 0,80 b	g 0,82 b
1	c 0,86 b	c 0,88 b	f 0,84 b	d 1,22 a
1,3	b 1,01 b	b 1,12 a	e 0,99 b	f 1,01 b
1,7	d 0,72 c	d 0,75 c	e 0,99 b	c 1,30 a
2,1	d 0,73 c	d 0,76 c	e 1,03 b	c 1,26 a
2,8	c 0,82 b	c 0,84 b	d 1,16 a	e 1,12 a
3,7	c 0,86 c	c 0,90 c	d 1,19 a	f 1,03 b
4,8	d 0,78 c	c 0,81 c	b 1,50 b	b 1,62 a
6,2	d 0,70 d	c 0,86 c	b 1,44 b	b 1,56 a
8,7	c 0,82 b	c 0,88 b	a 1,72 a	a 1,70 a

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.8. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı karotenoid miktarlarının değişimi

4.2. Çimlenme Sonrası Atrazin ve Asetoklor Uygulanan *P. sativum* Yapraklarında Fotosentetik Pigment Analizi

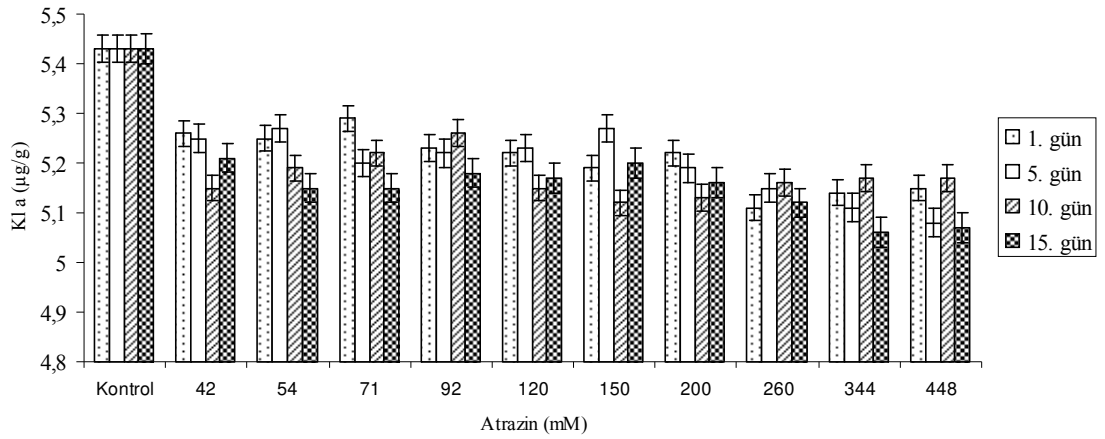
Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında 1. günde konsantrasyonlara bağlı Kl a verileri değerlendirildiğinde en yüksek Kl a miktarı 5,43 µg/g ile kontrol gruplarında en düşük Kl a miktarı ise 5,11 µg/g ile 260 mM atrazin uygulanan gruplarda saptandı. *P. sativum* yapraklarında en düşük Kl a miktarı 5. günde 5,08 µg/g olarak 448 mM atrazin uygulanan gruplarda saptandı. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında 10. günde konsantrasyonlara bağlı Kl a miktarlarının değişimleri incelendiğinde en düşük Kl a miktarı 5,12 µg/g ile 150 mM atrazin uygulanan gruplarda en yüksek Kl a miktarı ise 5,43 µg/g olarak kontrol grubunda belirlendi. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında 15. günde konsantrasyonlara bağlı Kl a verileri değerlendirildiğinde en düşük Kl a miktarı 344 mM atrazin uygulanan gruplarda 5,06 µg/g olarak bulundu. En yüksek Kl a miktarı ise 5,43 µg/g ile kontrol grubunda belirlendi (Çizelge 4.9, Şekil 4.9).

Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı Kl a miktarlarının değişimi incelendiğinde genel olarak gün artışına paralel olarak Kl a miktarlarının azaldığı bulundu (Çizelge 4.9, Şekil 4.9).

Çizelge 4.9. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı Kl a miktarlarının değişimi

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Kl a (µg/g)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 5,43 a	a 5,43 a	a 5,43 a	a 5,43 a
42	b 5,26 a	b 5,25 a	c 5,15 b	b 5,21 a
54	b 5,25 a	b 5,27 a	c 5,19 b	c 5,15 b
71	b 5,29 a	b 5,20 b	b 5,22 b	c 5,15 c
92	b 5,23 a	b 5,22 a	b 5,26 a	c 5,18 b
120	b 5,22 a	b 5,23 a	c 5,15 b	c 5,17 b
150	b 5,19 b	b 5,27 a	c 5,12 b	b 5,20 a
200	b 5,22 a	c 5,19 b	c 5,13 b	c 5,16 b
260	c 5,11 a	c 5,15 a	c 5,16 a	c 5,12 a
344	c 5,14 a	c 5,11 a	c 5,17 a	d 5,06 b
448	c 5,15 a	d 5,08 b	c 5,17 a	d 5,07 b

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.9. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı Kl a miktarlarının değişimi

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında 1. günde konsantrasyonlara bağlı olarak Kl a miktarlarındaki değişimler incelendiğinde en yüksek Kl a miktarı 7,38 µg/g ile 42 mM asetoklor uygulanan gruplarda en düşük Kl a miktarı ise 4,31 µg/g olarak 448 mM asetoklor uygulanan gruplarda saptandı.

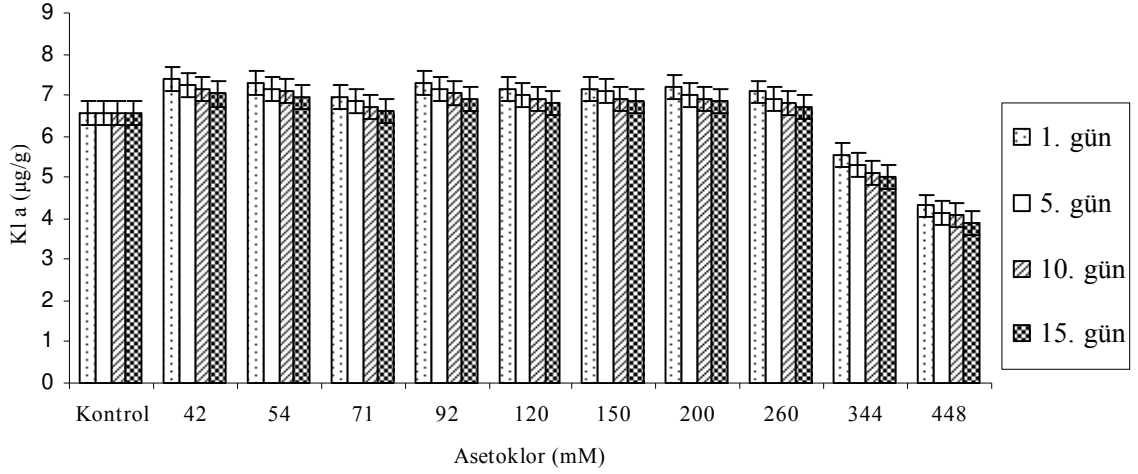
Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında 5. günde en düşük Kl a miktarı 4,15 µg/g ile 448 mM asetoklor uygulanan gruplarda, en yüksek Kl a miktarı ise 7,26 µg/g ile 42 mM asetoklor uygulanan gruplarda belirlendi. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* bitkilerinde 10. günde Kl a miktarlarındaki değişimler incelendiğinde 344 mM ve 448 mM asetoklor uygulanan gruplardaki miktarların diğer gruplara göre daha düşük olduğu saptandı. *P. sativum*'da 15. günde Kl a miktarının 42 mM'dan 260 mM'a kadar kontrole göre daha yüksek olduğu, 344 mM ve 448 mM'da azaldığı belirlendi (Çizelge 4.10, Şekil 4.10).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı Kl a miktarlarının değişimi incelendiğinde gün artışına bağlı olarak asetoklor uygulanan gruplarda Kl a miktarlarının azaldığı saptandı (Çizelge 4.10, Şekil 4.10).

Çizelge 4.10. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı Kl a miktarlarının değişimi

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Kl a (µg/g)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	f 6,57 a	f 6,58 a	f 6,57 a	d 6,57 a
42	a 7,38 a	a 7,26 b	a 7,16 c	a 7,03 d
54	b 7,30 a	b 7,14 b	a 7,12 b	a 6,95 c
71	e 6,96 a	e 6,87 b	e 6,72 c	c 6,61 d
92	b 7,31 a	b 7,15 b	b 7,04 c	b 6,91 d
120	c 7,14 a	d 6,99 b	c 6,89 c	b 6,82 c
150	c 7,15 a	c 7,08 b	c 6,92 c	b 6,85 d
200	c 7,19 a	c 7,02 b	c 6,92 c	b 6,85 d
260	d 7,08 a	d 6,91 b	d 6,82 c	c 6,70 d
344	g 5,56 a	g 5,32 b	g 5,12 c	e 5,02 d
448	h 4,31 a	h 4,15 b	h 4,10 c	f 3,90 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.10. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı Kl a miktarlarının değişimi

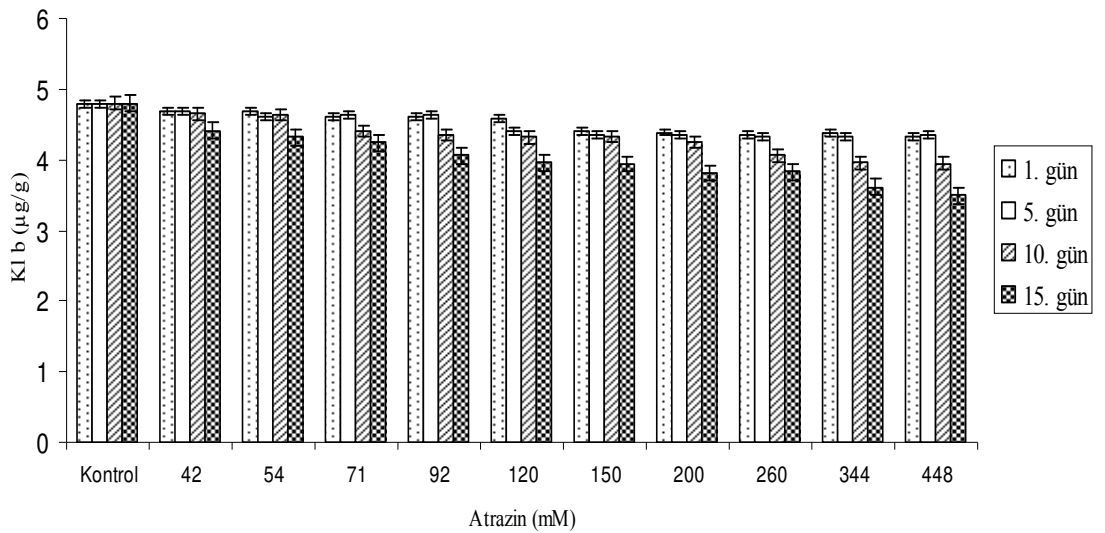
Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında Kl b verileri incelendiğinde en yüksek Kl b miktarı kontrol gruplarında 4,80 µg/g olarak belirlendi. Kl b miktarları 5. günde değerlendirildiğinde en yüksek Kl b miktarı 4,80 µg/g ile kontrol gruplarında, en düşük Kl b miktarları ise 4,32 µg/g ile 260 mM atrazin uygulanan gruplarda saptandı. En yüksek Kl b miktarı 10. günde 4,80 µg/g ile kontrol grubunda en düşük Kl b miktarı ise 3,95 µg/g ile 448 mM atrazin uygulanan gruplarda belirlendi. Atrazin uygulanan tüm gruplarda 15. günde Kl b miktarları kontrolden daha düşük bulundu (Çizelge 4.11, Şekil 4.11).

Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı Kl b miktarlarının değişimi incelendiğinde gün artışına paralel olarak Kl b miktarlarının azaldığı belirlendi (Çizelge 4.11, Şekil 4.11).

Çizelge 4.11. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı Kl b miktarlarının değişimi

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Kl b ($\mu\text{g/g}$)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0)Kontrol	a 4,80 a	a 4,80 a	a 4,80 a	a 4,80 a
42	b 4,69 a	b 4,68 a	b 4,65 a	b 4,41 b
54	b 4,69 a	b 4,61 a	b 4,64 a	c 4,32 b
71	b 4,61 a	b 4,63 a	c 4,40 b	d 4,24 c
92	b 4,62 a	b 4,63 a	c 4,35 b	e 4,06 c
120	b 4,59 a	c 4,40 b	c 4,32 c	f 3,96 d
150	c 4,41 a	c 4,35 b	c 4,33 b	f 3,94 c
200	c 4,39 a	c 4,35 a	d 4,25 b	g 3,81 c
260	c 4,35 a	c 4,32 a	e 4,06 b	g 3,83 c
344	c 4,37 a	c 4,33 a	f 3,96 b	h 3,61 c
448	d 4,32 a	c 4,35 a	f 3,95 b	i 3,50 c

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.11. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı Kl b miktarlarının değişimi

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında Kl b verileri değerlendirildiğinde en yüksek Kl b miktarı 54 mM ve 260 mM asetoklor uygulanan

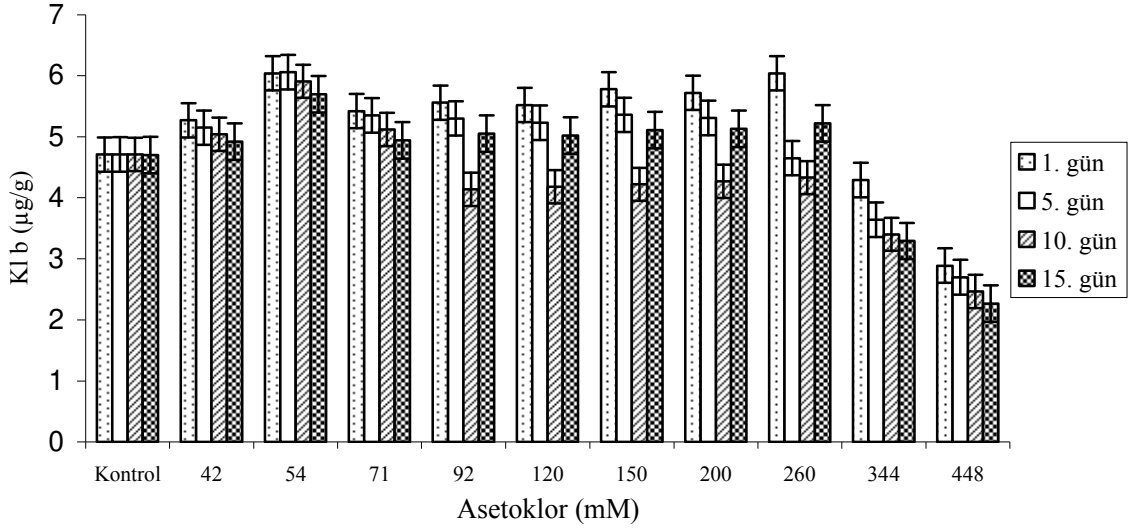
gruplarda 6,04 µg/g, en düşük Kl b miktarı 2,89 µg/g ile 448 mM asetoklor uygulanan gruplarda belirlendi. Kl b verileri 5. günde incelendiğinde en düşük Kl b miktarı 2,70 µg/g ile 448 mM asetoklor uygulanan gruplarda saptandı. En yüksek Kl b miktarı ise 6,06 µg/g ile 54 mM asetoklor uygulanan gruplarda belirlendi. En yüksek Kl b miktarı 10. günde 54 mM asetoklor uygulanan gruplarda 5,91 µg/g, en düşük Kl b miktarı ise 2,47 µg/g ile 448 mM asetoklor uygulanan gruplarda saptandı. Kl b miktarlarının 15. günde 42 mM'dan 260 mM'a kadar kontrolle karşılaştırıldığında artış gösterdiği, 344 mM ve 448 mM'da azaldığı bulundu (Çizelge 4.12, Şekil 4.12).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* bitkilerinde günlere bağlı Kl b miktarlarının değişimi değerlendirildiğinde 42 mM, 54 mM, 71 mM, 344 mM ve 448 mM asetoklor uygulanan gruplarda gün artışına paralel olarak azalış saptandı. Kl b miktarlarının 92 mM, 120 mM, 150 mM, 200 mM ve 260 mM asetoklor uygulanan gruplarda 1., 5., ve 10. günde azalırken 15. günde artış gösterdiği belirlendi (Çizelge 4.12, Şekil 4.12).

Çizelge 4.12. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı Kl b miktarlarının değişimi

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Kl b (µg/g)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	f 4,71 a	e 4,71 a	d 4,71 a	f 4,70 a
42	e 5,27 a	d 5,15 b	c 5,04 c	e 4,92 d
54	a 6,04 a	a 6,06 a	a 5,91 b	a 5,70 c
71	d 5,42 a	b 5,35 b	b 5,12 c	e 4,94 d
92	c 5,56 a	b 5,30 b	g 4,14 c	d 5,05 d
120	c 5,52 a	c 5,23 b	g 4,18 d	d 5,02 c
150	b 5,78 a	b 5,36 b	f 4,22 d	c 5,11 c
200	b 5,72 a	b 5,31 b	f 4,27 d	c 5,13 c
260	a 6,04 a	f 4,65 c	e 4,33 d	b 5,22 b
344	g 4,29 a	g 3,64 b	h 3,40 c	g 3,29 d
448	h 2,89 a	h 2,70 b	i 2,47 c	h 2,27 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.12. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı Kl b miktarlarının değişimi

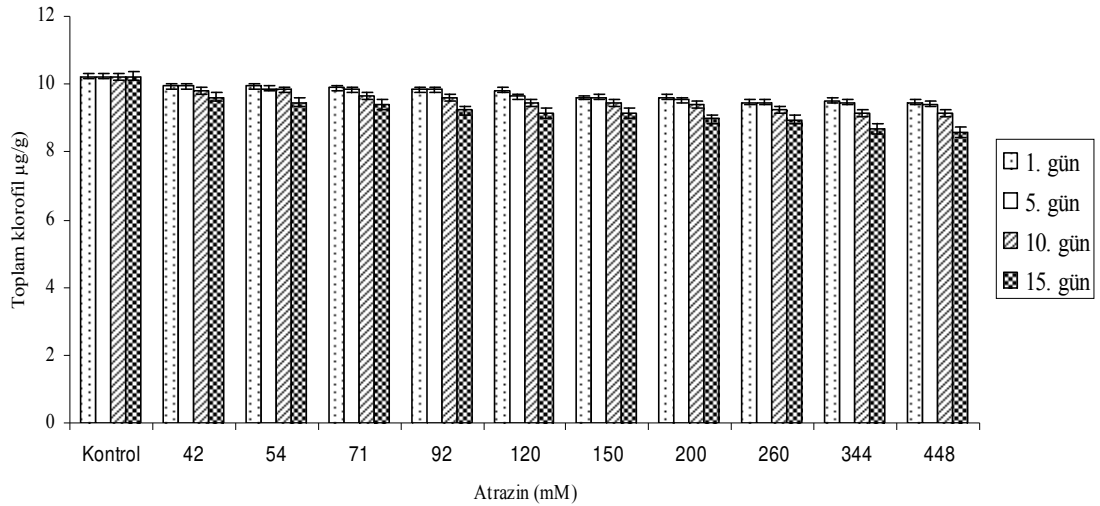
Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında toplam klorofil verileri değerlendirildiğinde en düşük miktar 9,46 µg/g ile 260 mM atrazin uygulanan gruplarda belirlendi. Toplam klorofil verileri 5. günde incelendiğinde en yüksek toplam klorofil miktarı 10,23 µg/g ile kontrol grubunda, en düşük toplam klorofil miktarı ise 9,42 µg/g ile 448 mM atrazin uygulanan gruplarda belirlendi. Toplam klorofil miktarı bakımından en düşük miktar 10. günde 9,12 µg/g ile 448 mM atrazin uygulanan gruplarda, en yüksek toplam klorofil miktarı ise 10,23 µg/g ile kontrol grubunda saptandı. En düşük toplam klorofil miktarı 15. günde 448 mM atrazin uygulanan gruplarda 8,67 µg/g olarak saptandı (Çizelge 4.13, Şekil 4.13).

Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı toplam klorofil miktarlarının değişimi incelendiğinde gün artışına paralel olarak toplam klorofil miktarlarının azalış gösterdiği belirlendi (Çizelge 4.13, Şekil 4.13).

Çizelge 4.13. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı toplam klorofil miktarlarının değişimi

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Toplam klorofil (µg/g)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 10,23 a	a 10,23 a	a 10,23 a	a 10,23 a
42	b 9,95 a	b 9,94 a	b 9,80 b	b 9,62 c
54	b 9,94 a	c 9,88 b	b 9,83 b	c 9,47 c
71	b 9,90 a	c 9,83 b	c 9,63 c	d 9,39 d
92	c 9,85 a	c 9,85 a	c 9,60 b	e 9,23 c
120	c 9,81 a	d 9,63 b	d 9,47 c	f 9,13 d
150	d 9,60 a	d 9,61 a	d 9,45 b	f 9,14 c
200	d 9,61 a	d 9,54 a	e 9,38 b	g 8,97 c
260	e 9,46 a	e 9,47 a	f 9,22 b	g 8,95 c
344	e 9,51 a	e 9,45 a	g 9,13 b	h 8,67 c
448	e 9,47 a	e 9,42 a	g 9,12 b	i 8,57 c

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.13. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı toplam klorofil miktarlarının değişimi

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında toplam klorofil miktarlarındaki değişim incelendiğinde en yüksek miktar 54 mM asetoklor uygulanan gruplarda 13,34 µg/g, en düşük değer 7,20 µg/g olarak 448 mM asetoklor uygulanan

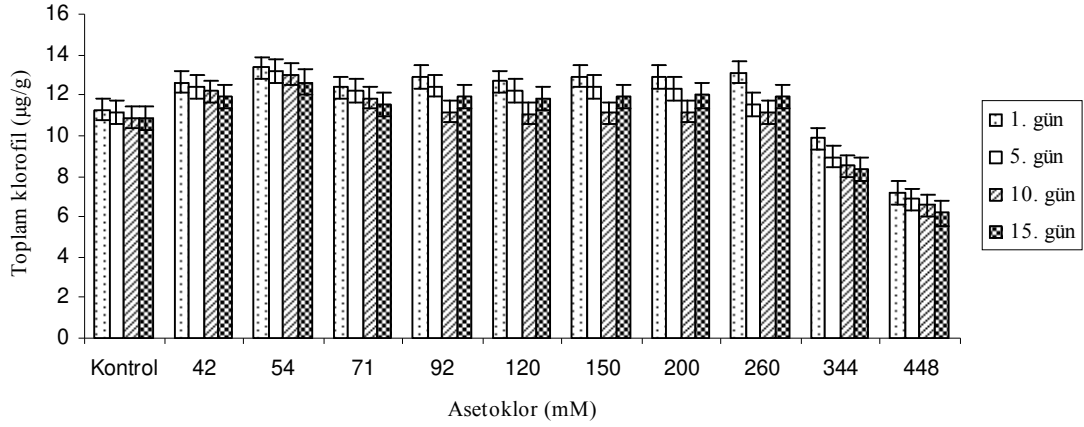
gruplarda belirlendi. Toplam klorofil miktarları 5. günde değerlendirildiğinde en düşük miktar 448 mM asetoklor uygulanan gruplarda 6,85 µg/g olarak saptandı. En düşük toplam klorofil miktarı 10. günde 6,57 µg/g olarak 448 mM asetoklor uygulanan gruplarda, en yüksek toplam klorofil miktarı ise 13,03 µg/g ile 54 mM asetoklor uygulanan gruplarda bulundu. Toplam klorofil miktarları değerlendirildiğinde en yüksek toplam klorofil miktarı 15. günde 12,65 µg/g ile 54 mM asetoklor uygulanan gruplarda en düşük toplam klorofil miktarı 6,17 µg/g ile 448 mM asetoklor uygulanan gruplarda saptandı (Çizelge 4.14 ve Şekil 4.14).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı toplam klorofil miktarlarının değişimi incelendiğinde 42 mM, 54 mM, 71 mM, 344 mM ve 448 mM asetoklor uygulanan gruplarda gün artışına bağlı olarak azalış saptandı (Çizelge 4.14 ve Şekil 4.14).

Çizelge 4.14. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı toplam klorofil miktarlarının değişimi

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Toplam klorofil (µg/g)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	f 11,28 a	f 11,28 a	d 11,28 a	e 11,27 a
42	d 12,65 a	b 12,41 b	b 12,20 c	b 11,95 d
54	a 13,34 a	a 13,20 b	a 13,03 c	a 12,65 d
71	e 12,38 a	d 12,22 b	c 11,84 c	d 11,55 d
92	c 12,87 a	b 12,45 b	e 11,18 d	b 11,96 c
120	d 12,66 a	d 12,22 b	f 11,07 d	c 11,84 c
150	c 12,93 a	b 12,44 b	e 11,14 d	c 11,96 c
200	c 12,91 a	c 12,33 b	e 11,19 d	b 11,98 c
260	b 13,12 a	e 11,56 c	e 11,15 d	b 11,92 b
344	g 9,85 a	g 8,96 b	g 8,52 c	f 8,31 d
448	h 7,20 a	h 6,85 b	h 6,57 c	g 6,17 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.14. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı toplam klorofil miktarlarının değişimi

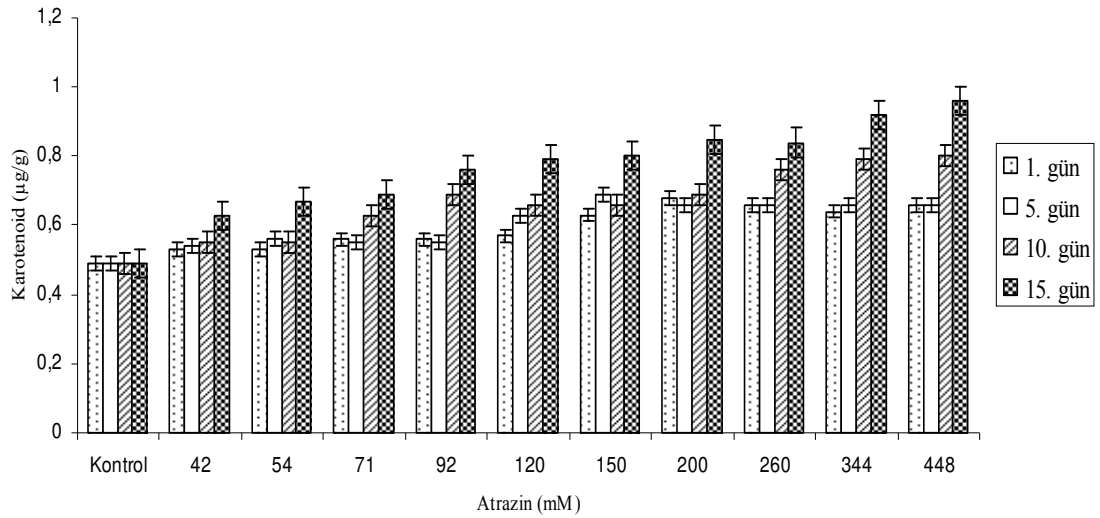
Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında karotenoid miktarları bakımından en yüksek karotenoid miktarı 200 mM atrazin uygulanan gruplarda 0,68 µg/g olarak saptandı. En yüksek karotenoid miktarları 5. günde 150 mM atrazin uygulanan gruplarda 0,69 µg/g olarak saptandı. Atrazin uygulanan tüm gruplardaki karotenoid miktarları 10. günde kontrolden daha yüksek bulundu. Karotenoid miktarları 15. günde değerlendirildiğinde en düşük karotenoid miktarı kontrol grubunda 0,49 µg/g, en yüksek karotenoid miktarı ise 448 mM atrazin uygulanan gruplarda 0,96 µg/g olarak belirlendi (Çizelge 4.15 ve Şekil 4.15).

Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı karotenoid miktarlarının değişimi incelendiğinde gün artışına paralel olarak karotenoid miktarlarının artış gösterdiği saptandı (Çizelge 4.15 ve Şekil 4.15).

Çizelge 4.15. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı karotenoid miktarlarının değişimi

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Karotenoid (µg/g)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	c 0,49 a	c 0,49 a	d 0,49 a	d 0,49 a
42	b 0,53 b	b 0,54 b	c 0,55 b	c 0,63 a
54	b 0,53 b	b 0,56 b	c 0,55 b	c 0,67 a
71	b 0,56 b	b 0,55 b	b 0,63 a	c 0,69 a
92	b 0,56 c	b 0,55 c	b 0,69 b	b 0,76 a
120	b 0,57 c	a 0,63 b	b 0,66 b	b 0,79 a
150	a 0,63 b	a 0,69 b	b 0,66 b	b 0,80 a
200	a 0,68 b	a 0,66 b	b 0,69 b	b 0,85 a
260	a 0,66 c	a 0,66 c	a 0,76 b	b 0,84 a
344	a 0,64 c	a 0,66 c	a 0,79 b	a 0,92 a
448	a 0,66 c	a 0,66 c	a 0,80 b	a 0,96 a

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.15. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı karotenoid miktarlarının değişimi

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında karotenoid değerleri incelendiğinde en yüksek karotenoid miktarı 448 mM asetoklor uygulanan gruplarda 2,23 µg/g olarak bulundu. En yüksek karotenoid miktarı 5. günde 2,30 µg/g

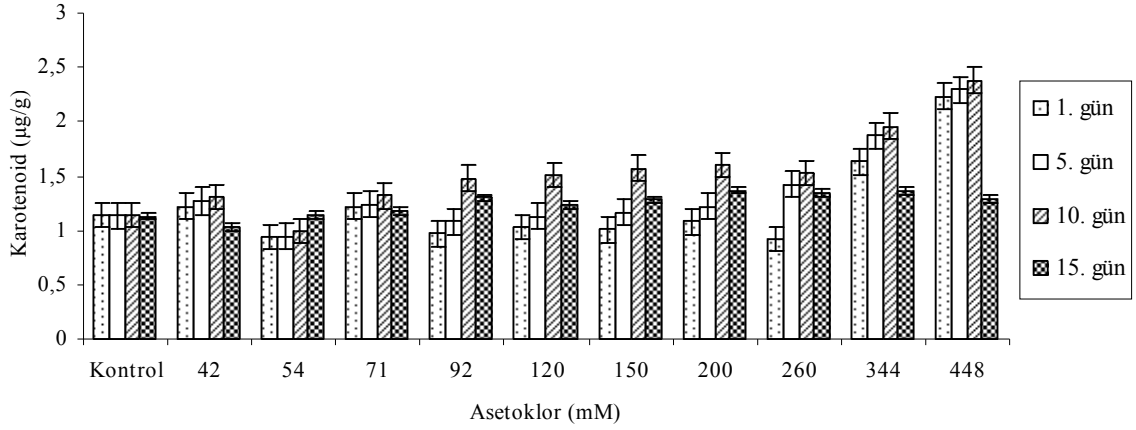
olarak 448 mM asetoklor uygulanan gruplarda, en düşük karotenoid miktarı ise 0,94 µg/g ile 54 mM asetoklor uygulanan gruplarda saptandı. Karotenoid miktarlarının 10. günde 54 mM asetoklor uygulanan gruplar dışında kontrolden daha yüksek olduğu belirlendi. En yüksek karotenoid miktarı 15. günde 1,37 µg/g ile 200 mM asetoklor uygulanan gruplarda belirlendi (Çizelge 4.16, Şekil 4.16).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı karotenoid miktarlarının değişimi incelendiğinde 1. 5. ve 10. günlerde artan asetoklor konsantrasyonlarına bağlı olarak karotenoid miktarlarının artış gösterdiği, 15. günde azaldığı belirlendi (Çizelge 4.16, Şekil 4.16).

Çizelge 4.16. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı karotenoid miktarlarının değişimi

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Karotenoid (µg/g)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	d 1,14 a	e 1,14 a	f 1,14 a	c 1,13 a
42	c 1,22 a	d 1,27 a	e 1,31 a	d 1,03 b
54	f 0,94 b	g 0,94 b	g 0,99 b	c 1,14 a
71	c 1,22 b	d 1,24 b	e 1,32 a	c 1,18 b
92	f 0,97 d	f 1,08 c	d 1,48 a	a 1,30 b
120	e 1,03 d	e 1,13 c	d 1,51 a	b 1,23 b
150	e 1,01 d	e 1,16 c	c 1,57 a	b 1,28 b
200	e 1,08 d	d 1,22 c	c 1,60 a	a 1,37 b
260	f 0,92 d	c 1,42 b	c 1,53 a	a 1,34 c
344	b 1,63 c	b 1,87 b	b 1,96 a	a 1,36 d
448	a 2,23 b	a 2,30 a	a 2,38 a	a 1,29 c

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.16. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı karotenoid miktarlarının değişimi

4.3. Çimlenme Sonrası Atrazin ve Asetoklor Uygulanan *Z. mays* ve *P. sativum* Bitkilerinde Toplam Şeker Miktarları

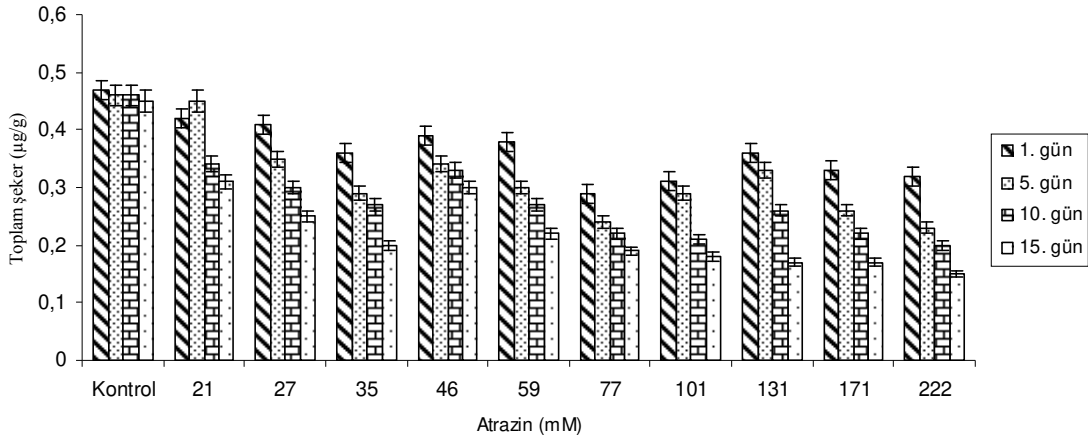
Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında 1., 5., 10. ve 15. günlerde konsantrasyonlara bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler incelendiğinde 1., 5., 10. ve 15. günde atrazin uygulanan gruplar arasında artışlar ve azalışlar belirlendi. Atrazin uygulanan gruplardaki toplam şeker miktarlarının uygulama yapılan günlerde kontrolden daha düşük olduğu saptandı (Çizelge 4.17, Şekil 4.17).

Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler değerlendirildiğinde gün artışıyla birlikte toplam şeker miktarlarının azaldığı belirlendi (Çizelge 4.17 ve Şekil 4.17).

Çizelge 4.17. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Toplam şeker (µg/g)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 0,47 a	a 0,46 a	a 0,46 a	a 0,45 a
21	a 0,42 a	a 0,45 a	b 0,34 b	b 0,31 b
27	a 0,41 a	b 0,35 b	b 0,30 b	c 0,25 c
35	b 0,36 a	c 0,29 b	c 0,27 b	c 0,20 c
46	b 0,39 a	b 0,34 a	b 0,33 a	b 0,30 b
59	b 0,38 a	b 0,30 b	c 0,27 c	c 0,22 c
77	c 0,29 a	c 0,24 a	c 0,22 a	d 0,19 b
101	b 0,31 a	c 0,29 a	c 0,21 b	d 0,18 b
131	b 0,36 a	b 0,33 a	c 0,26 b	d 0,17 c
171	b 0,33 a	c 0,26 b	c 0,22 b	d 0,17 c
222	b 0,32 a	c 0,23 b	c 0,20 b	d 0,15 c

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.17. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında 1., 5., 10. ve 15. günlerde konsantrasyonlara bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler incelendiğinde 1. günde konsantrasyon artışıyla birlikte toplam şeker miktarının kontrole oranla azaldığı saptandı. En yüksek toplam şeker miktarı 0,47 µg/g ile kontrol grubunda, en düşük toplam şeker miktarı ise 0,20 µg/g olarak 8,7 mM asetoklor

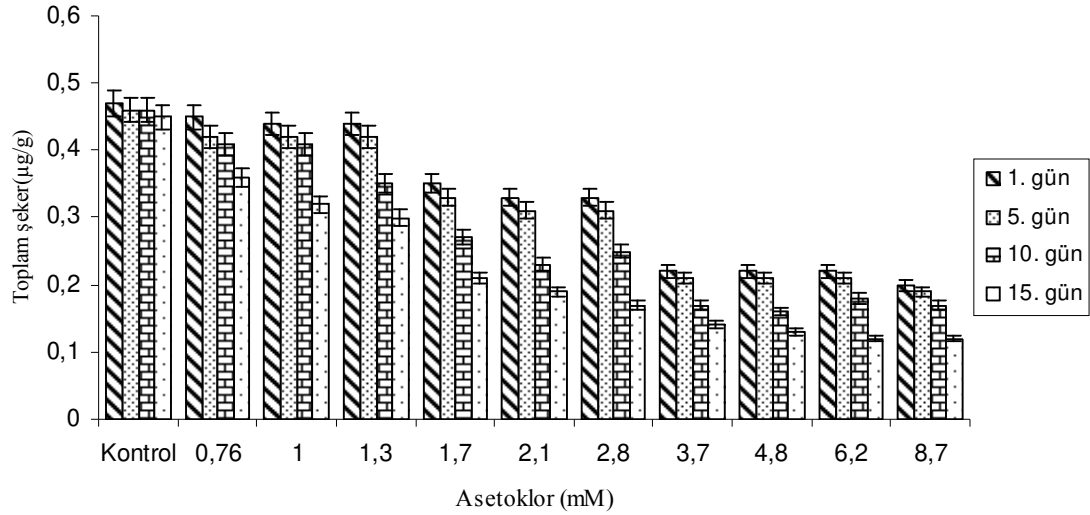
uygulanan gruplarda belirlendi. 5. günde de 1. güne benzer olarak kontrole oranla asetoklor uygulanan gruplarda azalış bulundu. En yüksek toplam şeker miktarı 0,46 µg/g ile kontrol grubunda, en düşük toplam şeker miktarı ise 0,19 µg/g ile 8,7 mM asetoklor uygulanan gruplarda saptandı. 10. günde asetoklor uygulanan gruplar arasında artışlar ve azalışlar bulundu. 15. günde konsantrasyon artışıyla birlikte toplam şeker miktarının azaldığı belirlendi (Çizelge 4.18 ve Şekil 4.18).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler değerlendirildiğinde gün artışıyla birlikte toplam şeker miktarlarının azaldığı belirlendi (Çizelge 4.18, Şekil 4.18).

Çizelge 4.18. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Toplam şeker (µg/g)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 0,47 a	a 0,46 a	a 0,46 a	a 0,45 a
0,76	a 0,45 a	a 0,42 a	a 0,41 a	b 0,36 b
1	a 0,44 a	a 0,42 a	a 0,41 a	b 0,32 b
1,3	b 0,44 a	b 0,42 a	b 0,35 b	b 0,30 b
1,7	b 0,35 a	c 0,33 a	c 0,27 a	c 0,21 b
2,1	b 0,33 a	c 0,31 a	c 0,23 b	c 0,19 b
2,8	b 0,33 a	c 0,31 a	c 0,25 b	c 0,17 c
3,7	c 0,22 a	d 0,21 a	d 0,17 a	d 0,14 b
4,8	c 0,22 a	d 0,21 a	d 0,16 a	d 0,13 b
6,2	c 0,22 a	d 0,21 a	d 0,18 a	d 0,12 b
8,7	c 0,20 a	d 0,19 a	d 0,17 a	d 0,12 b

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.18. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler

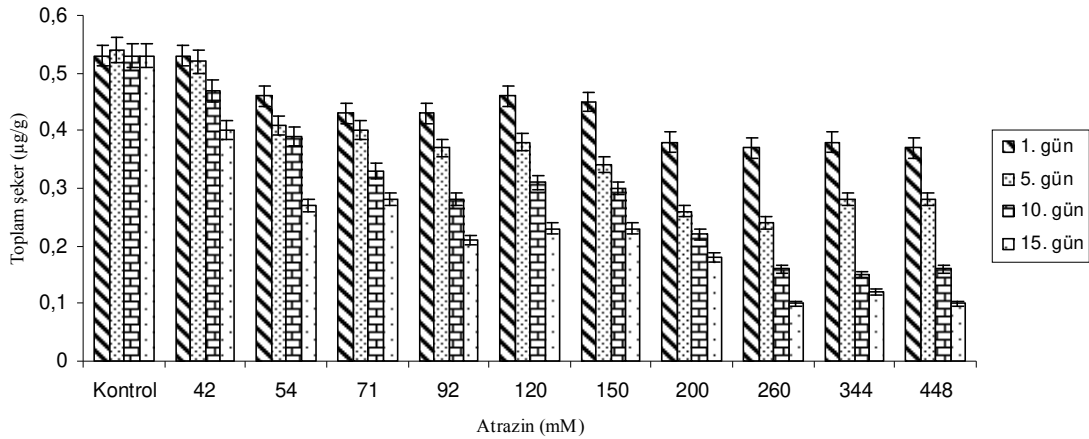
Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında 1., 5., 10. ve 15. günlerde konsantrasyonlara bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler incelendiğinde 1., 5., 10. ve 15. günlerde artan atrazin konsantrasyonu ile birlikte toplam şeker miktarının azaldığı saptandı (Çizelge 4.19 ve Şekil 4.19).

Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler değerlendirildiğinde gün artışıyla birlikte toplam şeker miktarlarının azaldığı belirlendi (Çizelge 4.19 ve Şekil 4.19).

Çizelge 4.19. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Toplam şeker (µg/g KA)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 0,53 a	a 0,54 a	a 0,53 a	a 0,53 a
42	a 0,53 a	a 0,52 a	b 0,47 b	b 0,40 b
54	b 0,46 a	b 0,41 a	c 0,39 a	c 0,27 b
71	b 0,43 a	b 0,40 a	c 0,33 b	c 0,28 b
92	b 0,43 a	c 0,37 a	d 0,28 b	d 0,21 b
120	b 0,46 a	c 0,38 b	c 0,31 b	c 0,23 c
150	b 0,45 a	c 0,34 b	c 0,30 b	c 0,23 c
200	c 0,38 a	d 0,26 b	d 0,22 b	d 0,18 c
260	c 0,37 a	d 0,24 b	e 0,16 c	e 0,10 c
344	c 0,38 a	d 0,28 b	e 0,15 c	e 0,12 c
448	c 0,37 a	d 0,28 b	e 0,16 c	e 0,10 c

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.19. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında 1., 5., 10. ve 15. günlerde konsantrasyonlara bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler incelendiğinde 1. günde konsantrasyon artışıyla birlikte toplam şeker miktarının kontrole oranla azaldığı belirlendi. En yüksek toplam şeker miktarı 0,53 µg/g ile kontrol

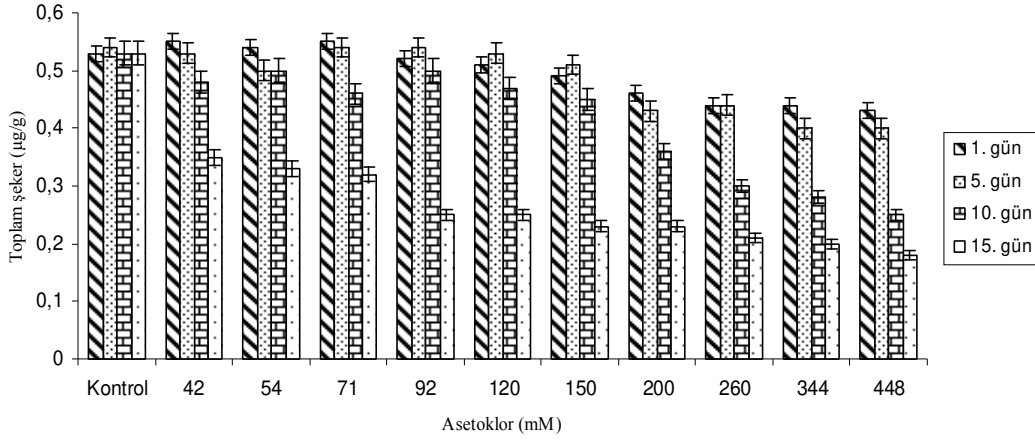
grubunda, en düşük toplam şeker miktarı ise 0,43 µg/g olarak 448 mM asetoklor uygulanan gruplarda saptandı. 5. ve 10. günlerde asetoklor uygulanan gruplar arasında artışlar ve azalışlar bulundu. 15. günde konsantrasyon artışıyla birlikte toplam şeker miktarının azaldığı belirlendi (Çizelge 4.20, Şekil 4.20).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* bitkilerinde günlere bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler değerlendirildiğinde gün artışıyla birlikte toplam şeker miktarlarının azaldığı saptandı (Çizelge 4.20, Şekil 4.20).

Çizelge 4.20. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Toplam şeker (µg/g)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 0,53 a	a 0,54 a	a 0,53 a	a 0,53 a
42	a 0,55 a	a 0,53 a	b 0,48 a	b 0,35 b
54	a 0,54 a	a 0,50 a	a 0,50 a	b 0,33 b
71	a 0,55 a	a 0,54 a	b 0,46 b	b 0,32 c
92	a 0,52 a	a 0,54 a	a 0,50 a	c 0,25 b
120	a 0,51 a	a 0,53 a	b 0,47 b	c 0,25 c
150	a 0,49 a	a 0,51 a	b 0,45 a	c 0,23 b
200	b 0,46 a	b 0,43 a	c 0,36 b	c 0,23 c
260	b 0,44 a	b 0,44 a	c 0,30 b	c 0,21 c
344	b 0,44 a	b 0,40 a	d 0,28 b	c 0,20 b
448	b 0,43 a	b 0,40 a	d 0,25 b	d 0,18 c

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.20. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* bitkilerinde günlere bağlı toplam şeker miktarlarındaki değişimler

4.4. Çimlenme Sonrası Atrazin ve Asetoklor Uygulanan *Z. mays* ve *P. sativum* Bitkilerinde Yaprak, Gövde ve Kök Yaş Ağırlıkları

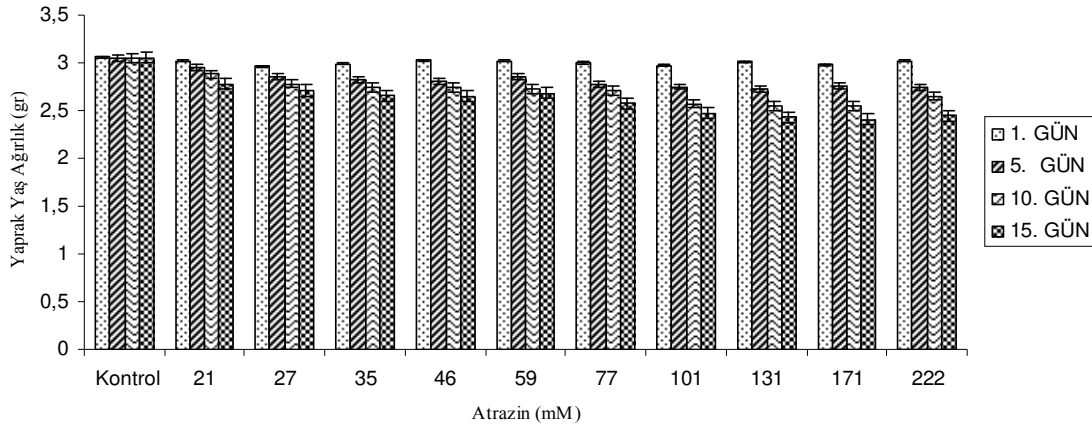
Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde gün içerisindeki yaprak yaş ağırlık değişimleri incelendiğinde 1. günde gruplar arasında belirgin bir farklılık olmayıp artan günlerde konsantrasyon artışına bağlı olarak uygulama gruplarında kontrole kıyasla azalma saptandı (Çizelge 4.21, Şekil 4.21).

Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı yaprak yaş ağırlıkları incelendiğinde gün artışıyla birlikte yaş ağırlıkların azaldığı bulundu. Uygulama süresince en yüksek yaş ağırlık kontrol grubunda 3,05 gr olarak, en düşük yaprak yaş ağırlığı 171 mM atrazin uygulanan gruplarda 2,41 gr olarak belirlendi (Çizelge 4.21, Şekil 4.21).

Çizelge 4.21. Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı yaprak yaş ağırlıkları

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Yaprak Yaş Ağırlık (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 3,05 a	a 3,05 a	a 3,05 a	a 3,05 a
21	a 3,02 a	a 2,95 b	b 2,88 c	b 2,78 d
27	a 2,96 a	b 2,86 b	c 2,78 c	b 2,71 d
35	a 2,99 a	b 2,82 b	c 2,74 c	c 2,66 d
46	a 3,03 a	b 2,81 b	c 2,74 c	c 2,65 d
59	a 3,02 a	b 2,85 b	c 2,73 c	c 2,68 d
77	a 3,00 a	c 2,77 b	c 2,71 c	d 2,58 d
101	a 2,97 a	c 2,75 b	d 2,57 c	e 2,47 d
131	a 3,01 a	c 2,72 b	d 2,55 c	e 2,43 d
171	a 2,98 a	c 2,76 b	d 2,55 c	e 2,41 d
222	a 3,02 a	c 2,74 b	c 2,65 c	e 2,45 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.21. Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı yaprak yaş ağırlıkları

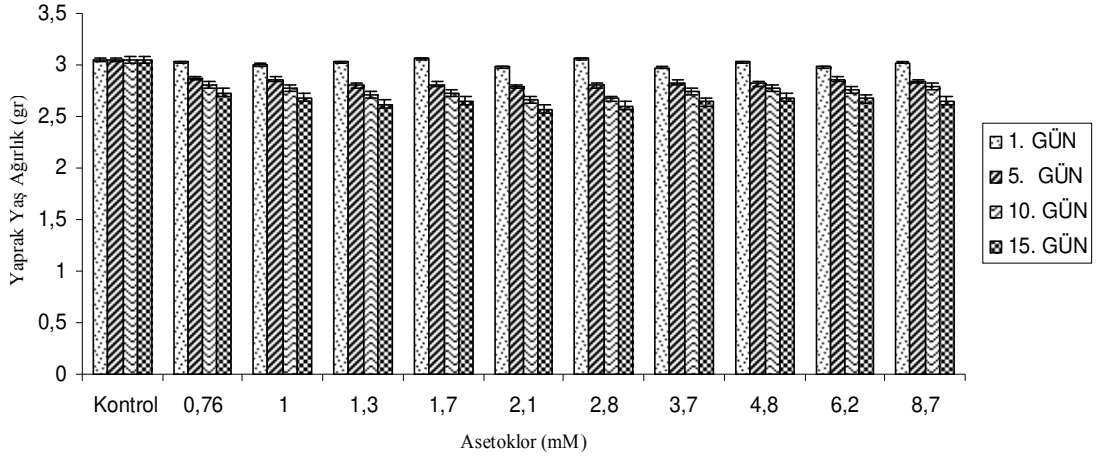
Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde gün içerisindeki yaprak yaş ağırlık değişimleri incelendiğinde 1. günde gruplar arasında belirgin bir farklılık olmayıp artan günlerde konsantrasyon artışına bağlı olarak uygulama gruplarında kontrole kıyasla azalma saptandı (Çizelge 4.22, Şekil 4.22).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı yaprak yaş ağırlıkları değerlendirildiğinde gün artışıyla birlikte yaş ağırlıkların azaldığı saptandı. Uygulama süresince en yüksek yaş ağırlık kontrol grubunda 3,05 gr, en düşük yaprak yaş ağırlık 2,57 gr olarak 2,1 mM asetoklor uygulanan gruplarda 15. günde saptandı. (Çizelge 4.22, Şekil 4.22).

Çizelge 4.22. Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı yaprak yaş ağırlıkları

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Yaprak Yaş Ağırlık (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 3,05 a	a 3,05 a	a 3,05 a	a 3,05 a
0,76	a 3,03 a	b 2,87 b	b 2,80 b	b 2,73 c
1	a 3,00 a	b 2,86 b	b 2,78 c	c 2,68 d
1,3	a 3,03 a	b 2,80 b	b 2,71 c	c 2,62 d
1,7	a 3,06 a	b 2,81 b	b 2,73 c	c 2,65 d
2,1	a 2,98 a	b 2,79 b	c 2,66 c	d 2,57 d
2,8	a 3,06 a	b 2,80 b	c 2,67 c	d 2,60 d
3,7	a 2,97 a	b 2,83 b	b 2,74 c	d 2,64 d
4,8	a 3,03 a	b 2,82 b	b 2,77 c	d 2,68 d
6,2	a 2,98 a	b 2,86 b	b 2,76 c	d 2,67 d
8,7	a 3,02 a	b 2,84 b	b 2,79 c	d 2,65 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.22. Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı yaprak yaş ağırlıkları

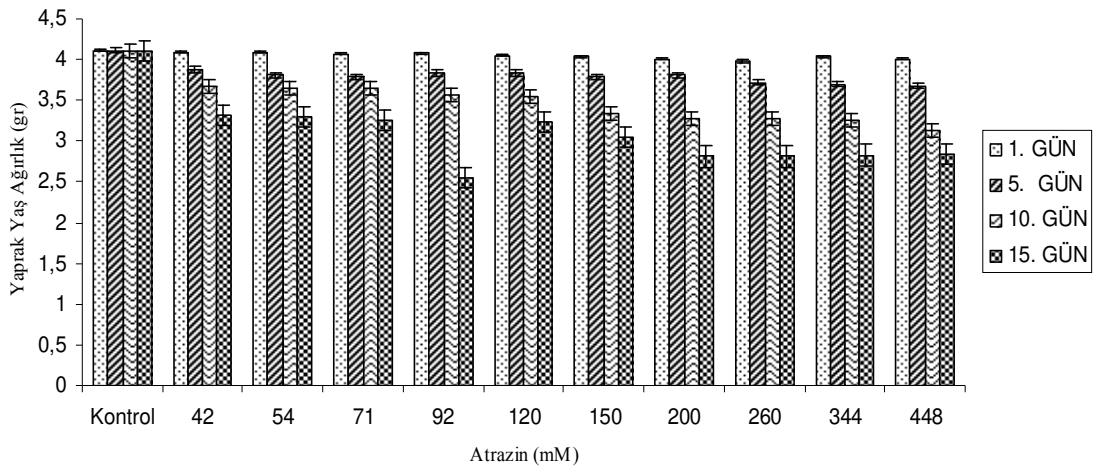
Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde gün içerisindeki yaprak yaş ağırlık değişimleri incelendiğinde 1. günde gruplar arasında belirgin bir farklılık olmayıp artan günlerde konsantrasyon artışına bağlı olarak uygulama gruplarında kontrole kıyasla azalma belirlendi (Çizelge 4.23, Şekil 4.23).

Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı yaprak yaş ağırlıkları incelendiğinde gün artışıyla birlikte yaş ağırlıklarının azaldığı belirlendi. Uygulama süresince en yüksek yaş ağırlık kontrol grubunda 4,11 gr, en düşük yaprak yaş ağırlığı 2,81 gr olarak 200 mM ve 260 mM atrazin uygulanan gruplarda 15. günde saptandı (Çizelge 4.23, Şekil 4.23).

Çizelge 4.23. Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı yaprak yaş ağırlıkları

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Yaprak Yaş Ağırlık (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 4,11a	a 4,11 a	a 4,10 a	a 4,10 a
42	a 4,09a	b 3,88 b	b 3,67 c	b 3,32 d
54	a 4,09a	b 3,81 b	b 3,64 c	b 3,29 d
71	a 4,07a	b 3,79 b	b 3,64 c	b 3,25 d
92	a 4,08a	b 3,84 b	b 3,57 c	c 2,56 d
120	b 4,05a	b 3,84 b	b 3,55 c	b 3,23 d
150	b 4,04a	b 3,79 b	c 3,33 c	d 3,05 d
200	b 4,01a	b 3,81 b	c 3,28 c	e 2,81 d
260	b 3,98a	c 3,72 b	c 3,28 c	e 2,81 d
344	b 4,04a	c 3,70 b	c 3,25 c	e 2,83 d
448	b 4,01a	c 3,68 b	d 3,14 c	e 2,85 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.23. Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı yaprak yaş ağırlıkları

Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde gün içerisindeki yaprak yaş ağırlık değişimleri incelendiğinde 1. günde gruplar arasında belirgin bir farklılık olmayıp artan günlerde konsantrasyon artışına bağlı olarak uygulama gruplarında kontrole kıyasla azalma belirlendi (Çizelge 4.24, Şekil 4.24).

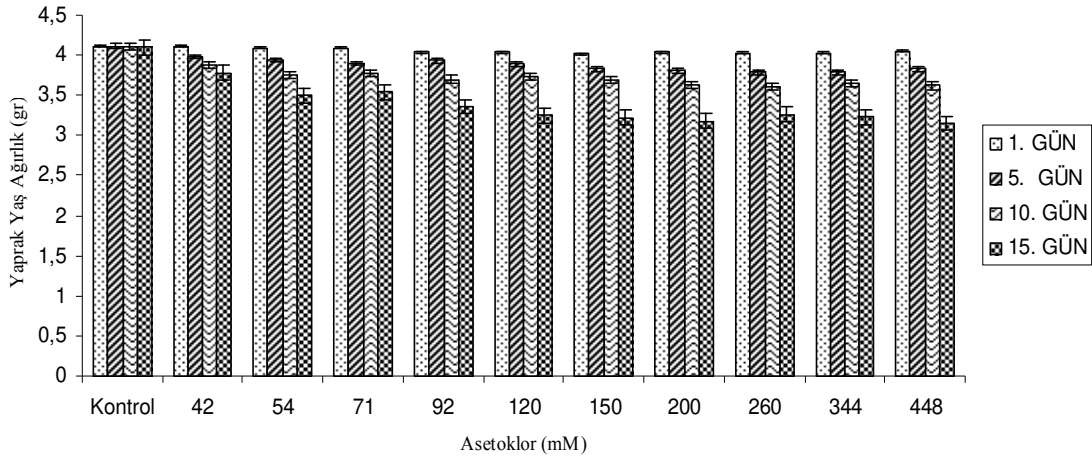
Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı yaprak yaş ağırlıkları değerlendirildiğinde gün artışıyla birlikte yaş ağırlıkların

azaldığı belirlendi. Uygulama süresince en yüksek yaş ağırlık kontrol grubunda 4,11 gr, en düşük yaprak yaş ağırlık 448 mM asetoklor uygulanan gruplarda 3,15 gr olarak 15. günde belirlendi (Çizelge 4.24, Şekil 4.24).

Çizelge 4.24. Asetoklor uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı yaprak yaş ağırlıkları

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Yaprak Yaş Ağırlık (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 4,11 a	a 4,11 a	a 4,10 a	a 4,10 a
42	a 4,11 a	b 3,98 b	b 3,88 c	b 3,78 d
54	a 4,09 a	b 3,94 b	c 3,76 c	c 3,50 d
71	a 4,09 a	b 3,90 b	c 3,77 c	c 3,54 d
92	b 4,04 a	b 3,93 b	c 3,70 c	d 3,36 d
120	b 4,04 a	b 3,89 b	c 3,73 c	e 3,25 d
150	b 4,02 a	c 3,83 b	d 3,69 c	e 3,22 d
200	b 4,04 a	c 3,81 b	d 3,63 c	f 3,18 d
260	b 4,03 a	c 3,79 b	d 3,61 c	e 3,26 d
344	b 4,03 a	c 3,79 b	d 3,65 c	e 3,23 d
448	b 4,05 a	c 3,83 b	d 3,62 c	f 3,15 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.24. Asetoklor uygulaması sonrasında *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı yaprak yaş ağırlıkları

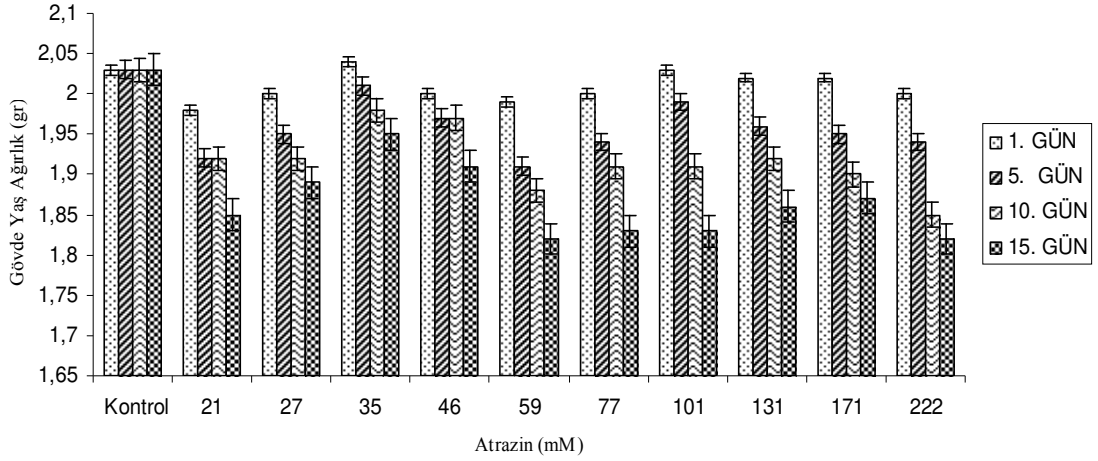
Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde gün içerisindeki gövde yaş ağırlık değişimleri incelendiğinde 1. günde gruplar arasında belirgin bir farklılık olmayıp artan günlerde konsantrasyon artışına bağlı olarak uygulama gruplarında kontrole kıyasla azalma belirlendi (Çizelge 4.25, Şekil 4.25).

Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı gövde yaş ağırlıkları incelendiğinde gün artışıyla birlikte yaş ağırlıkların azaldığı saptandı. Uygulama süresince en yüksek yaş ağırlık kontrol grubunda 2,03 gr, en düşük gövde yaş ağırlığı 222 mM atrazin uygulanan gruplarda 1,82 gr olarak 15. günde belirlendi (Çizelge 4.25, Şekil 4.25).

Çizelge 4.25. Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı gövde yaş ağırlıkları

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Gövde Yaş Ağırlık (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0)Kontrol	a 2,03 a	a 2,03 a	a 2,03 a	a 2,03 a
21	a 1,98 a	b 1,92 a	b 1,92 a	b 1,85 b
27	a 2,00 a	b 1,95 b	b 1,92 b	b 1,89 c
35	a 2,04 a	a 2,01 a	a 1,98 b	a 1,95 b
46	a 2,00 a	a 1,97 a	a 1,97 a	b 1,91 b
59	a 1,99 a	b 1,91 a	b 1,88 b	b 1,82 b
77	a 2,00 a	b 1,94 b	b 1,91 b	b 1,83 c
101	a 2,03 a	a 1,99 b	b 1,91 b	b 1,83 c
131	a 2,02 a	a 1,96 b	b 1,92 b	b 1,86 c
171	a 2,02 a	a 1,95 b	b 1,90 b	b 1,87 c
222	a 2,00 a	a 1,94 b	c 1,85 c	b 1,82 c

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.25. Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı gövde yaş ağırlıkları

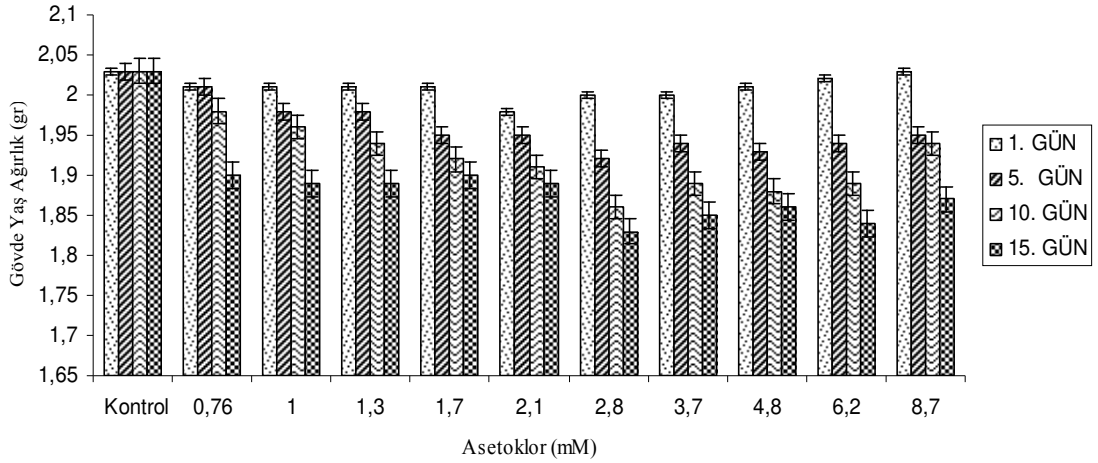
Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde gün içerisindeki gövde yaş ağırlık değişimleri incelendiğinde 1. günde gruplar arasında belirgin bir farklılık olmayıp artan günlerde konsantrasyon artışına bağlı olarak uygulama gruplarında kontrole kıyasla azalma belirlendi (Çizelge 4.26, Şekil 4.26).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı gövde yaş ağırlıkları değerlendirildiğinde gün artışıyla birlikte yaş ağırlıklarının azaldığı saptandı. Uygulama süresince en yüksek yaş ağırlık kontrol grubunda 2,03 gr, en düşük gövde yaş ağırlığı 2,8 mM asetoklor uygulanan gruplarda 1,83 gr olarak 15 günde belirlendi (Çizelge 4.26, Şekil 4.26).

Çizelge 4.26. Çimlenme sonrası asetoklor uygulaması sonrasında *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı gövde yaş ağırlıkları

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Gövde Yaş Ağırlık (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 2,03 a	a 2,03 a	a 2,03 a	a 2,03 a
0,76	a 2,01 a	a 2,01 a	a 1,98 a	b 1,90 b
1	a 2,01 a	a 1,98 b	a 1,96 b	b 1,89 c
1,3	a 2,01 a	a 1,98 b	a 1,94 b	b 1,89 c
1,7	a 2,01 a	a 1,95 b	a 1,92 b	b 1,90 c
2,1	a 1,98 a	a 1,95 a	a 1,91 b	b 1,89 b
2,8	a 2,00 a	a 1,92 b	b 1,86 c	b 1,83 c
3,7	a 2,00 a	a 1,94 b	b 1,89 c	b 1,85 c
4,8	a 2,01 a	a 1,93 b	b 1,88 c	b 1,86 c
6,2	a 2,02 a	a 1,94 b	b 1,89 c	b 1,84 c
8,7	a 2,03 a	a 1,95 b	a 1,94 b	b 1,87 c

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.26. Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı gövde yaş ağırlıkları

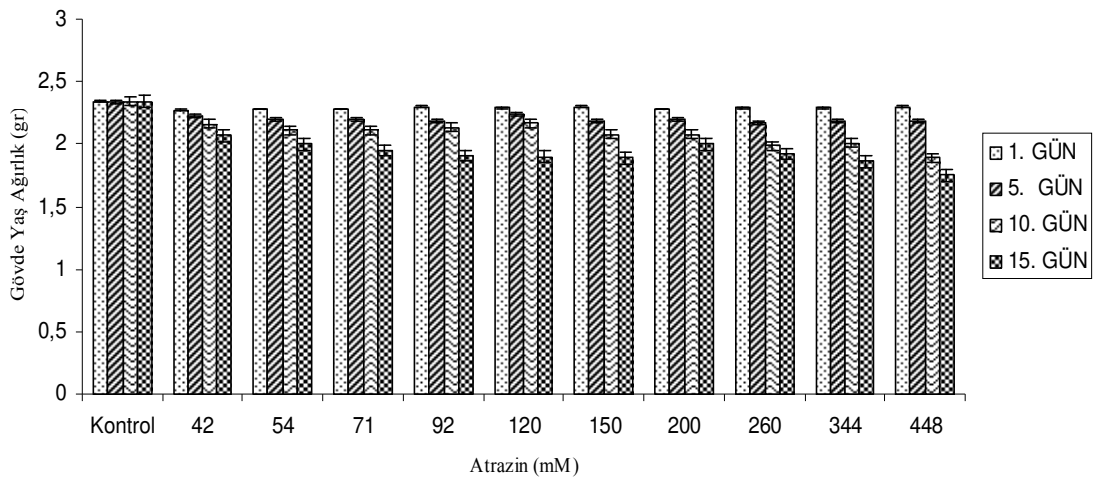
Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde gün içerisindeki gövde yaş ağırlık değişimleri incelendiğinde 1. günde gruplar arasında belirgin bir farklılık olmayıp artan günlerde konsantrasyon artışına bağlı olarak uygulama gruplarında kontrole kıyasla azalma belirlendi (Çizelge 4.27, Şekil 4.27).

Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı gövde yaş ağırlıkları incelendiğinde gün artışıyla birlikte yaş ağırlıkların azaldığı saptandı. Uygulama süresince en yüksek yaş ağırlık kontrol grubunda 2,34 gr en düşük gövde yaş ağırlığı 448 mM atrazin uygulanan gruplarda 1,75 gr olarak 15. günde belirlendi (Çizelge 4.27, Şekil 4.27).

Çizelge 4.27. Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı gövde yaş ağırlıkları

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Gövde Yaş Ağırlık (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 2,34 a	a 2,34 a	a 2,34 a	a 2,34 a
42	a 2,27 a	b 2,22 a	b 2,16 b	b 2,07 c
54	a 2,28 a	b 2,20 a	b 2,11 b	c 2,00 c
71	a 2,28 a	b 2,20 a	b 2,11 b	c 1,95 c
92	a 2,30 a	b 2,19 b	b 2,13 b	c 1,91 c
120	a 2,29 a	b 2,24 a	b 2,17 b	c 1,90 c
150	a 2,30 a	b 2,18 b	b 2,08 c	c 1,89 d
200	a 2,28 a	b 2,20 a	b 2,08 b	c 2,00 b
260	a 2,29 a	b 2,17 b	c 1,99 c	c 1,92 c
344	a 2,29 a	b 2,18 b	c 2,01 c	d 1,86 d
448	a 2,30 a	b 2,19 b	c 1,89 c	e 1,75 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.27. Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı gövde yaş ağırlıkları

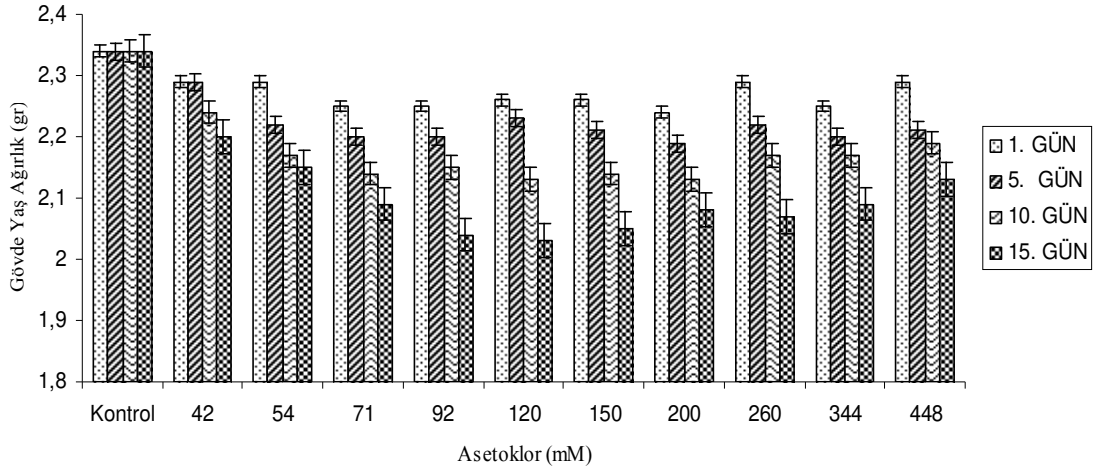
Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde gün içerisindeki gövde yaş ağırlık değişimleri incelendiğinde 1. günde gruplar arasında belirgin bir farklılık olmayıp artan günlerde konsantrasyon artışına bağlı olarak uygulama gruplarında kontrole kıyasla azalma belirlendi (Çizelge 4.28, Şekil 4.28).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı gövde yaş ağırlıkları incelendiğinde gün artışıyla birlikte yaş ağırlıklarının azaldığı saptandı. Uygulama süresince en yüksek yaş ağırlık kontrol grubunda 2,34 gr, en düşük gövde yaş ağırlığı 120 mM asetoklor uygulanan gruplarda 2,03 gr olarak 15. günde saptandı (Çizelge 4.28, Şekil 4.28).

Çizelge 4.28. Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı gövde yaş ağırlıkları

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Gövde Yaş Ağırlık (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 2,34 a	a 2,34 a	a 2,34 a	a 2,34 a
42	b 2,29 a	b 2,29 a	b 2,24 a	b 2,20 a
54	b 2,29 a	b 2,22 a	c 2,17 b	b 2,15 b
71	b 2,25 a	b 2,20 a	c 2,14 b	c 2,09 b
92	b 2,25 a	b 2,20 a	c 2,15 b	c 2,04 c
120	b 2,26 a	b 2,23 a	c 2,13 b	c 2,03 c
150	b 2,26 a	b 2,21 a	c 2,14 b	c 2,05 c
200	b 2,24a	b 2,19 b	c 2,13 b	c 2,08 c
260	b 2,29 a	b 2,22 a	c 2,17 b	c 2,07 c
344	b 2,25 a	b 2,20 a	c 2,17 b	c 2,09 c
448	b 2,29 a	b 2,21 a	c 2,19 a	b 2,13 b

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.28. Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı gövde yaş ağırlıkları

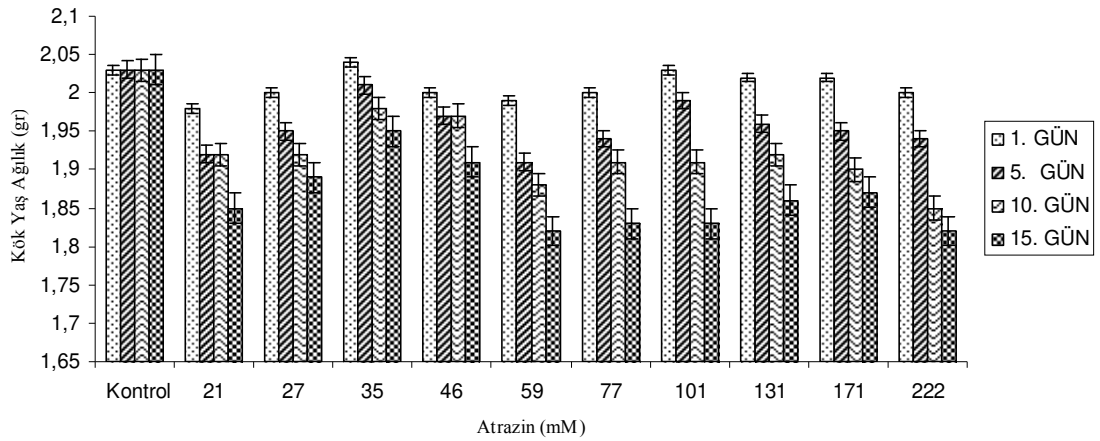
Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde gün içerisindeki kök yaş ağırlık değişimleri incelendiğinde 1. günde gruplar arasında belirgin bir farklılık olmayıp artan günlerde konsantrasyon artışına bağlı olarak uygulama gruplarında kontrole kıyasla azalma belirlendi (Çizelge 4.29, Şekil 4.29).

Çimlenme sonrası atrazin uygulaması sonrasında *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı kök yaş ağırlıkları incelendiğinde gün artışıyla birlikte yaş ağırlıkların azaldığı bulundu. Uygulama süresince en yüksek yaş ağırlık 35 mM atrazin uygulanan gruplarda 2,04 gr en düşük kök yaş ağırlığı 1,82 gr olarak 59 ve 222 mM atrazin uygulanan gruplarda belirlendi (Çizelge 4.29 ve Şekil 4.29).

Çizelge 4.29. Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı kök yaş ağırlıkları

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Kök Yaş Ağırlık (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0)Kontrol	a 2,03 a	a 2,03 a	a 2,03 a	a 2,03 a
21	a 1,98 a	b 1,92 a	b 1,92 a	c 1,85 b
27	a 2,00 a	a 1,95 b	b 1,92 b	b 1,89 c
35	a 2,04 a	a 2,01 a	a 1,98 b	b 1,95 b
46	a 2,00 a	a 1,97 a	a 1,97 a	b 1,91 b
59	a 1,99 a	b 1,91 a	b 1,88 b	c 1,82 b
77	a 2,00 a	a 1,94 b	b 1,91 b	c 1,83 c
101	a 2,03 a	a 1,99 b	b 1,91 b	c 1,83 c
131	a 2,02 a	a 1,96 b	b 1,92 b	c 1,86 c
171	a 2,02 a	a 1,95 b	b 1,90 b	c 1,87 c
222	a 2,00 a	a 1,94 b	c 1,85 c	c 1,82 c

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.29. Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı kök yaş ağırlıkları

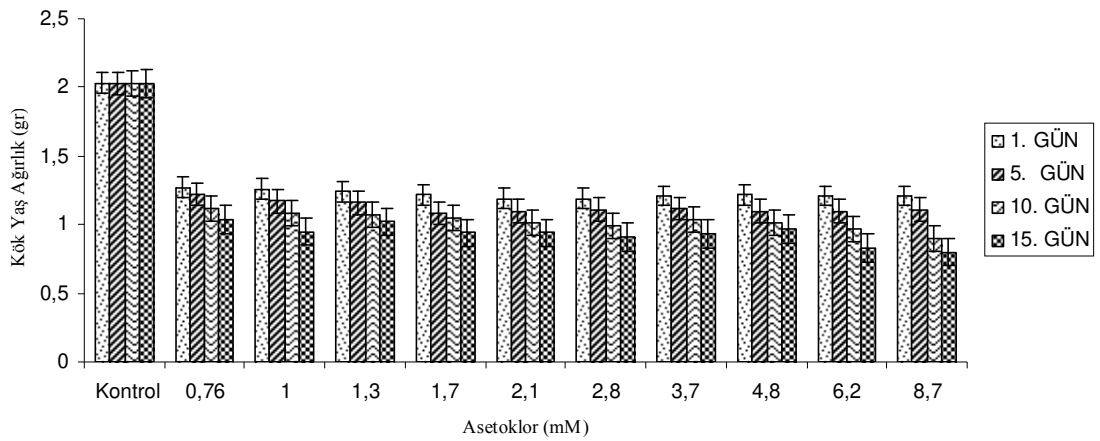
Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde gün içerisindeki kök yaş ağırlık değişimleri incelendiğinde 1. günde gruplar arasında belirgin bir farklılık olmayıp artan günlerde konsantrasyon artışına bağlı olarak uygulama gruplarında kontrole kıyasla azalma belirlendi (Çizelge 4.30, Şekil 4.30).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı kök yaş ağırlıkları incelendiğinde gün artışıyla birlikte yaş ağırlıkların azaldığı bulundu. Uygulama süresince en yüksek yaş ağırlık kontrol grubunda 2,03 gr, en düşük kök yaş ağırlığı ise 0,80 gr olarak 8,7 mM asetoklor uygulanan gruplarda belirlendi (Çizelge 4.30, Şekil 4.30).

Çizelge 4.30. Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı kök yaş ağırlıkları

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Kök Yaş Ağırlık (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 2,03 a	a 2,03 a	a 2,03 a	a 2,03 a
0,76	b 1,27 a	b 1,22 a	b 1,12 b	b 1,04 c
1	b 1,26 a	b 1,17 b	b 1,08 c	c 0,95 d
1,3	b 1,24 a	b 1,16 b	b 1,07 c	b 1,02 c
1,7	b 1,22 a	b 1,08 b	b 1,05 b	c 0,94 c
2,1	b 1,19 a	b 1,10 b	b 1,01 c	c 0,94 d
2,8	b 1,19 a	b 1,11 b	b 0,99 c	c 0,91 d
3,7	b 1,21 a	b 1,12 b	b 1,04 c	c 0,93 d
4,8	b 1,22 a	b 1,10 b	b 1,01 c	c 0,97 c
6,2	b 1,21 a	b 1,10 b	b 0,97 c	d 0,83 d
8,7	b 1,21 a	b 1,11 b	c 0,90 c	d 0,80 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.30. Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı kök yaş ağırlıkları

Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde gün içerisindeki kök yaş ağırlık değişimleri incelendiğinde 1. günde gruplar arasında

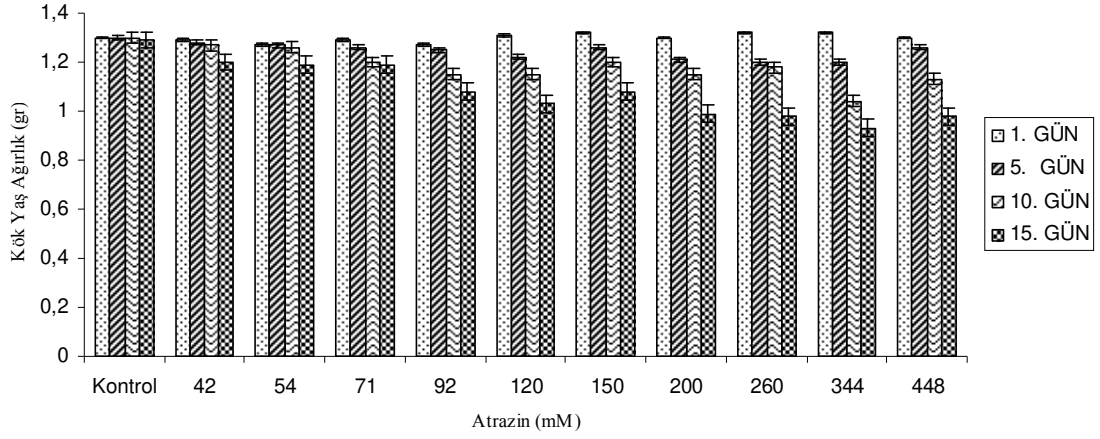
belirgin bir farklılık olmayıp artan günlerde konsantrasyon artışına bağlı olarak uygulama gruplarında kontrole kıyasla azalma belirlendi (Çizelge 4.31, Şekil 4.31).

Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı kök yaş ağırlıkları incelendiğinde gün artışıyla birlikte yaş ağırlıkların azaldığı bulundu. Uygulama süresince en yüksek yaş ağırlık 260 mM ve 344 mM atrazin uygulanan gruplarda 1,32 gr, en düşük kök yaş ağırlığı 15. günde 0,93 gr olarak 344 mM atrazin uygulanan gruplarda belirlendi (Çizelge 4.31, Şekil 4.31).

Çizelge 4.31. Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı kök yaş ağırlıkları

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Kök Yaş Ağırlık (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 1,30 a	a 1,30 a	a 1,30 a	a 1,29 a
42	a 1,29 a	a 1,28 a	a 1,27 a	b 1,20 b
54	a 1,27 a	a 1,27 a	a 1,26 a	b 1,19 b
71	a 1,29 a	a 1,26 a	a 1,20 b	b 1,19 b
92	a 1,27 a	a 1,25 a	b 1,15 b	c 1,08 c
120	a 1,31 a	a 1,22 b	b 1,15 c	d 1,03 d
150	a 1,32 a	a 1,26 b	a 1,20 c	c 1,08 d
200	a 1,30 a	a 1,21 b	b 1,15 c	d 0,99 d
260	a 1,32 a	a 1,20 b	a 1,18 b	d 0,98 c
344	a 1,32 a	a 1,20 b	c 1,04 c	d 0,93 d
448	a 1,30 a	a 1,26 a	b 1,13 b	d 0,98 c

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.31. Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı kök yaş ağırlıkları

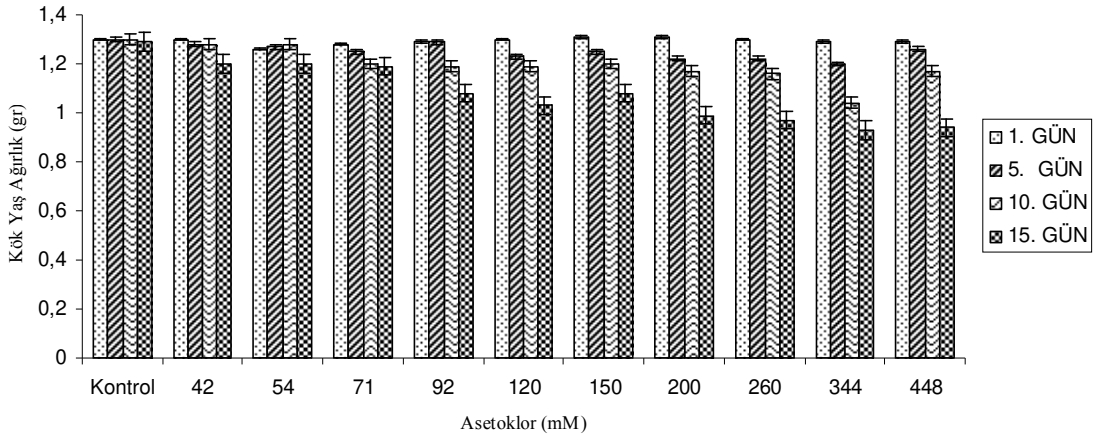
Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde gün içerisindeki kök yaş ağırlık değişimleri incelendiğinde 1. günde gruplar arasında belirgin bir farklılık olmayıp artan günlerde konsantrasyon artışına bağlı olarak uygulama gruplarında kontrole kıyasla azalma belirlendi (Çizelge 4.32, Şekil 4.32).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı kök yaş ağırlıkları incelendiğinde gün artışıyla birlikte yaş ağırlıkların azaldığı saptandı. Uygulama süresince en yüksek yaş ağırlık kontrol ve 42 mM asetoklor uygulanan gruplarda 1,30 gr, en düşük kök yaş ağırlığı 344 mM asetoklor uygulanan gruplarda 0,93 gr olarak belirlendi (Çizelge 4.32, Şekil 4.32).

Çizelge 4.32. Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı kök yaş ağırlıkları

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Kök Yaş Ağırlık (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 1,30a	a 1,30 a	a 1,30 a	a 1,29 a
42	a 1,30a	a 1,28 a	a 1,28 a	b 1,20 b
54	a 1,26a	a 1,27 a	a 1,28 a	b 1,20 b
71	a 1,28a	a 1,25 a	b 1,20 b	b 1,19 b
92	a 1,29a	a 1,29 a	b 1,19 b	c 1,08 c
120	a 1,30a	b 1,23 b	b 1,19 c	d 1,03 d
150	a 1,31a	a 1,25 b	b 1,20 c	c 1,08 d
200	a 1,31a	a 1,22 b	b 1,17 c	d 0,99 d
260	a 1,30a	a 1,22 b	b 1,16 c	d 0,97 d
344	a 1,29a	b 1,20 b	c 1,04 c	d 0,93 d
448	a 1,29a	a 1,26 a	b 1,17 b	d 0,94 c

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.32. Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı kök yaş ağırlıkları

4.5. Çimlenme Sonrası Atrazin ve Asetoklor Uygulanan *Z. mays* ve *P. sativum* Bitkilerinde Yaprak, Gövde ve Kök Kuru Ağırlıkları

Z. mays ve *P. sativum*'a atrazin ve asetoklor herbisitleri uygulaması sonrasında yaprak, gövde ve kök kuru ağırlıkları değerlendirildiğinde gün artışı ile birlikte yaprak, gövde ve kök kuru ağırlıklarında azalma olduğu saptandı (Çizelge 4.33–4.44).

Çizelge 4.33. Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı yaprak kuru ağırlıkları

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Yaprak Kuru Ağırlık (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0)Kontrol	a 0,22 a	a 0,22 a	a 0,22 a	a 0,21 a
21	a 0,28 a	a 0,27 a	a 0,27 a	a 0,26 a
27	a 0,29 a	a 0,23 b	a 0,23 b	a 0,24 b
35	a 0,27 a	a 0,23 b	a 0,23 b	a 0,19 c
46	a 0,26 a	a 0,22 b	a 0,20 b	a 0,19 b
59	a 0,25 a	a 0,20 b	a 0,18 b	a 0,17 b
77	a 0,26 a	b 0,14 b	b 0,15 b	b 0,13 b
101	a 0,29 a	b 0,16 b	b 0,14 b	b 0,13 b
131	a 0,27 a	a 0,22 b	a 0,17 c	b 0,14 c
171	a 0,27 a	a 0,19 b	a 0,17 b	a 0,16 b
222	a 0,26 a	a 0,20 b	a 0,18 b	a 0,17 b

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).

Çizelge 4.34. Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı yaprak kuru ağırlıkları

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Yaprak Kuru Ağırlık (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 0,22 a	a 0,22 a	a 0,22 a	a 0,21 a
0,76	a 0,29 a	a 0,30 a	a 0,28 a	a 0,27 a
1	a 0,28 a	a 0,29 a	a 0,27 a	a 0,24 b
1,3	a 0,27 a	a 0,23 b	a 0,23 b	b 0,19 c
1,7	a 0,26 a	a 0,22 b	a 0,20 b	b 0,19 b
2,1	a 0,25 a	a 0,20 b	b 0,18 b	b 0,17 b
2,8	a 0,26 a	b 0,14 b	b 0,13 b	b 0,13 b
3,7	a 0,26 a	b 0,16 b	b 0,14 b	b 0,13 b
4,8	a 0,27 a	a 0,22 a	b 0,17 b	b 0,14 b
6,2	a 0,27 a	b 0,19 b	b 0,17 b	b 0,17 b
8,7	a 0,26 a	a 0,20 b	b 0,18 b	b 0,17 b

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).

Çizelge 4.35. Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı yaprak kuru ağırlıkları

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Yaprak Kuru Ağırlıkları (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 0,32 a	a 0,32 a	a 0,32 a	a 0,31 a
42	a 0,32 a	b 0,25 b	b 0,25 b	a 0,26 b
54	a 0,30 a	b 0,23 b	b 0,23 b	a 0,24 b
71	a 0,29 a	b 0,23 b	b 0,20 b	b 0,19 b
92	a 0,28 a	b 0,21 b	b 0,20 b	b 0,19 b
120	a 0,25 a	b 0,20 b	b 0,18 b	b 0,16 b
150	a 0,26 a	c 0,14 b	c 0,15 b	b 0,13 b
200	a 0,29 a	c 0,15 b	c 0,14 b	b 0,13 b
260	a 0,30 a	b 0,22 b	c 0,14 c	b 0,14 c
344	a 0,27 a	b 0,19 b	c 0,12 c	b 0,16 b
448	a 0,28 a	b 0,18 b	c 0,19 b	b 0,17 b

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).

Çizelge 4.36. Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı yaprak kuru ağırlıkları

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Yaprak Kuru Ağırlık (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 0,32 a	a 0,32 a	a 0,32 a	a 0,31 a
42	b 0,25 a	b 0,24 a	b 0,25 a	b 0,24 a
54	b 0,23 b	a 0,29 a	b 0,27 a	b 0,24 b
71	b 0,23 a	b 0,23 a	b 0,23 a	b 0,19 b
92	b 0,21 a	b 0,22 a	b 0,20 b	b 0,19 b
120	b 0,25 a	b 0,20 b	b 0,18 b	b 0,18 b
150	b 0,21 a	b 0,15 b	b 0,13 b	b 0,13 b
200	b 0,26 a	b 0,14 b	b 0,14 b	b 0,13 b
260	b 0,25 a	b 0,22 a	b 0,15 b	b 0,14 b
344	b 0,27 a	b 0,19 b	b 0,17 b	b 0,16 b
448	b 0,22 a	b 0,15 b	b 0,16 b	b 0,16 b

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).

Çizelge 4.37. Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı gövde kuru ağırlıkları

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Gövde Kuru Ağırlık (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 0,15 a	a 0,15 a	b 0,16 a	b 0,15 a
21	a 0,19 a	a 0,20 a	a 0,21 a	a 0,20 a
27	a 0,18 a	a 0,19 a	b 0,17 a	b 0,14 b
35	a 0,19 a	a 0,13 b	b 0,13 b	b 0,14 b
46	a 0,18 a	a 0,15 b	a 0,20 a	a 0,19 a
59	a 0,16 a	a 0,16 a	b 0,17 a	b 0,16 a
77	a 0,20 a	b 0,10 b	b 0,11 b	b 0,11 b
101	a 0,20 a	a 0,12 b	b 0,14 b	b 0,13 b
131	a 0,17 a	a 0,16 a	b 0,11 b	b 0,10 b
171	a 0,17 a	a 0,19 a	b 0,17 a	a 0,17 a
222	a 0,16 a	a 0,15 a	b 0,15 a	a 0,17 a

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).

Çizelge 4.38. Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı gövde kuru ağırlıkları

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Gövde Kuru Ağırlık (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 0,15 a	b 0,15 a	b 0,14 a	b 0,14 a
0,76	a 0,19 a	a 0,20 a	a 0,21 a	a 0,20 a
1	a 0,18 a	a 0,19 a	a 0,17 a	b 0,14 b
1,3	a 0,19 a	b 0,13 b	b 0,13 b	b 0,14 b
1,7	a 0,18 a	a 0,15 b	a 0,20 a	a 0,19 a
2,1	a 0,16 a	a 0,16 a	a 0,17 a	b 0,16 a
2,8	a 0,20 a	b 0,10 b	b 0,11 b	c 0,11 b
3,7	a 0,20 a	b 0,12 b	b 0,14 b	b 0,13 b
4,8	a 0,17 a	a 0,16 a	b 0,11 b	c 0,10 b
6,2	a 0,17 a	a 0,19 a	a 0,17 a	b 0,17 a
8,7	a 0,16 a	b 0,15 a	b 0,15 a	b 0,17 a

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).

Çizelge 4.39. Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı gövde kuru ağırlıkları

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Gövde Kuru Ağırlıkları (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 0,17 a	a 0,17 a	a 0,17 a	a 0,16 a
42	a 0,20 a	a 0,19 a	a 0,18 a	a 0,19 a
54	a 0,23 a	a 0,18 b	a 0,17 b	a 0,16 b
71	a 0,22 a	a 0,22 a	a 0,17 b	a 0,18 b
92	a 0,19 a	a 0,16 b	a 0,18 a	a 0,15 b
120	a 0,18 a	a 0,16 a	a 0,18 a	a 0,17 a
150	a 0,20 a	b 0,10 b	a 0,20 a	a 0,16 b
200	a 0,15 a	b 0,11 b	a 0,19 a	a 0,15 a
260	a 0,19 a	b 0,10 b	a 0,17 a	a 0,17 a
344	a 0,18 a	a 0,14 b	a 0,17 a	a 0,13 b
448	a 0,17 a	b 0,11 b	a 0,16 a	a 0,11 b

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).

Çizelge 4.40. Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı gövde kuru ağırlıkları

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Gövde Kuru Ağırlık (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 0,17 a	a 0,17 a	a 0,17 a	a 0,16 a
42	a 0,17 a	b 0,14 a	a 0,15 a	a 0,14 a
54	a 0,17 a	a 0,19 a	a 0,17 a	a 0,18 a
71	a 0,16 a	b 0,14 a	a 0,14 a	a 0,14 a
92	a 0,19 a	a 0,20 a	a 0,19 a	a 0,18 a
120	a 0,21 a	a 0,19 a	a 0,18 a	a 0,18 a
150	a 0,21 a	a 0,17 b	a 0,16 b	a 0,17 b
200	a 0,20 a	a 0,15 b	a 0,16 b	a 0,16 b
260	a 0,21 a	a 0,22 a	a 0,15 b	a 0,13 b
344	a 0,20 a	a 0,18 a	a 0,12 b	a 0,13 b
448	a 0,17 a	a 0,16 a	a 0,15 a	a 0,15 a

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).

Çizelge 4.41. Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı kök kuru ağırlıkları

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Kök Kuru Ağırlık (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 0,10 a	a 0,10 a	a 0,10 a	a 0,10 a
21	a 0,09 a	a 0,08 a	a 0,09 a	a 0,09 a
27	a 0,07 a	a 0,07 a	a 0,08 a	a 0,08 a
35	a 0,09 a	a 0,09 a	a 0,09 a	a 0,05 b
46	a 0,09 a	a 0,08 a	a 0,06 b	a 0,06 b
59	a 0,10 a	a 0,08 a	a 0,08 a	a 0,09 a
77	a 0,09 a	a 0,10 a	a 0,11 a	a 0,11 a
101	a 0,09 a	a 0,10 a	a 0,06 b	a 0,06 b
131	a 0,07 a	a 0,07 a	a 0,06 a	a 0,07 a
171	a 0,09 a	a 0,08 a	a 0,06 b	a 0,06 b
222	a 0,09 a	a 0,05 b	a 0,06 b	a 0,09 a

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).

Çizelge 4.42. Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı kök kuru ağırlıkları

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Kök Kuru Ağırlık (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 0,10 a	a 0,10 a	a 0,10 a	a 0,10 a
0,76	a 0,09 a	a 0,08 a	a 0,08 a	a 0,08 a
1	a 0,08 a	a 0,09 a	a 0,08 a	a 0,08 a
1,3	a 0,09 a	a 0,10 a	a 0,10 a	b 0,05 b
1,7	a 0,09 a	a 0,08 a	a 0,06 b	b 0,06 b
2,1	a 0,10 a	a 0,08 a	a 0,08 a	a 0,09 a
2,8	a 0,09 a	a 0,10 a	a 0,11 a	a 0,11 a
3,7	a 0,10 a	a 0,10 a	b 0,06 b	b 0,06 b
4,8	a 0,08 a	a 0,08 a	a 0,08 a	a 0,07 a
6,2	a 0,08 a	a 0,09 a	a 0,05 b	b 0,05 b
8,7	a 0,09 a	b 0,05 b	a 0,05 b	a 0,07 a

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).

Çizelge 4.43. Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı kök kuru ağırlıkları

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Kök Kuru Ağırlıkları (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 0,10 a	a 0,09 a	a 0,10 a	a 0,10 a
42	a 0,09 a	a 0,09 a	a 0,08 a	a 0,08 a
54	a 0,08 a	a 0,08 a	a 0,08 a	a 0,08 a
71	a 0,09 a	a 0,10 a	a 0,10 a	b 0,06 b
92	a 0,08 a	a 0,07 a	a 0,07 a	c 0,04 b
120	a 0,10 a	a 0,09 a	a 0,09 a	a 0,08 a
150	a 0,09 a	a 0,10 a	a 0,09 a	a 0,08 a
200	a 0,07 a	a 0,08 a	a 0,07 a	a 0,07 a
260	a 0,08 a	a 0,08 a	a 0,08 a	a 0,07 a
344	a 0,07 a	a 0,08 a	b 0,05 b	b 0,05 b
448	a 0,09 a	b 0,06 b	b 0,06 b	a 0,09 a

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).

Çizelge 4.44. Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı kök kuru ağırlıkları

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Kök Kuru Ağırlık (gr)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 0,10 a	a 0,09 a	a 0,10 a	a 0,10 a
42	a 0,08 a	b 0,07 a	a 0,08 a	a 0,08 a
54	a 0,09 a	a 0,09 a	a 0,08 a	a 0,08 a
71	a 0,08 a	a 0,10 a	a 0,10 a	b 0,05 b
92	a 0,07 a	a 0,08 a	a 0,07 a	b 0,04 b
120	a 0,10 a	a 0,08 a	a 0,08 a	a 0,08 a
150	a 0,09 a	a 0,10 a	a 0,09 a	a 0,10 a
200	a 0,10 a	a 0,10 a	b 0,06 b	b 0,06 b
260	a 0,08 a	a 0,08 a	a 0,08 a	a 0,07 a
344	a 0,07 a	a 0,08 a	b 0,05 b	b 0,05 b
448	a 0,09 a	b 0,06 b	b 0,06 b	a 0,09 a

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).

4.6. Çimlenme Sonrası Atrazin ve Asetoklor Uygulanan *Z. mays* ve *P. sativum* Bitkilerinin Yapraklarındaki Oransal Su İçeriği

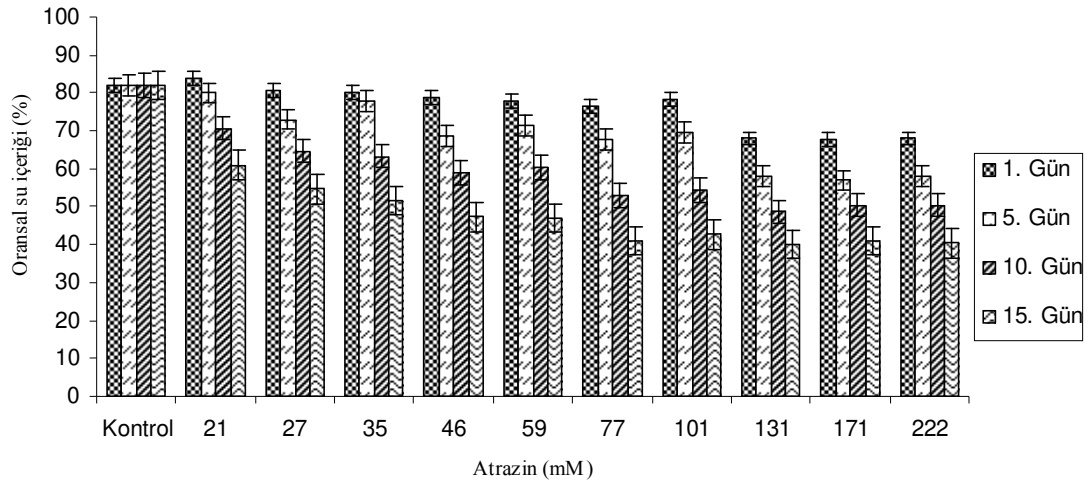
Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *Z. mays* yapraklarında gün içerisindeki oransal su içeriği değişimleri incelendiğinde 1. günde en düşük oransal su içeriği 222 mM atrazin uygulanan gruplarda % 68 olarak saptandı (Çizelge 4.45, Şekil 4.33). Oransal su içeriğinin 5., 10. ve 15. günlerde artan atrazin konsantrasyonu ile birlikte azalış gösterdiği belirlendi (Çizelge 4.45, Şekil 4.33).

Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı oransal su içeriği değerlendirildiğinde gün artışına paralel olarak oransal su içeriklerinin 21 mM atrazin uygulanan gruplar (% 84,00) dışında kontrole (% 82,07) kıyasla azaldığı belirlendi. En düşük oransal su içeriği 131 mM atrazin uygulanan gruplarda % 40,00 olarak belirlendi (Çizelge 4.45, Şekil 4.33).

Çizelge 4.45. Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *Z. mays* yapraklarında oransal su içeriği

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Oransal Su içeriği (%)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0)Kontrol	a 82,07 a	a 82,03 a	a 82,00 a	a 82,00 a
21	a 84,00 a	a 80,00 b	b 70,67 c	b 61,00 d
27	a 80,67 a	b 73,00 b	c 64,67 c	c 54,67 d
35	a 80,33 a	a 78,00 b	c 63,33 c	c 51,67 d
46	a 78,67 a	b 68,67 b	c 59,00 c	d 47,33 d
59	a 78,00 a	b 71,33 b	c 60,33 c	d 47,00 d
77	a 76,67 a	b 67,67 b	c 53,00 c	d 41,00 d
101	a 78,33 a	b 69,67 b	c 54,33 c	d 42,67 d
131	b 68,00 a	c 58,00 b	d 48,67 c	d 40,00 d
171	b 67,67 a	c 57,00 b	c 50,33 c	d 41,00 d
222	b 68,00 a	c 58,00 b	c 50,33 c	d 40,33 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.33. Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı oransal su içeriği

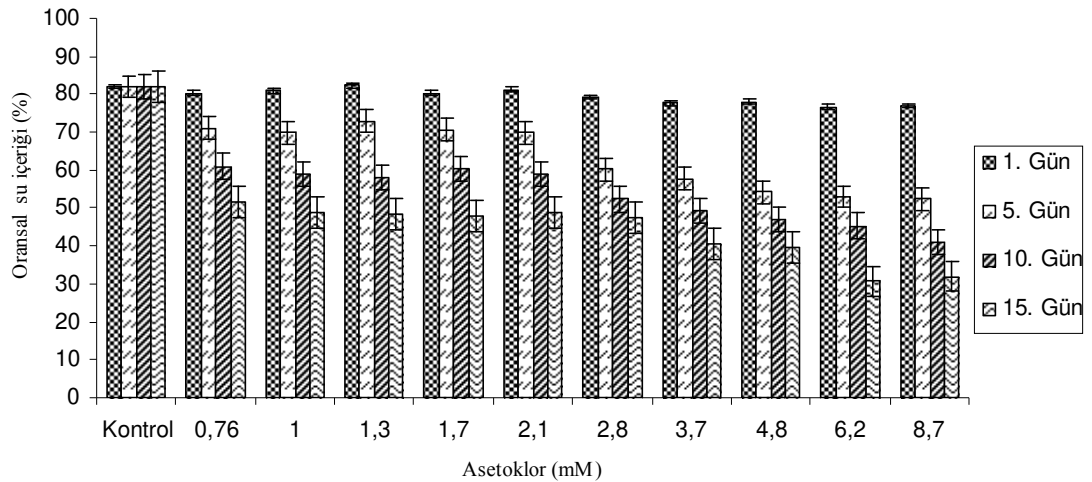
Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *Z. mays* yapraklarında gün içerisindeki oransal su içeriği değişimleri incelendiğinde 1. günde gruplar arasında belirgin bir farklılık olmayıp artan günlerde konsantrasyon artışına bağlı olarak uygulama gruplarında kontrole kıyasla azalma saptandı (Çizelge 4.46, Şekil 4.34).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı oransal su içeriği değerlendirildiğinde gün artışına paralel olarak oransal su içeriklerinin azaldığı bulundu. En düşük oransal su içeriği 6,2 mM asetoklor uygulanan gruplarda % 30,67 olarak belirlendi (Çizelge 4.46, Şekil 4.34).

Çizelge 4.46. Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *Z. mays* yapraklarında oransal su içeriği

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Oransal Su içeriği (%)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 82,07 a	a 82,03 a	a 82,00 a	a 82,00 a
0,76	a 80,33 a	b 71,00 b	b 61,00 c	b 51,67 d
1	a 81,00 a	b 70,00 b	b 59,00 c	b 49,00 d
1,3	a 82,33 a	b 73,00 b	b 58,00 c	b 48,33 d
1,7	a 80,33 a	b 70,67 b	b 60,33 c	b 48,00 d
2,1	a 81,33 a	b 70,00 b	b 59,00 c	b 49,00 d
2,8	a 79,33 a	c 60,33 b	c 52,33 c	b 47,33 d
3,7	a 77,67 a	c 57,67 b	c 49,33 c	c 40,67 d
4,8	a 78,00 a	c 54,33 b	c 47,00 c	c 39,67 d
6,2	a 76,67 a	c 53,00 b	c 45,33 c	d 30,67 d
8,7	a 77,00 a	c 52,33 b	c 41,00 c	d 32,00 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.34. Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı oransal su içeriği

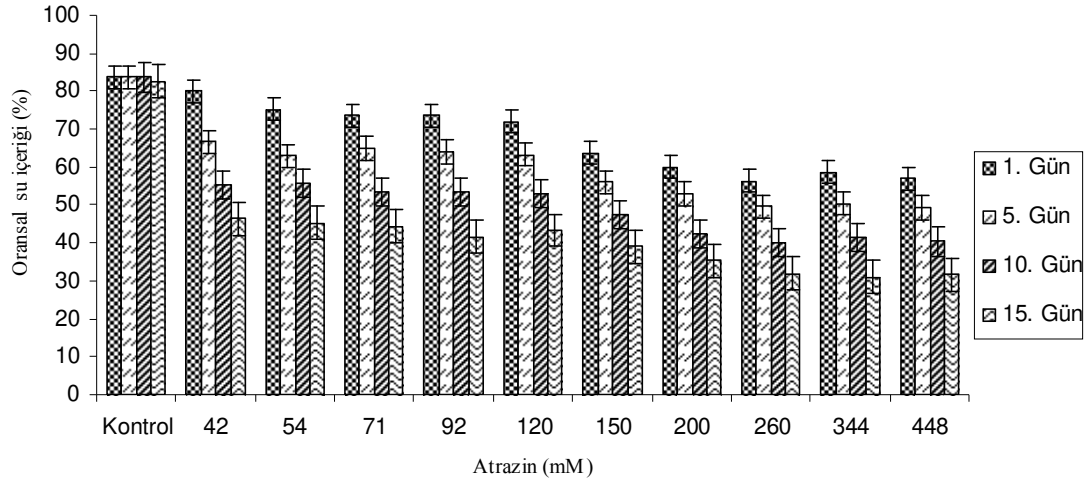
Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *P. sativum* yapraklarında gün içerisindeki oransal su içeriği değişimleri incelendiğinde 1. günde en düşük oransal su içeriği 448 mM atrazin uygulanan gruplarda % 57 olarak belirlendi. Uygulama yapılan diğer günlerde de gün içerisinde konsantrasyon artışına bağlı olarak oransal su içeriğinin azaldığı belirlendi (Çizelge 4.47, Şekil 4.35).

Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı oransal su içeriği değerlendirildiğinde gün artışına paralel olarak oransal su içeriklerinin kontrole (% 83,67) kıyasla azaldığı saptandı. En düşük oransal su içeriği 15. günde 344 mM atrazin uygulanan gruplarda % 31 olarak belirlendi (Çizelge 4.47, Şekil 4.35).

Çizelge 4.47. Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *P. sativum* yapraklarında oransal su içeriği

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Oransal Su içeriği (%)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 83,67 a	a 83,67 a	a 83,67 a	a 82,67 a
42	a 80,00 a	b 66,67 b	b 55,33 c	b 46,33 d
54	b 75,33 a	b 63,00 b	b 55,67 c	b 45,33 d
71	b 73,67 a	b 65,00 b	b 53,33 c	b 44,33 d
92	b 73,67 a	b 64,00 b	b 53,33 c	b 41,67 d
120	b 72,00 a	b 63,33 b	b 53,00 c	b 43,33 d
150	c 63,67 a	c 56,00 b	c 47,33 c	b 39,00 d
200	c 60,00 a	c 53,00 b	c 42,33 c	b 35,33 d
260	c 56,33 a	c 49,67 b	c 40,00 c	c 32,00 d
344	c 58,67 a	c 50,33 b	c 41,33 c	c 31,00 d
448	c 57,00 a	c 49,33 b	c 40,33 c	c 31,67 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.35. Çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinin yapraklarında günlere bağlı oransal su içeriği

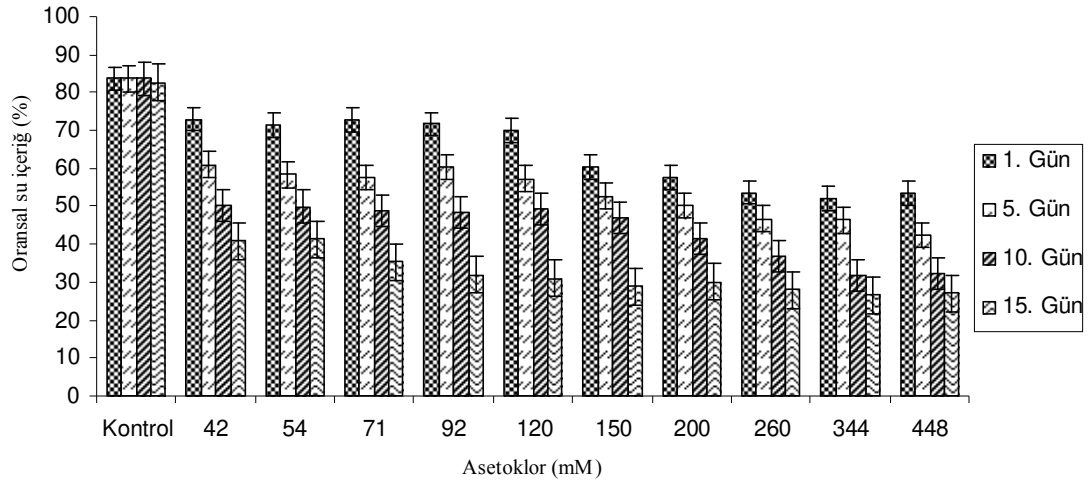
Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *P. sativum* yapraklarında gün içerisindeki oransal su içeriği değişimleri incelendiğinde 1. günde en yüksek oransal su içeriği kontrol grubunda (% 83,67), en düşük oransal su içeriği ise 344 mM asetoklor uygulanan gruplarda % 52 olarak belirlendi. Uygulama yapılan diğer günlerde de konsantrasyon artışıyla birlikte oransal su içeriğinin azaldığı saptandı (Çizelge 4.48, Şekil 4.36).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı oransal su içeriği değerlendirildiğinde gün artışına paralel olarak oransal su içeriklerinin azaldığı belirlendi. En düşük oransal su içeriği 15. günde 344 mM asetoklor uygulanan gruplarda % 26,67 olarak gözlemlendi (Çizelge 4.48, Şekil 4.36).

Çizelge 4.48. Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *P. sativum* yapraklarında oransal su içeriği

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Oransal Su içeriği (%)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 83,67 a	a 83,67 a	a 83,67 a	a 82,67 a
42	b 73,00 a	b 61,00 b	b 50,33 c	b 41,00 d
54	b 71,33 a	b 58,33 b	b 50,00 c	b 41,33 d
71	b 72,67 a	b 57,67 b	b 49,00 c	c 35,33 d
92	b 71,67 a	b 60,33 b	b 48,33 c	c 32,00 d
120	b 70,00 a	b 57,33 b	b 49,33 c	c 31,00 d
150	c 60,33 a	b 52,66 b	b 47,00 c	c 29,00 d
200	c 57,67 a	b 50,33 b	b 41,33 c	c 30,00 d
260	c 53,67 a	c 46,67 b	c 37,00 c	c 28,00 d
344	c 52,00 a	c 46,33 b	c 31,67 c	c 26,67 d
448	c 53,33 a	c 42,33 b	c 32,33 c	c 27,00 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.36. Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı oransal su içeriği

4.7. Çimlenme Sonrası Atrazin ve Asetoklor Uygulanan *Z. mays* ve *P. sativum* Yapraklarında MDA Değişimleri

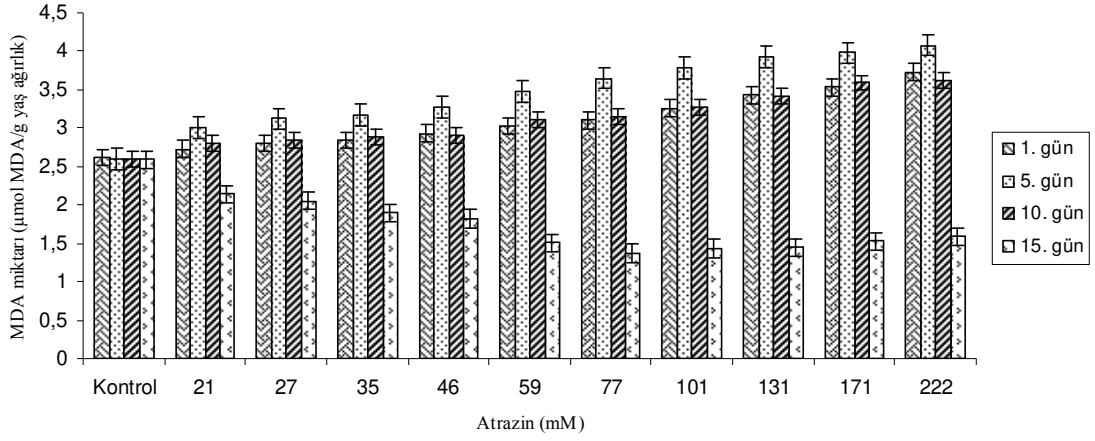
Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında 1., 5., 10. ve 15. günlerde konsantrasyona bağlı MDA miktarındaki değişimler incelendiğinde 1., 5., ve 10. günlerde MDA oranının artan atrazin konsantrasyonlarıyla birlikte artış gösterdiği belirlendi. MDA uygulama gruplarında kontrolden daha yüksek saptandı. 15. günde ise MDA miktarı kontrolden daha düşük bulundu (Çizelge 4.49, Şekil 4.37).

Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı olarak MDA miktarları değerlendirildiğinde MDA oranının 5. günde artış gösterdiği, 10. ve 15. günlerde azaldığı saptandı (Çizelge 4.49, Şekil 4.37).

Çizelge 4.49. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı olarak MDA miktarındaki değişimler (µmol MDA/g yaş ağırlık)

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	MDA (µmol MDA/g yaş ağırlık)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0)Kontrol	h 2,62 a	h 2,60 a	f 2,60 a	a 2,59 a
21	g 2,73 b	g 3,01 a	e 2,80 b	b 2,14 c
27	g 2,80 b	f 3,12 a	e 2,85 b	b 2,05 c
35	g 2,84 b	f 3,17 a	e 2,88 b	c 1,90 c
46	f 2,93 b	e 3,27 a	e 2,91 b	c 1,82 c
59	e 3,03 b	d 3,47 a	d 3,11 b	d 1,51 c
77	e 3,10 b	c 3,65 a	d 3,15 b	e 1,37 c
101	d 3,26 b	b 3,79 a	c 3,28 b	e 1,43 c
131	c 3,43 b	a 3,93 a	b 3,42 b	e 1,45 c
171	b 3,53 b	a 3,98 a	a 3,59 b	d 1,53 c
222	a 3,73 b	a 4,08 a	a 3,62 c	d 1,59 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.37. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı MDA miktarındaki değişimler

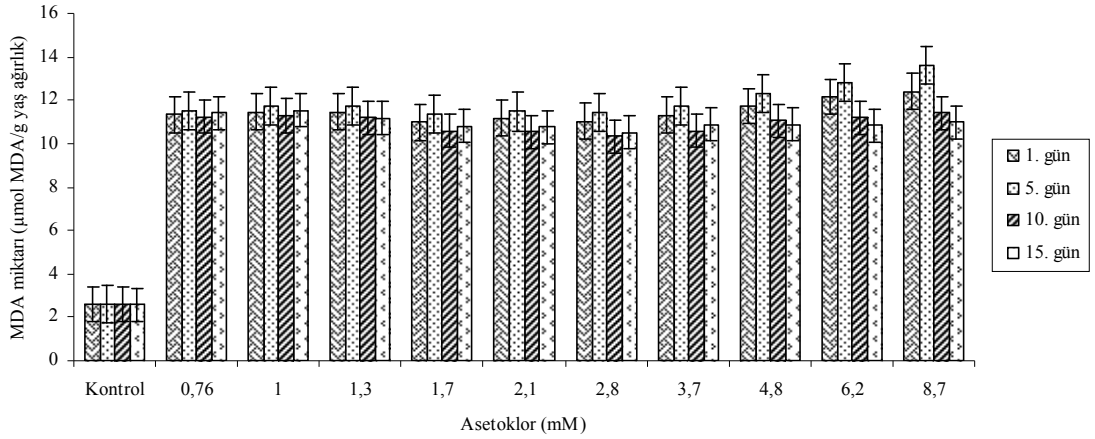
Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* bitkisinde 1. gündeki MDA verileri incelendiğinde en düşük MDA değeri 2,62 $\mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık ile kontrol grubunda, en yüksek MDA değeri ise 12,40 $\mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık olarak 8,7 mM asetoklor uygulanan gruplarda saptandı. 5. günde MDA değerleri uygulama yapılan tüm konsantrasyonlarda artış gösterdi. 10. ve 15. günlerde MDA miktarı azaldı. (Çizelge 4.50, Şekil 4.38).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı olarak MDA verileri değerlendirildiğinde tüm asetoklor uygulanan gruplarda 5. günde MDA miktarlarının artış gösterdiği 10. ve 15. günlerde azaldığı saptandı (Çizelge 4.50, Şekil 4.38).

Çizelge 4.50. Çimlenme sonrası uygulanan asetoklor herbisitinin *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı MDA miktarındaki değişimleri (µmol MDA/g yaş ağırlık)

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	MDA (µmol MDA/g yaş ağırlık)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	h 2,62 a	g 2,60 a	f 2,60 a	h 2,59 a
0,76	e 11,35 b	e 11,53 a	b 11,23 c	b 11,41 b
1	d 11,46 b	d 11,71 a	b 11,30 c	a 11,52 b
1,3	d 11,46 b	d 11,75 a	b 11,19 c	c 11,18 c
1,7	g 10,98 b	f 11,39 a	d 10,59 d	e 10,81 c
2,1	f 11,18 b	e 11,48 a	d 10,54 d	f 10,76 c
2,8	g 11,04 b	e 11,42 a	e 10,33 d	g 10,51 c
3,7	e 11,32 b	d 11,74 a	d 10,60 d	e 10,88 c
4,8	c 11,72 b	c 12,31 a	c 11,05 c	e 10,89 d
6,2	b 12,15 b	b 12,80 a	b 11,20 c	e 10,83 d
8,7	a 12,40 b	a 13,63 a	a 11,42 c	d 10,99 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.38. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı olarak MDA miktarındaki değişimler

Çimlenme sonrası uygulanan atrazin herbisitinin *P. sativum* yapraklarında 1., 5., 10. ve 15. günlerde konsantrasyona bağlı MDA içeriğindeki değişimler değerlendirildiğinde MDA miktarının artan konsantrasyonlarla birlikte 5. günde artış gösterdiği, 10. ve 15. günlerde azaldığı belirlendi. Uygulama gruplarında MDA

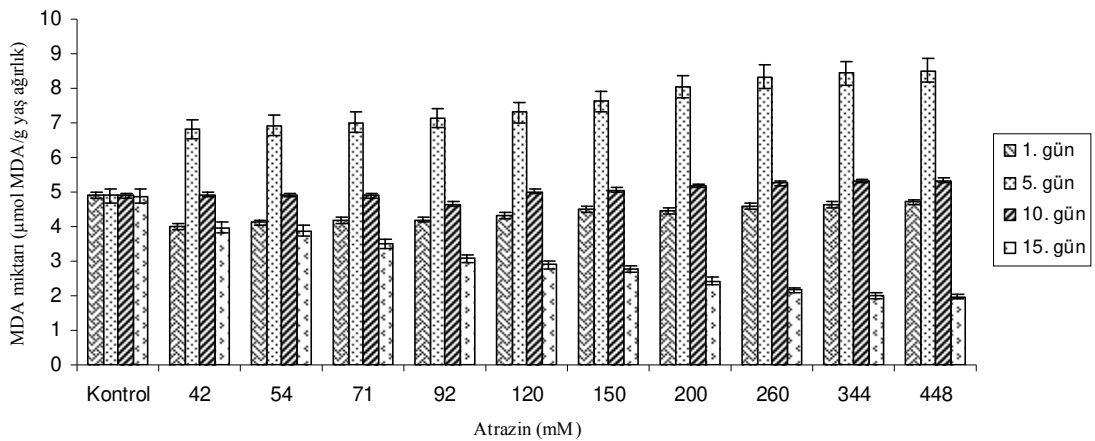
kontrolden daha yüksek saptandı. MDA miktarı 15. günde uygulama yapılan tüm gruplarda kontrolden daha düşük bulundu (Çizelge 4.51, Şekil 4.39).

Çimlenme sonrası uygulanan atrazin herbisitinin *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı olarak MDA miktarındaki değişimler değerlendirildiğinde MDA miktarının 5. günde artış gösterdiği, 10. ve 15. günlerde azaldığı saptandı (Çizelge 4.51, Şekil 4.39).

Çizelge 4.51. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı MDA miktarındaki değişimler (µmol MDA/g yaş ağırlık)

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	MDA (µmol MDA/g yaş ağırlık)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	a 4,90 a	j 4,90 a	e 4,89 a	a 4,88 a
42	g 4,01 c	i 6,84 a	e 4,93 b	b 3,96 c
54	f 4,12 c	h 6,93 a	e 4,91 b	c 3,87 d
71	f 4,18 c	g 7,02 a	e 4,90 b	d 3,50 d
92	f 4,20 c	f 7,14 a	f 4,65 b	e 3,08 d
120	e 4,32 c	e 7,30 a	d 5,02 b	f 2,89 d
150	d 4,50 c	d 7,62 a	d 5,06 b	g 2,77 d
200	d 4,46 c	c 8,05 a	c 5,18 b	h 2,43 d
260	c 4,59 c	b 8,34 a	b 5,26 b	i 2,16 d
344	b 4,65 c	a 8,44 a	b 5,32 b	j 2,01 d
448	b 4,71 c	a 8,52 a	a 5,34 b	k 1,97 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.39. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı olarak MDA miktarındaki değişimler

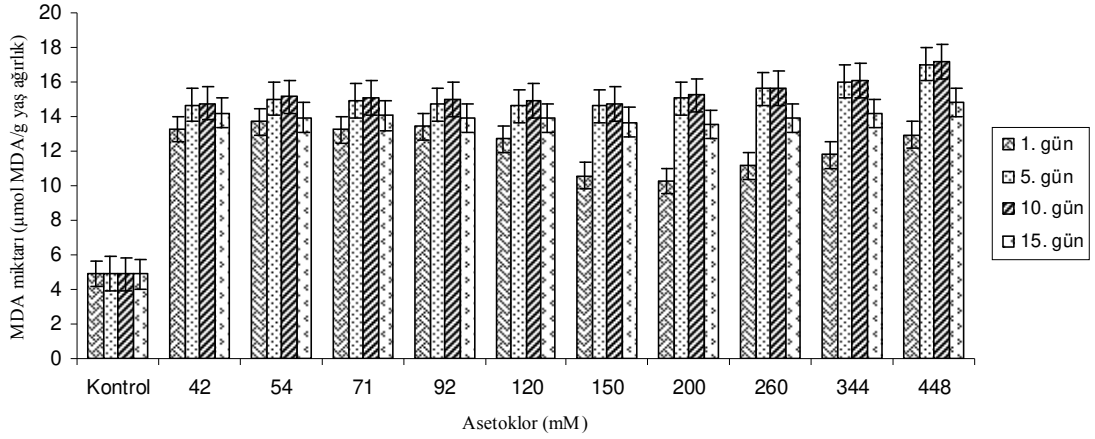
Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında 1. gündeki MDA verileri incelendiğinde en düşük MDA değeri kontrol grubunda 4,90 $\mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık olarak en yüksek MDA değeri ise 13,71 $\mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık ile 54 mM asetoklor uygulanan gruplarda belirlendi. En düşük MDA değeri 5. günde 4,90 $\mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık ile kontrol grubunda en yüksek MDA değeri 17,04 $\mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık olarak 448 mM asetoklor uygulanan gruplarda bulundu. Uygulama gruplarında 10. günde en düşük MDA değeri kontrol grubunda, en yüksek MDA değeri 448 mM asetoklor uygulanan gruplarda saptandı. 15. günde ise en yüksek MDA değeri 14,83 $\mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık ile 448 mM asetoklor uygulanan gruplarda en düşük değer ise 4,88 $\mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık ile kontrol gruplarında saptandı (Çizelge 4.52, Şekil 4.40).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı olarak MDA verileri değerlendirildiğinde tüm asetoklor uygulanan gruplarda 5. ve 10. günlerde MDA değerlerinin arttığı 15. günde azaldığı belirlendi (Çizelge 4.52 ve Şekil 4.40).

Çizelge 4.52. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı olarak MDA miktarındaki değişimler ($\mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık)

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	MDA ($\mu\text{mol MDA/g}$ yaş ağırlık)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	j 4,90 a	g 4,90 a	g 4,89 a	g 4,88 a
42	c 13,27 c	f 14,65 a	f 14,77 a	b 14,22 b
54	a 13,71 c	d 15,02 a	d 15,15 a	d 13,95 b
71	c 13,24 d	e 14,90 b	d 15,10 a	c 14,06 c
92	b 13,42 d	f 14,69 b	e 14,98 a	d 13,89 c
120	e 12,70 d	f 14,60 b	e 14,92 a	d 13,89 c
150	h 10,56 d	f 14,62 b	f 14,74 a	e 13,68 c
200	i 10,28 d	d 15,06 b	c 15,24 a	f 13,52 c
260	g 11,17 c	c 15,61 a	c 15,66 a	d 13,92 b
344	f 11,78 c	b 16,04 a	b 16,11 a	b 14,20 b
448	d 12,92 c	a 17,04 a	a 17,17 a	a 14,83 b

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.40. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı olarak MDA miktarındaki değişimler

4.8. Çimlenme Sonrası Atrazin ve Asetoklor Uygulanan *Z. mays* ve *P. sativum* Yapraklarında Peroksidaz Aktivitesi Değişimleri

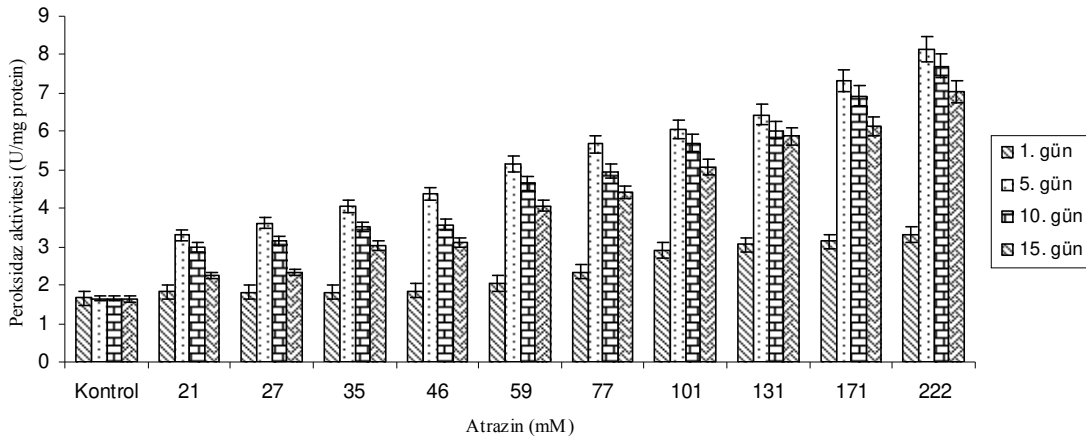
Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında 1. günde peroksidaz aktivitesindeki değişimler incelendiğinde en düşük peroksidaz aktivitesi 1,66 U/mg protein olarak kontrol grubunda, en yüksek peroksidaz aktivitesi ise 3,31 U/mg protein ile 222 mM atrazin uygulanan gruplarda belirlendi. Uygulama gruplarında 5., 10. ve 15. günlerde artan atrazin konsantrasyonlarına bağlı olarak peroksidaz aktivitesi de artış gösterdi (Çizelge 4.53, Şekil 4.41).

Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı olarak peroksidaz aktivitesindeki değişimler incelendiğinde 21–222 mM atrazin aralığında peroksidaz aktivitesinin 5. günde artış gösterirken 10. ve 15. günlerde azaldığı belirlendi (Çizelge 4.53, Şekil 4.41).

Çizelge 4.53 Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı peroksidaz aktivitesindeki değişimler (U/mg protein)

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Peroksidaz Aktivitesi (U/mg protein)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
Kontrol	h 1,66 a	k 1,65 a	j 1,65 a	k 1,64 a
21	g 1,83 d	j 3,30 a	i 3,00 b	j 2,26 c
27	g 1,81 d	i 3,61 a	h 3,14 b	i 2,34 c
35	g 1,81 d	h 4,04 a	g 3,52 b	h 3,03 c
46	g 1,86 d	g 4,38 a	g 3,57 b	g 3,12 c
59	f 2,05 d	f 5,15 a	f 4,65 b	f 4,07 c
77	e 2,35 d	e 5,68 a	e 4,97 b	e 4,42 c
101	d 2,91 d	d 6,06 a	d 5,70 b	d 5,08 c
131	c 3,06 d	c 6,44 a	c 6,03 b	c 5,88 c
171	b 3,13 d	b 7,32 a	b 6,93 b	b 6,12 c
222	a 3,31 d	a 8,13 a	a 7,71 b	a 7,04 c

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.41. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı peroksidaz aktivitesindeki değişimler

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında 1. günde peroksidaz aktivitesindeki değişimler incelendiğinde en düşük peroksidaz aktivitesi 1,66 U/mg protein olarak kontrol grubunda, en yüksek aktivite ise 4,15 U/mg protein ile

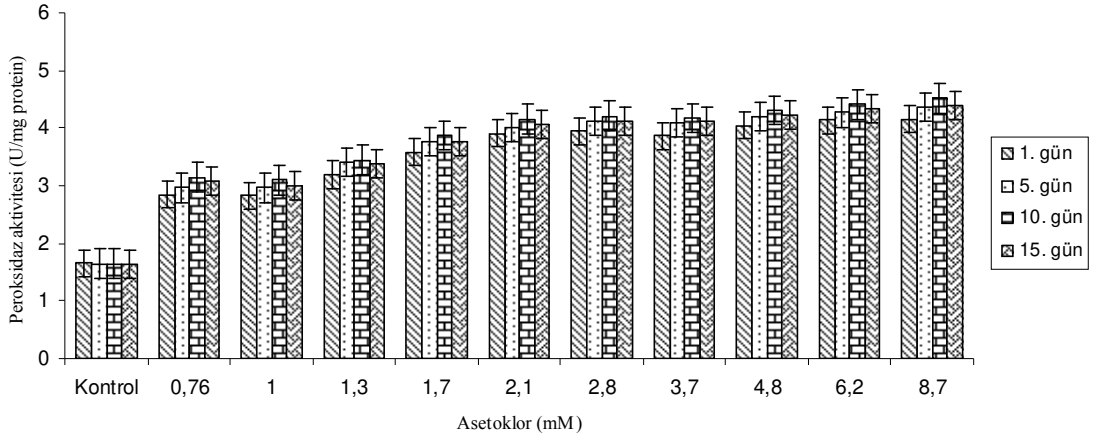
8,7 mM asetoklor uygulanan gruplarda saptandı (Çizelge 4.54, Şekil 4.42). 5. gündeki peroksidaz aktivitesindeki değişimler değerlendirildiğinde en düşük peroksidaz aktivitesi kontrol grubunda 1,65 U/mg protein, en yüksek peroksidaz aktivitesi 4,37 U/mg protein olarak 8,7 mM asetoklor uygulanan gruplarda belirlendi. 10. günde genel olarak artan asetoklor konsantrasyonlarıyla birlikte peroksidaz aktivitesinin de artış gösterdiği saptandı. 15. günde en yüksek peroksidaz aktivitesi 4,40 U/mg protein ile 8,7 mM asetoklor uygulanan gruplarda belirlendi (Çizelge 4.54, Şekil 4.42).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı olarak peroksidaz aktivitesindeki değişimler incelendiğinde 0,76 mM–8,7 mM asetoklor uygulanan gruplarda peroksidaz aktivitesinin 5. ve 10. günde artış, 15. günde azalış gösterdiği saptandı (Çizelge 4.54, Şekil 4.42).

Çizelge 4.54. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı peroksidaz aktivitesindeki değişimler (U/mg protein)

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Peroksidaz Aktivitesi (U/mg protein)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	g 1,66 a	h 1,65 a	h 1,65 a	g 1,64 a
0,76	f 2,85 c	g 2,96 b	g 3,14 a	f 3,09 a
1	f 2,83 c	g 2,96 b	g 3,10 a	f 3,00 a
1,3	e 3,19 c	f 3,40 b	f 3,45 a	e 3,38 b
1,7	d 3,58 c	e 3,76 b	e 3,87 a	d 3,77 b
2,1	c 3,91 c	d 4,01 b	d 4,15 a	c 4,06 b
2,8	c 3,95 c	c 4,11 b	d 4,21 a	c 4,12 b
3,7	c 3,87 c	c 4,08 b	d 4,17 a	c 4,11 a
4,8	b 4,05 c	b 4,21 b	c 4,31 a	b 4,23 b
6,2	a 4,14 d	b 4,27 c	b 4,41 a	a 4,34 b
8,7	a 4,15 c	a 4,37 b	a 4,52 a	a 4,40 b

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.42. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı peroksidaz aktivitesindeki değişimler

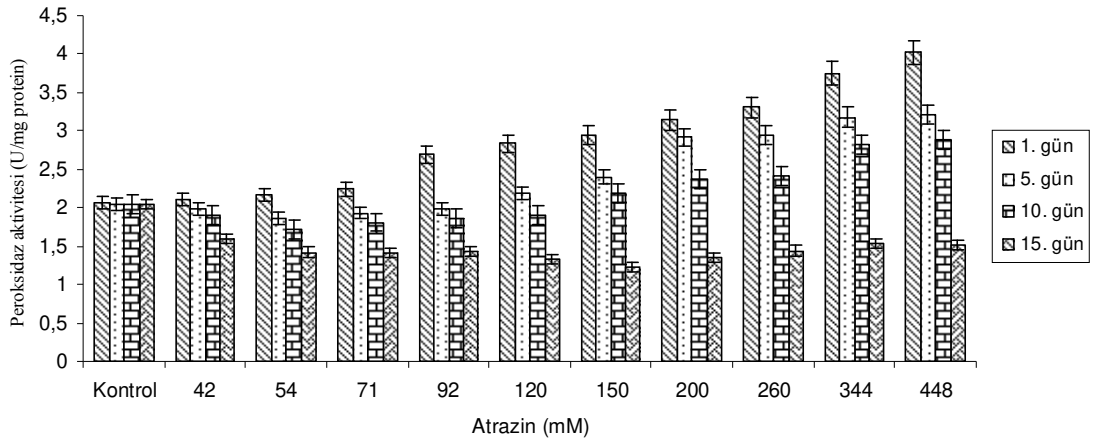
Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında 1. günde artan atrazin konsantrasyonuna bağlı olarak peroksidaz aktivitesinin artış gösterdiği belirlendi. En yüksek peroksidaz aktivitesi 1. günde 448 mM atrazin uygulanan gruplarda 4,02 U/mg protein olarak saptandı. 5. ve 10. günlerde ara konsantrasyonlarda azalış ve artışlar belirlendi. En yüksek peroksidaz aktivitesi 15. günde 2,05 U/mg protein ile kontrol grubunda en düşük peroksidaz aktivitesi 1,23 U/mg protein olarak 150 mM atrazin uygulanan gruplarda bulundu (Çizelge 4.55, Şekil 4.43).

Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı olarak peroksidaz aktivitesindeki değişimler incelendiğinde 5. günde artan peroksidaz aktivitesinin 10. ve 15. günlerde azaldığı belirlendi (Çizelge 4.55, Şekil 4.43).

Çizelge 4.55. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı peroksidaz aktivitesindeki değişimler (U/mg protein)

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Peroksidaz Aktivitesi (U/mg protein)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	j 2,07 a	e 2,05 a	d 2,05 a	a 2,05 a
42	i 2,11 a	e 1,99 b	e 1,90 b	b 1,60 c
54	i 2,17 a	f 1,86 b	g 1,71 c	c 1,42 d
71	h 2,24 a	e 1,93 b	f 1,81 c	c 1,41 d
92	g 2,69 a	e 1,99 b	e 1,87 c	c 1,43 d
120	f 2,84 a	d 2,19 b	e 1,90 c	d 1,33 d
150	e 2,95 a	c 2,40 b	c 2,18 c	e 1,23 d
200	d 3,14 a	b 2,92 b	b 2,38 c	d 1,35 d
260	c 3,31 a	b 2,95 b	b 2,42 c	c 1,44 d
344	b 3,75 a	a 3,18 b	a 2,82 c	b 1,54 d
448	a 4,02 a	a 3,21 b	a 2,89 c	b 1,51 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.43. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı peroksidaz aktivitesindeki değişimler

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında 1. günde peroksidaz aktivitesindeki değişimler değerlendirildiğinde en düşük peroksidaz aktivitesi 2,07 U/mg protein olarak kontrol grubunda, en yüksek aktivite ise 448 mM

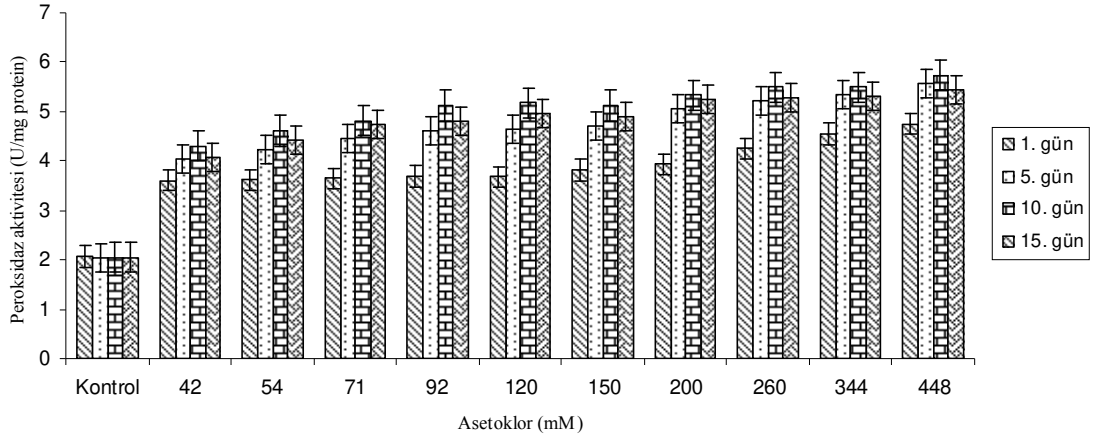
asetoklor uygulanan gruplarda 4,75 U/mg protein olarak bulundu. Genel olarak 5., 10 ve 15. günlerde artan asetoklor konsantrasyonlarına bağlı olarak peroksidaz aktivitesi de artış gösterdi (Çizelge 4.56, Şekil 4.44).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı peroksidaz aktivitesindeki değişimler incelendiğinde peroksidaz aktivitesinin tüm konsantrasyonlar için 5. ve 10. günlerde artarken 15. günde azaldığı saptandı (Çizelge 4.56, Şekil 4.44).

Çizelge 4.56 Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı peroksidaz aktivitesindeki değişimler (U/mg protein)

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Peroksidaz Aktivitesi (U/mg protein)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	g 2,07 a	i 2,05 a	h 2,05 a	h 2,05 a
42	f 3,60 c	h 4,03 b	g 4,30 a	g 4,07 b
54	f 3,62 d	g 4,22 c	f 4,61 a	f 4,41 b
71	f 3,65 d	f 4,45 c	e 4,82 a	e 4,73 b
92	f 3,69 d	e 4,60 c	d 5,12 a	e 4,80 b
120	f 3,68 d	e 4,66 c	d 5,18 a	d 4,97 b
150	e 3,82 d	e 4,71 c	d 5,12 a	d 4,91 b
200	d 3,94 d	d 5,06 c	c 5,34 a	c 5,24 b
260	c 4,26 c	c 5,22 b	b 5,49 a	c 5,28 b
344	b 4,55 c	b 5,34 b	b 5,49 a	b 5,32 b
448	a 4,75 d	a 5,58 b	a 5,74 a	a 5,45 c

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.44. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı peroksidaz aktivitesindeki değişimler

4.9. Çimlenme Sonrası Atrazin ve Asetoklor Uygulanan *Z. mays* ve *P. sativum* Yapraklarında Askorbat Peroksidaz Aktivitesi Değişimleri

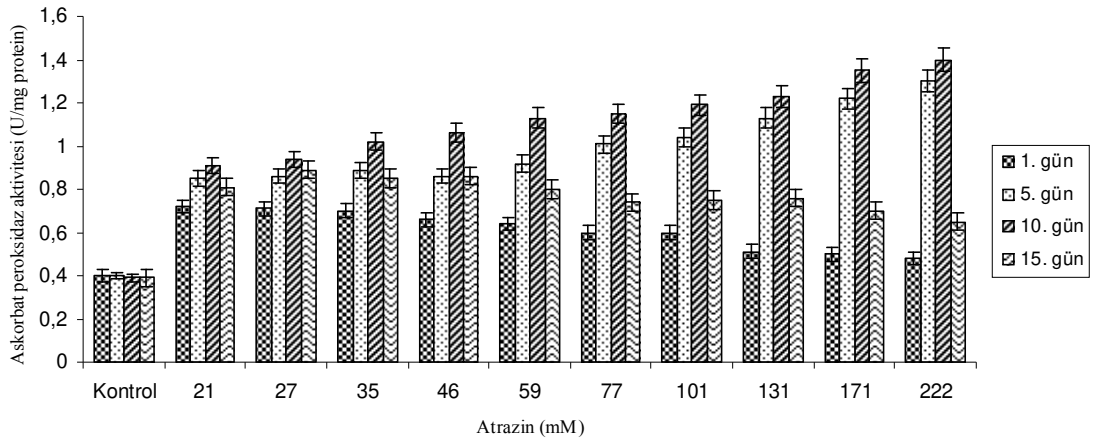
Çimlenme sonrası atrazin uygulaması sonrasında *Z. mays* yapraklarında gün bazında konsantrasyonlara bağlı AP aktivitesi değerlendirildiğinde uygulama yapılan tüm günlerdeki AP aktivitesi kontrolden (0,40 U/mg protein) daha yüksek bulundu. En yüksek AP aktivitesi 5. ve 10. günlerde 171–222 mM atrazin uygulanan gruplarda 1,22–1,40 U/mg protein olarak belirlendi (Çizelge 4.57, Şekil 4.45).

Çimlenme sonrası atrazin uygulaması sonrasında *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı AP aktivitesindeki değişimler değerlendirildiğinde 5. ve 10. günlerde artış, 15. günde azalış belirlendi (Çizelge 4.57, Şekil 4.45).

Çizelge 4.57. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı AP aktivitesi (U/mg protein)

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Askorbat Peroksidaz Aktivitesi (U/mg protein)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	d 0,40 a	g 0,40 a	f 0,39 a	c 0,39 a
21	a 0,72 c	f 0,85 b	e 0,91 a	a 0,81 b
27	a 0,71 c	f 0,86 b	e 0,94 a	a 0,89 b
35	a 0,70 c	f 0,89 b	d 1,02 a	a 0,85 b
46	b 0,66 c	f 0,86 b	d 1,06 a	a 0,86 b
59	b 0,64 d	e 0,92 b	c 1,13 a	a 0,80 c
77	b 0,60 d	d 1,01 b	c 1,15 a	b 0,74 c
101	b 0,60 d	d 1,04 b	c 1,19 a	b 0,75 c
131	c 0,51 d	c 1,13 b	b 1,23 a	b 0,76 c
171	c 0,50 d	b 1,22 b	a 1,35 a	b 0,70 c
222	c 0,48 d	a 1,30 b	a 1,40 a	b 0,65 c

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.45. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı AP aktivitesi

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında gün bazında konsantrasyonlara bağlı AP aktivitesi değerlendirildiğinde 1., 5. ve 10. günlerde AP aktivitesi kontrolden daha yüksek bulundu. Artan asetoklor konsantrasyonlarıyla birlikte AP aktivitesi 5. günde artış gösterdi. En yüksek AP aktivitesi 8,7 mM asetoklor uygulanan gruplarda 1,51 U/mg protein olarak saptandı. AP aktivitesi 10. günde 4,8–8,7 mM asetoklor uygulanan gruplarda azalış gösterdi. AP aktivitesi 15. günde

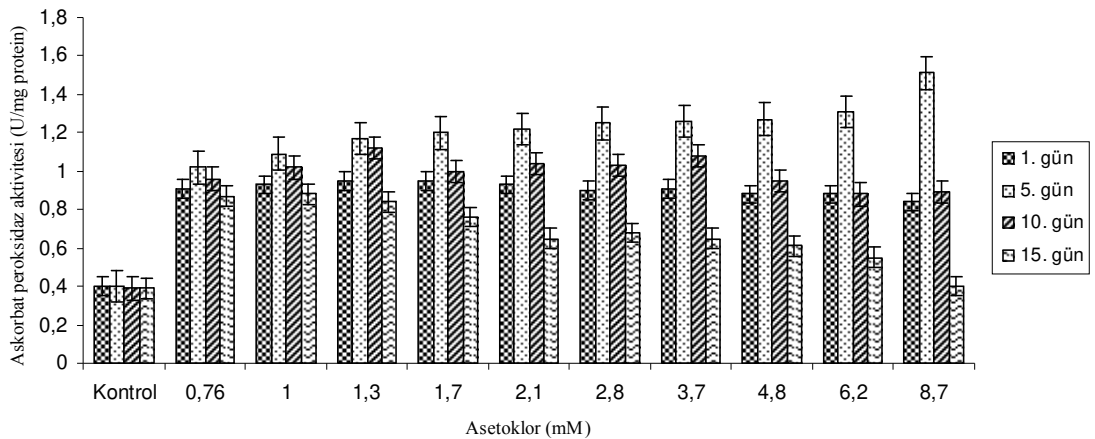
2,1–8,7 mM asetoklor uygulanan gruplarda diğer uygulama gruplarından daha düşük bulundu (Çizelge 4.58, Şekil 4.46).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı olarak AP aktivitesindeki değişimler değerlendirildiğinde 5. günde artan AP aktivitesinin 10. günden itibaren azalış gösterdiği saptandı (Çizelge 4.58, Şekil 4.46).

Çizelge 4.58. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı AP aktivitesi (U/mg protein)

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Askorbat Peroksidaz Aktivitesi (U/mg protein)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
0 (Kontrol)	c 0,40a	e 0,40 a	d 0,39 a	f 0,39 a
0,76	a 0,91a	d 1,02 a	c 0,96 a	a 0,87 b
1	a 0,93a	d 1,09 a	b 1,02 a	a 0,88 b
1,3	a 0,95b	c 1,17 a	a 1,12 a	a 0,84 c
1,7	a 0,95b	c 1,20 a	b 1,00 b	b 0,76 c
2,1	a 0,93b	c 1,22 a	b 1,04 b	c 0,65 c
2,8	a 0,90c	c 1,25 a	b 1,03 b	c 0,68 d
3,7	a 0,91c	c 1,26 a	a 1,08 b	c 0,65 d
4,8	a 0,88c	c 1,27 a	c 0,95 b	c 0,61 d
6,2	a 0,88b	b 1,31 a	c 0,88 b	d 0,55 c
8,7	b 0,84b	a 1,51 a	c 0,89 b	e 0,40 c

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.46. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında günlere bağlı AP aktivitesi

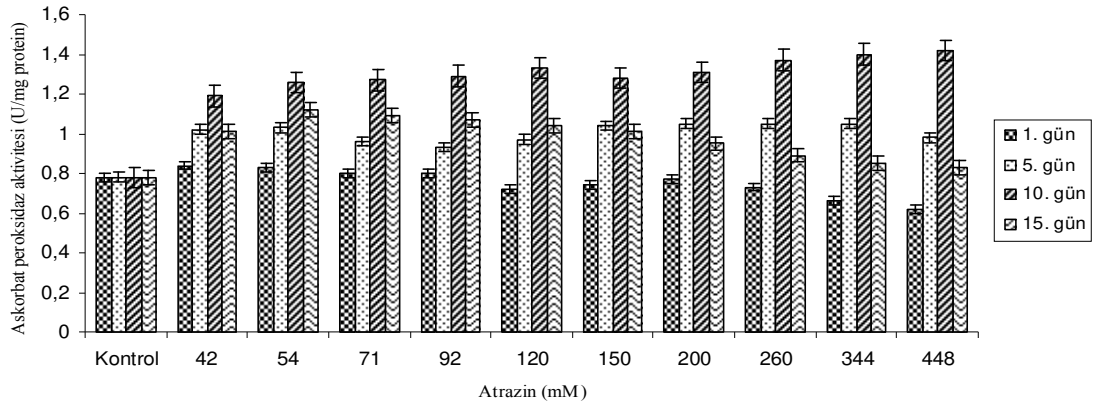
Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında gün bazında konsantrasyonlara bağlı AP aktivitesi incelendiğinde 1. günde en yüksek AP aktivitesi 42 mM atrazin uygulanan gruplarda 0,84 U/mg protein, en düşük AP aktivitesi ise 448 mM atrazin uygulanan gruplarda 0,62 U/mg protein olarak saptandı. Uygulama gruplarında AP aktivitesi 5. günde kontrolden (0,78 U/mg protein) daha yüksek belirlendi. 10. günde artan atrazin konsantrasyonlarıyla birlikte genel olarak AP aktivitesi de artış gösterdi. Uygulama gruplarında AP aktivitesi 15. günde 54 mM atrazin uygulanan gruplardan itibaren azalış gösterdi (Çizelge 4.59, Şekil 4.47).

Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı AP aktivitesindeki değişimler değerlendirildiğinde 5. ve 10. günlerde artış, 15. günde azalış saptandı (Çizelge 4.59, Şekil 4.47).

Çizelge 4.59. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı AP aktivitesi (U/mg protein)

Atrazin Konsantrasyonu (mM)	Askorbat Peroksidaz Aktivitesi (U/mg protein)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	b 0,78 a	c 0,78 a	e 0,78 a	e 0,78 a
42	a 0,84 c	a 1,02 b	d 1,19 a	a 1,01 b
54	a 0,83 d	a 1,03 c	c 1,26 a	a 1,12 b
71	a 0,80 d	b 0,96 c	c 1,27 a	a 1,09 b
92	a 0,80 d	b 0,93 c	c 1,29 a	a 1,07 b
120	b 0,72 c	b 0,97 b	b 1,33 a	a 1,04 b
150	b 0,74 c	a 1,04 b	c 1,28 a	b 1,01 b
200	b 0,77 d	a 1,05 b	b 1,31 a	c 0,95 c
260	b 0,73 d	a 1,05 b	b 1,37 a	d 0,89 c
344	c 0,66 d	a 1,05 b	a 1,40 a	d 0,85 c
448	c 0,62 d	b 0,98 b	a 1,42 a	d 0,83 c

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.47. Çimlenme sonrası atrazin uygulanan *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı AP aktivitesi

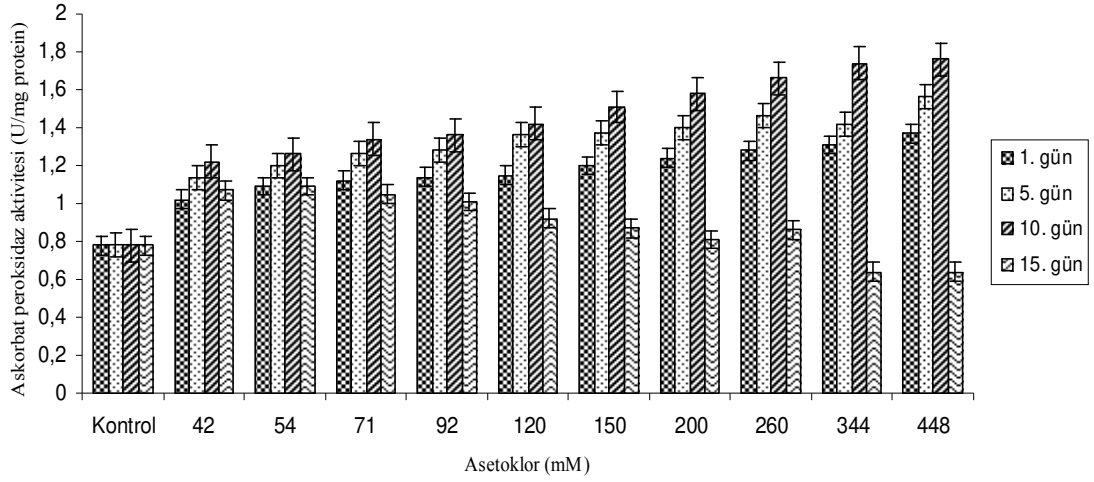
Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* bitkisinde gün bazında konsantrasyonlara bağlı AP aktivitesi incelendiğinde 1., 5. ve 10. günlerde artan asetoklor konsantrasyonu ile birlikte AP aktivitesi kontrole oranla (0,78 U/mg protein) artış gösterdi. AP aktivitesinin 15. günde 150 mM'dan itibaren azaldığı saptandı (Çizelge 4.60, Şekil 4.48).

Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı olarak AP aktivitesindeki değişimleri incelendiğinde 5. ve 10. günlerde artan AP aktivitesi 15. günden itibaren azalış gösterdi (Çizelge 4.60, Şekil 4.48).

Çizelge 4.60. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı AP aktivitesi (U/mg protein)

Asetoklor Konsantrasyonu (mM)	Askorbat Peroksidaz Aktivitesi (U/mg protein)			
	1. GÜN	5. GÜN	10. GÜN	15. GÜN
(0) Kontrol	f 0,78 a	g 0,78 a	h 0,78 a	e 0,78 a
42	e 1,02 b	f 1,14 a	g 1,22 a	a 1,07 b
54	d 1,09 b	e 1,20 a	g 1,26 a	a 1,09 b
71	c 1,12 c	d 1,26 b	f 1,34 a	a 1,05 d
92	c 1,14 c	d 1,28 b	f 1,36 a	b 1,01 d
120	c 1,15 c	c 1,36 b	e 1,42 a	c 0,92 d
150	b 1,20 c	c 1,37 b	d 1,51 a	d 0,87 d
200	b 1,24 c	b 1,40 b	c 1,58 a	d 0,81 d
260	b 1,28 c	b 1,46 b	b 1,66 a	d 0,86 d
344	a 1,31 c	b 1,42 b	a 1,74 a	f 0,64 d
448	a 1,37 c	a 1,56 b	a 1,76 a	f 0,64 d

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1., 5., 10. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.48. Çimlenme sonrası asetoklor uygulanan *P. sativum* bitkisinde günlere bağlı AP aktivitesi

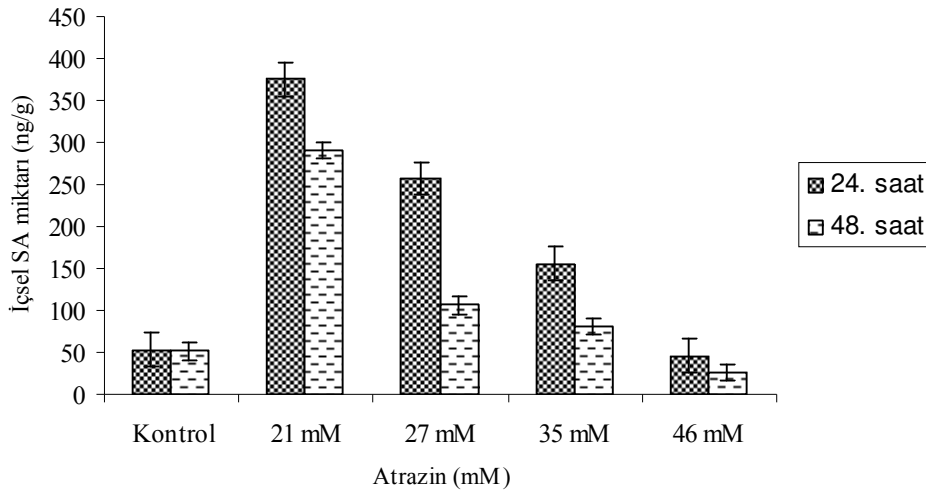
4.10. Herbisit ve Salisilik Asit Uygulanan *Z. mays* ve *P. sativum* Bitkilerinde İçsel Salisilik Asit Değişimleri

Z. mays'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası olmak üzere atrazin ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben elde edilen veriler değerlendirildiğinde, çimlenme öncesi atrazin ve 0,5 mM SA uygulanan gruplarda 24. saatte 21–35 mM atrazin uygulanan gruplardaki SA miktarları kontrolden (52,63 ng/g) yüksek bulundu. En düşük SA miktarı 46 mM atrazin uygulanan gruplarda 46,33 ng/g olarak belirlendi. SA miktarı 48. saatte 24. saate kıyasla daha düşük saptandı. Konsantrasyon artışıyla birlikte 48. saatte SA miktarlarının azalış gösterdiği belirlendi (Çizelge 4.61, Şekil 4.49). Çimlenme sonrası SA değerleri incelendiğinde 24. saatte tüm uygulama gruplarında SA miktarları kontrolden yüksek belirlendi. Atrazin konsantrasyonunun artışıyla birlikte SA miktarlarında artış olduğu saptandı. SA miktarlarının 48. saatte 24. saate kıyasla azaldığı saptandı. En düşük SA miktarı 48. saatte 51,43 ng/g ile kontrol grubunda, en yüksek SA miktarı 27 mM atrazin uygulanan gruplarda 92,51 ng/g olarak belirlendi (Çizelge 4.61, Şekil 4.50).

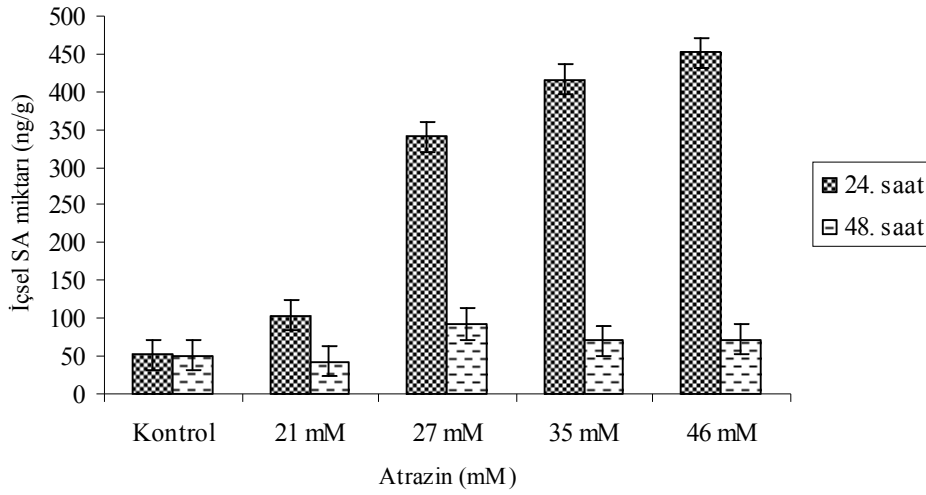
Çizelge 4.61. *Z. mays*'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası olmak üzere atrazin ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları

Atrazin (Çimlenme öncesi)		SA miktarı (ng/g YA)	
		24. saat	48. saat
(0) Kontrol		d 52,63 a	d 51,45 a
21 mM		a 375,66 a	a 290,45 b
27 mM		b 257,00 a	b 106,12 b
35 mM		c 155,33 a	c 81,16 b
46 mM		d 46,33 a	e 26,61 b
Atrazin (Çimlenme sonrası)		SA miktarı (ng/g YA)	
		24. saat	48. saat
(0) Kontrol		e 52,63 a	c 51,43 a
21 mM		d 104,01 a	d 42,56 b
27 mM		c 340,08 a	a 92,51 b
35 mM		b 415,86 a	b 71,12 b
46 mM		a 451,52 a	b 72,21 b

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (24. ve 48. saatler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.49. *Z. mays*'a çimlenme öncesi atrazin ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları



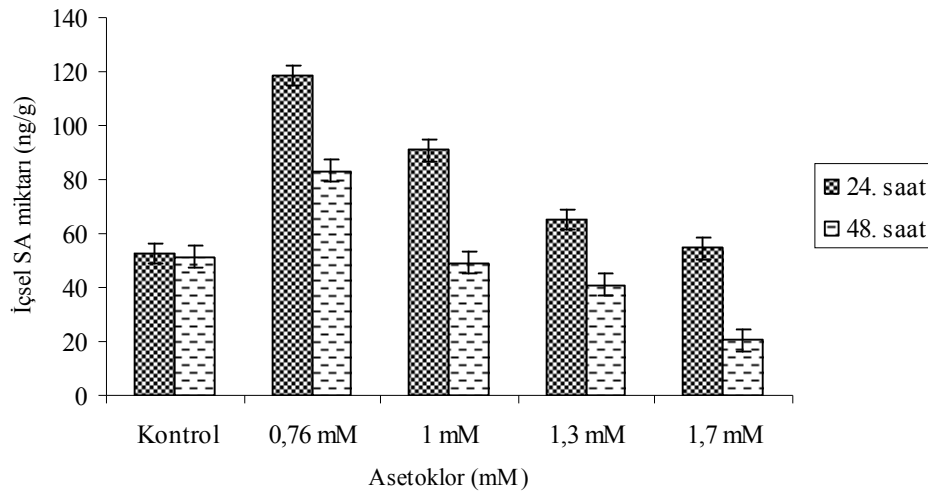
Şekil 4.50. *Z. mays*'a çimlenme sonrası atrazin ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları

Z. mays'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası olmak üzere asetoklor ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben elde edilen veriler incelendiğinde, çimlenme öncesi asetoklor ve SA uygulanan gruplarda 24. saatte en yüksek SA miktarı 0,76 mM asetoklor uygulanan gruplarda 118,45 ng/g, en düşük SA miktarı ise kontrol grubunda 52,63 ng/g olarak belirlendi. Konsantrasyon artışıyla birlikte SA miktarının azaldığı saptandı. SA miktarları 48. saatte 24. saate kıyasla daha düşük bulundu. En yüksek SA miktarı 48. saatte 83,33 ng/g ile 0,76 mM asetoklor uygulanan gruplarda en düşük SA miktarı 20,45 ng/g ile 1,7 mM SA uygulanan gruplarda belirlendi (Çizelge 4.62, Şekil 4.51). Çimlenme sonrası SA verileri değerlendirildiğinde 24. saatte tüm uygulama gruplarında SA miktarları kontrolden (52,63 ng/g) daha yüksek bulundu. Artan konsantrasyonlarla birlikte SA miktarının da artış gösterdiği belirlendi. SA miktarları 48. saatte 24. saate kıyasla düşüş gösterdi (Çizelge 4.62, Şekil 4.52).

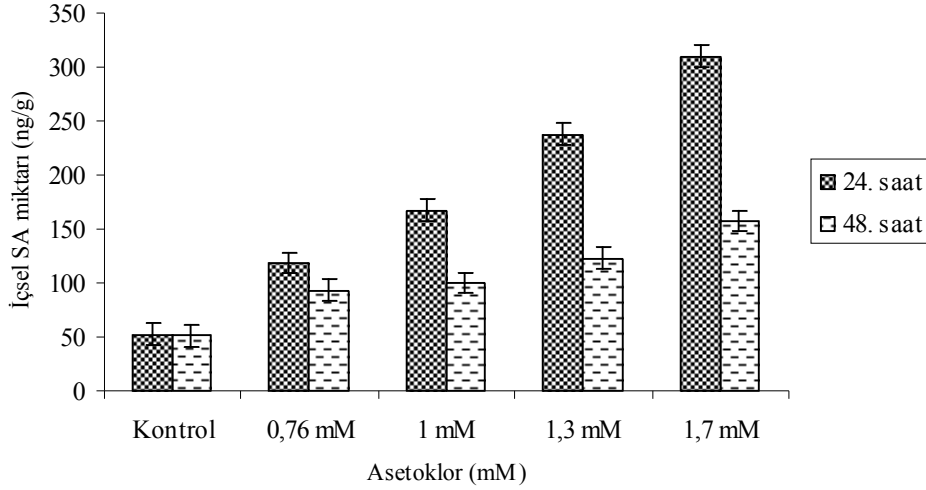
Çizelge 4.62. *Z. mays*'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası olmak üzere asetoklor ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları

Asetoklor (Çimlenme öncesi)		SA miktarı (ng/g YA)	
		24. saat	48. saat
(0) Kontrol		d 52,63 a	b 51,45 a
0,76 mM		a 118,45 a	a 83,33 b
1 mM		b 90,95 a	b 49,20 b
1,3 mM		c 65,21 a	c 40,88 b
1,7 mM		d 54,46 a	d 20,45 b
Asetoklor (Çimlenme sonrası)		SA miktarı (ng/g YA)	
		24. saat	48. saat
(0) Kontrol		e 52,63 a	d 51,45 a
0,76 mM		d 118,63 a	c 92,99 b
1 mM		c 167,14 a	c 99,85 b
1,3 mM		b 237,89 a	b 122,62 b
1,7 mM		a 309,85 a	a 157,50 b

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (24. ve 48. saatler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.51. *Z. mays*'a çimlenme öncesi asetoklor ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları



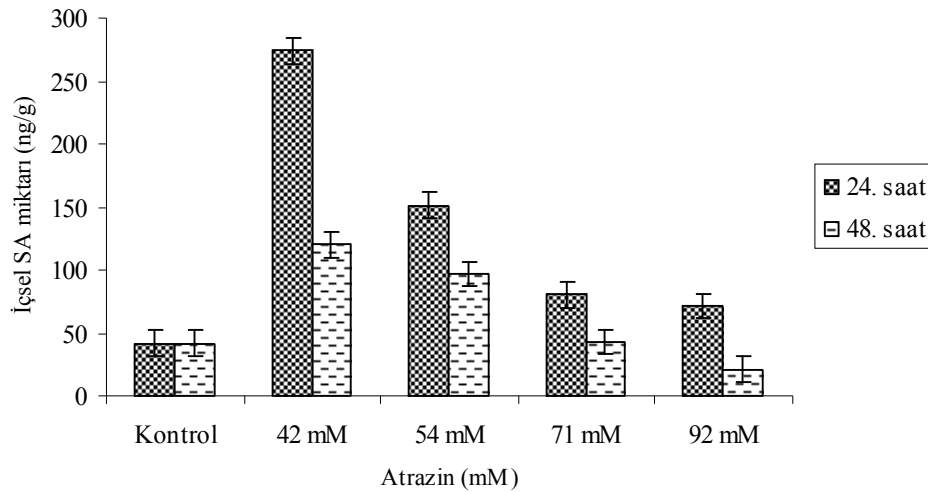
Şekil 4.52. *Z. mays*'a çimlenme sonrası asetoklor ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları

P. sativum'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası olmak üzere atrazin ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben elde edilen veriler değerlendirildiğinde, çimlenme öncesi atrazin ve SA uygulanan gruplarda 24. saatte konsantrasyon artışıyla birlikte SA miktarının azaldığı saptandı. En düşük SA miktarı 41,88 ng/g ile kontrol grubunda belirlendi. SA değerleri incelendiğinde 48. saatte 24. saate kıyasla SA miktarlarının azaldığı bulundu. En yüksek SA miktarı 119,91 ng/g ile 42 mM atrazin+0,5 mM SA uygulanan gruplarda, en düşük SA miktarı ise 20,98 ng/g ile 92 mM SA uygulanan gruplarda saptandı (Çizelge 4.63, Şekil 4.53). Çimlenme sonrası SA verileri incelendiğinde 24. saatte artan atrazin konsantrasyonlarıyla birlikte azalış belirlendi. En düşük SA miktarı 41,88 ng/g ile kontrol grubundan saptandı. Artan atrazin konsantrasyonlarında SA miktarlarının 48. saatte 54 mM atrazin uygulanan gruplardan itibaren azaldığı bulundu (Çizelge 4.63, Şekil 4.54).

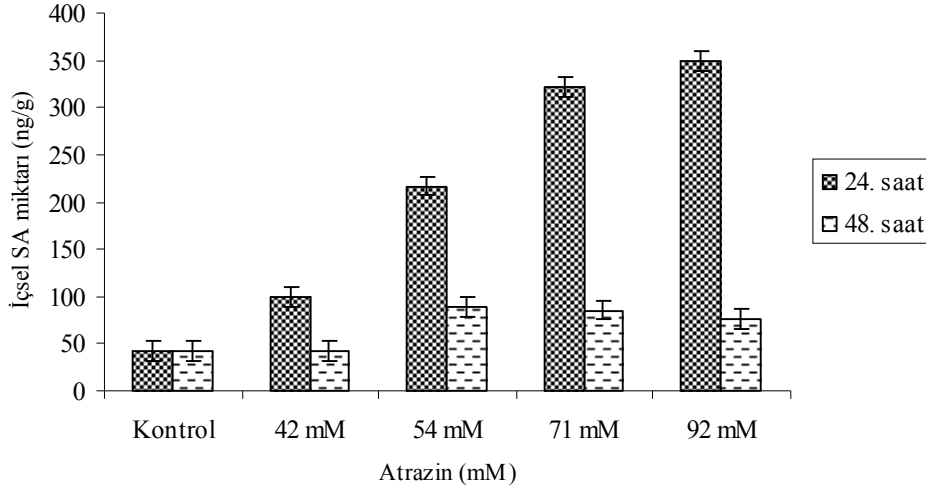
Çizelge 4.63. *P. sativum*'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası olmak üzere atrazin ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları

Atrazin (Çimlenme öncesi)		SA miktarı (ng/g YA)	
		24. saat	48. saat
(0) Kontrol		e 41,88 a	c 41,85 a
42 mM		a 274,27 a	a 119,91 b
54 mM		b 151,22 a	b 96,75 b
71 mM		d 80,57 a	c 42,90 b
92 mM		d 71,28 a	d 20,98 b
Atrazin (Çimlenme sonrası)		SA miktarı (ng/g YA)	
		24. saat	48. saat
(0) Kontrol		e 41,88 a	c 41,85 a
42 mM		d 99,77 a	c 41,84 b
54 mM		c 216,47 a	a 88,54 b
71 mM		b 321,43 a	a 85,56 b
92 mM		a 349,27 a	b 76,09 b

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (24. ve 48. saatler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.53. *P. sativum*'a çimlenme öncesi atrazin ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları



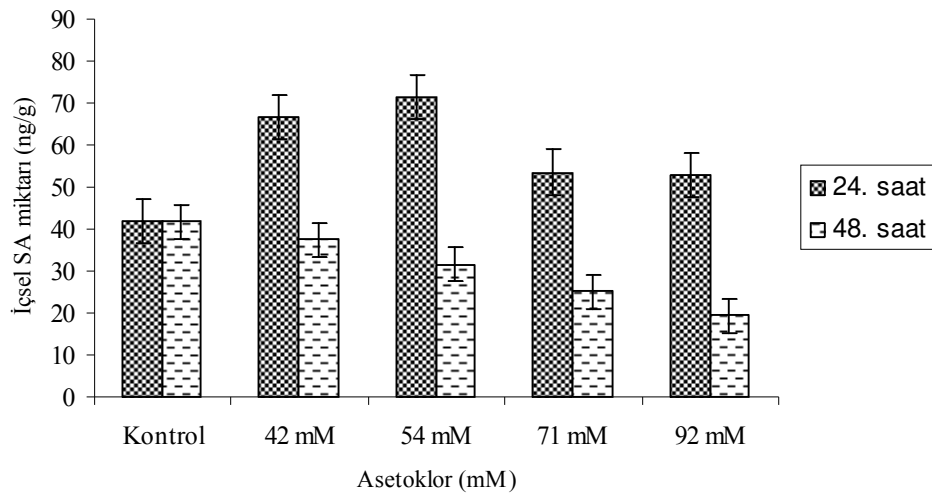
Şekil 4.54. *P. sativum*'a çimlenme sonrası atrazin ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları

P. sativum'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası olmak üzere asetoklor ve 0,5 mM SA uygulaması sonrasında elde edilen veriler incelendiğinde çimlenme öncesi uygulama gruplarındaki SA miktarları kontrolden (41,88 ng/g) yüksek bulundu. Konsantrasyon artışıyla birlikte 48. saatte SA miktarlarının azaldığı belirlendi. En yüksek SA miktarı kontrol grubunda 41,85 ng/g olarak belirlendi (Çizelge 4.64, Şekil 4.55). Çimlenme sonrası SA verileri değerlendirildiğinde 24. saatte artan konsantrasyonlarla birlikte SA miktarları da artış gösterdi. En düşük SA miktarı 48. saatte kontrol grubunda (41,85 ng/g), en yüksek SA miktarı 71 mM asetoklor uygulanan gruplarda 65,77 ng/g olarak belirlendi (Çizelge 4.64, Şekil 4.56.).

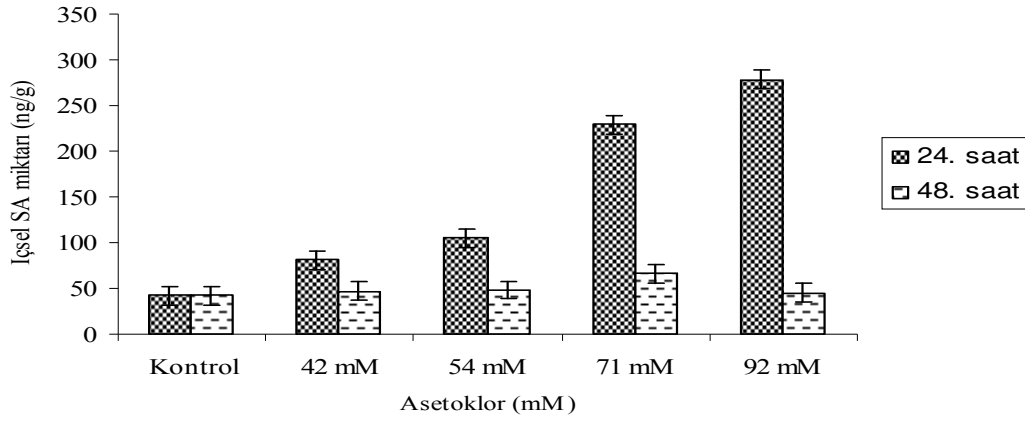
Çizelge 4.64. *P. sativum*'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası olmak üzere asetoklor ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları

Asetoklor (Çimlenme öncesi)		SA miktarı (ng/g YA)	
		24. saat	48. saat
(0) Kontrol		c 41,88 a	a 41,85 a
42 mM		a 66,59 a	a 37,55 b
54 mM		a 71,28 a	b 31,54 b
71 mM		b 53,57 a	c 25,15 b
92 mM		b 52,84 a	d 19,37 b
Asetoklor (Çimlenme sonrası)		SA miktarı (ng/g YA)	
		24. saat	48. saat
(0) Kontrol		e 41,88 a	b 41,85 a
42 mM		d 80,95 a	b 47,06 b
54 mM		c 104,91 a	b 48,30 b
71 mM		b 228,89 a	a 65,77 b
92 mM		a 278,37 a	a 45,24 b

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (24. ve 48. saatler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.55. *P. sativum*'a çimlenme öncesi asetoklor ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları



Şekil 4.56. *P. sativum*'a çimlenme sonrası asetoklor ve 0,5 mM SA uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları

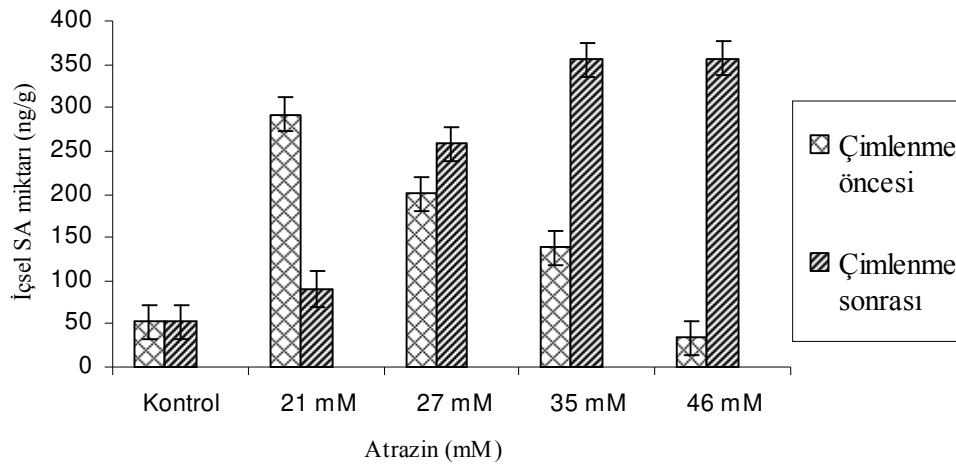
4.11. Herbisit Uygulanan *Z. mays* ve *P. sativum* Bitkilerinde İçsel Salisilik Asit Değişimleri

Z. mays'a çimlenme öncesi atrazin uygulamasını takiben 24. saatteki içsel SA miktarları değerlendirildiğinde konsantrasyon artışıyla birlikte SA miktarının azaldığı bulundu. En yüksek SA miktarı 292,08 ng/g ile 21 mM atrazin uygulanan gruplarda, en düşük SA miktarı ise 34,11 ng/g ile 46 mM atrazin uygulanan gruplarda belirlendi. *Z. mays*'a çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben 24. saatteki içsel SA miktarları incelendiğinde en düşük SA miktarı 52,63 ng/g olarak kontrol grubunda en yüksek SA miktarı 356,50 ng/g olarak 46 mM atrazin uygulanan gruplarda saptandı (Çizelge 4.65, Şekil 4.57).

Çizelge 4.65. *Z. mays*'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben içsel SA miktarları

Atrazin (Çimlenme Öncesi)	SA miktarı (ng/g YA)
	24. saat
(0) Kontrol	52,63±0,01 ^d
21 mM	292,08±0,08 ^a
27 mM	200,25±1,58 ^b
35 mM	138,18±1,25 ^c
46 mM	34,11±0,59 ^c
Atrazin (Çimlenme sonrası)	24. saat
(0) Kontrol	52,63±0,01 ^d
21 mM	90,28±0,74 ^c
27 mM	258,05±0,59 ^b
35 mM	355,46±0,29 ^a
46 mM	356,50±1,22 ^a

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p<0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sağ kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. 24. saat kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.57. *Z. mays*'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben içsel SA miktarları

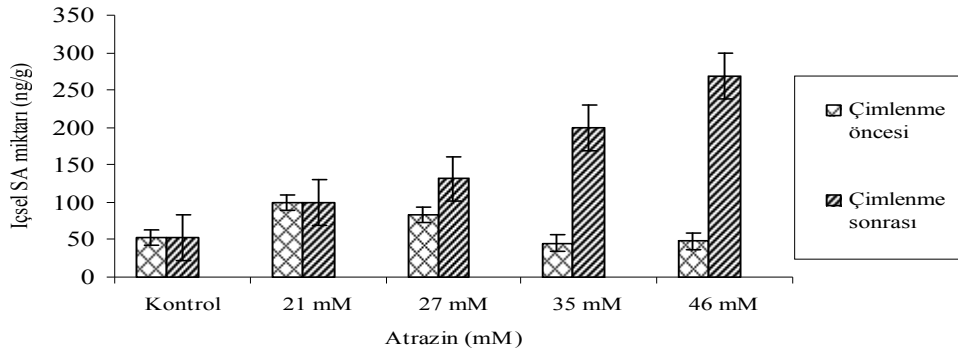
Z. mays'a çimlenme öncesi asetoklor uygulamasını takiben 24. saatteki içsel SA miktarları değerlendirildiğinde en düşük SA miktarı 45,71 ng/g ile 1,3 mM asetoklor uygulanan grupta en yüksek SA miktarı ise 99,38 ng/g ile 0,76 mM asetoklor uygulanan grupta saptandı. *Z. mays*'a çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben 24. saatteki içsel SA miktarları incelendiğinde en düşük SA miktarı 52,63 ng/g

olarak kontrol grubunda belirlendi. 0,76 mM asetoklor uygulanan gruplardan itibaren konsantrasyon artışıyla içsel SA miktarının artış gösterdiği belirlendi (Çizelge 4.66, Şekil 4.58).

Çizelge 4.66. *Z. mays*'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları

Asetoklor (Çimlenme öncesi)	SA miktarı (ng/g YA)
	24. saat
(0) Kontrol	52,63±0,01 ^c
0,76 mM	99,38±0,51 ^a
1 mM	83,39±0,51 ^b
1,3 mM	45,71±0,36 ^d
1,7 mM	47,85±0,81 ^d
Asetoklor (Çimlenme sonrası)	24. saat
(0) Kontrol	52,63±0,01 ^c
0,76 mM	99,55±0,41 ^d
1 mM	131,32±0,50 ^c
1,3 mM	199,78±0,39 ^b
1,7 mM	269,04±0,89 ^a

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sağ kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. 24. saat kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



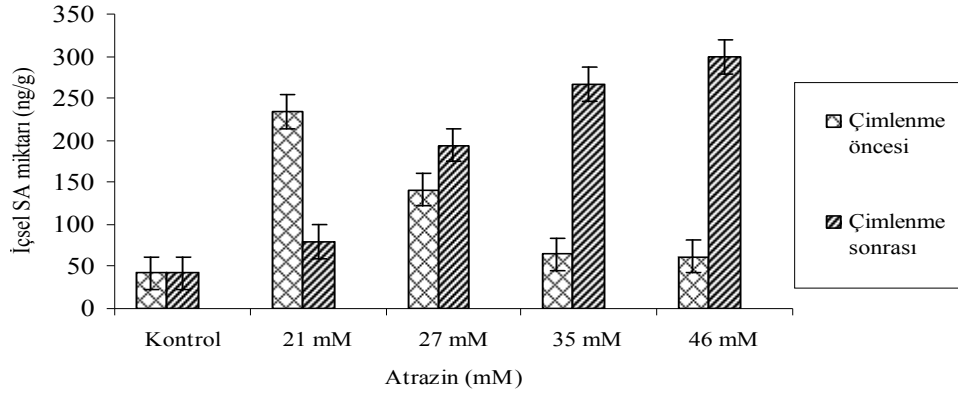
Şekil 4.58. *Z. mays*'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben içsel SA miktarları

P. sativum'a çimlenme öncesi atrazin uygulamasını takiben 24. saatteki içsel SA miktarları incelendiğinde en düşük SA miktarı 41,88 ng/g olarak kontrol grubunda belirlendi. Konsantrasyon artışıyla birlikte SA miktarlarının 42 mM'dan itibaren azaldığı bulundu. *P. sativum*'a çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben 24 saat sonraki içsel SA miktarları değerlendirildiğinde 42 mM'dan itibaren artan konsantrasyonlarla birlikte SA miktarlarının artış gösterdiği saptandı (Çizelge 4.67, Şekil 4.59).

Çizelge 4.67. *P. sativum*'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları

Atrazin (Çimlenme öncesi)	SA miktarı (ng/g YA)
	24. saat
(0) Kontrol	41,88±0,01 ^d
42 mM	234,37±0,45 ^a
54 mM	141,19±0,55 ^b
71 mM	64,38±0,50 ^c
92 mM	61,80±0,89 ^c
Atrazin (Çimlenme sonrası)	24. saat
(0) Kontrol	41,88±0,01 ^e
42 mM	79,33±0,73 ^d
54 mM	194,33±0,87 ^c
71 mM	266,50±0,91 ^b
92 mM	298,64±0,83 ^a

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sağ kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. 24. saat kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



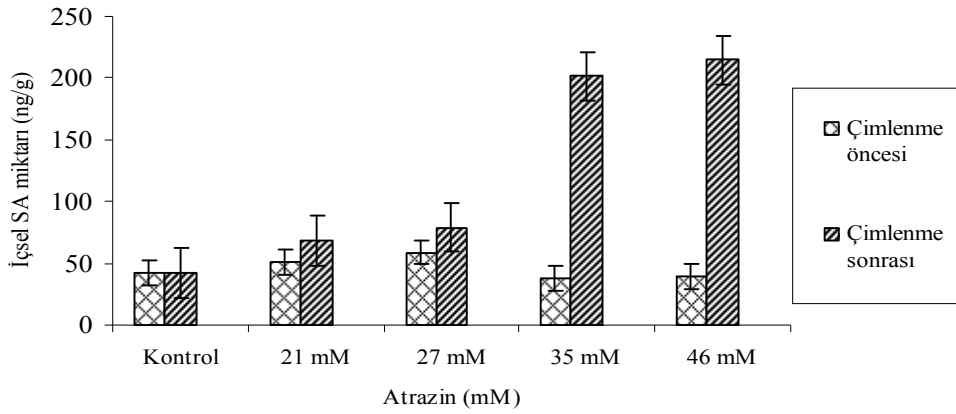
Şekil 4.59. *P. sativum*'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları

P. sativum'a çimlenme öncesi asetoklor uygulamasını takiben 24. saatteki içsel SA miktarları incelendiğinde en düşük SA miktarı 37,86 ng/g olarak 71 mM asetoklor uygulanan grupta, en yüksek SA miktarı ise 58,81 ng/g ile 54 mM asetoklor uygulanan grupta saptandı. *P. sativum*'a çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben 24 saat sonra 42 mM'dan itibaren artan konsantrasyonlarla birlikte SA miktarlarının artış gösterdiği belirlendi (Çizelge 4.68, Şekil 4.60).

Çizelge 4.68. *P. sativum*'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları

Asetoklor (Çimlenme öncesi)	SA miktarı (ng/g YA)
	24. saat
(0) Kontrol	41,87±0,01 ^c
42 mM	51,21±0,53 ^b
54 mM	58,81±0,77 ^a
71 mM	37,86±0,29 ^d
92 mM	39,39±0,50 ^d
Asetoklor (Çimlenme sonrası)	24. saat
(0) Kontrol	41,87±0,01 ^c
42 mM	68,56±1,45 ^d
54 mM	79,19±1,45 ^c
71 mM	201,32±0,42 ^b
92 mM	214,59±3,25 ^a

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sağ kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. 24. saat kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.60. *P. sativum*'a çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben belirlenen içsel SA miktarları

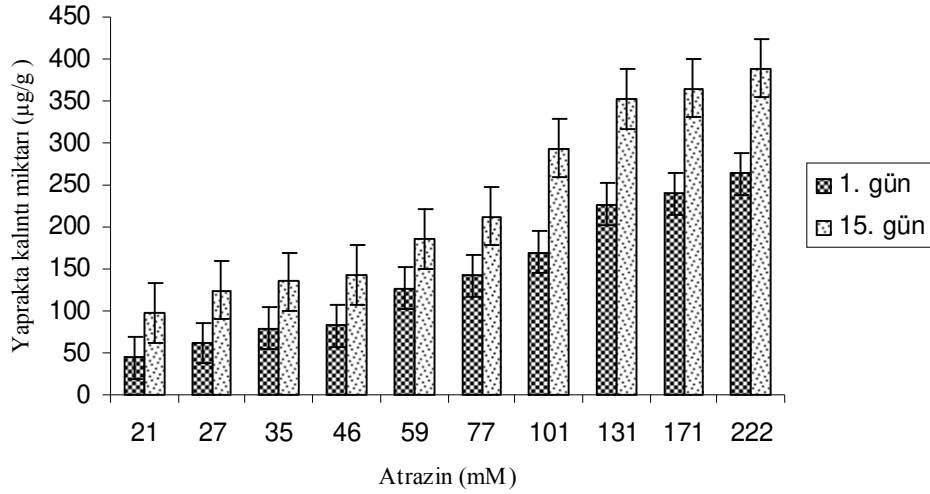
4.12. *Z. mays* ve *P. sativum* Bitkilerinde Kalıntı Analizi Sonuçları

Atrazin uygulanan *Z. mays* bitkisinin yapraklarında kalıntı analizi sonuçları incelendiğinde 1. ve 15. günde artan konsantrasyonlarla birlikte atrazinin kalıntı miktarının da artış gösterdiği belirlendi. Kalıntı miktarlarının 15. günde 1. günden daha yüksek olduğu gözlemlendi. Örneğin 21 mM atrazin uygulanan gruplarda kalıntı miktarı 1. günde 44,20 µg/g iken 15. günde 97,17 µg/g olarak saptandı (Çizelge 4.69 ve Şekil 4.61).

Çizelge 4.69. Atrazin uygulanan *Z. mays* bitkisinin yapraklarında 1. ve 15. günlerdeki kalıntı miktarları

Yaprakta Kalıntı Miktarı (µg/g)		
Atrazin (mM)	1. GÜN	15. GÜN
21	j 44,20 b	j 97,17 a
27	i 61,88 b	i 124,84 a
35	h 79,60 b	h 135,09 a
46	g 82,64 b	g 142,64 a
59	f 126,52 b	f 185,31 a
77	e 141,81 b	e 213,02 a
101	d 169,67 b	d 294,00 a
131	c 227,38 b	c 352,86 a
171	b 239,64 b	b 365,22 a
222	a 264,20 b	a 388,72 a

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1. ve 15. günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



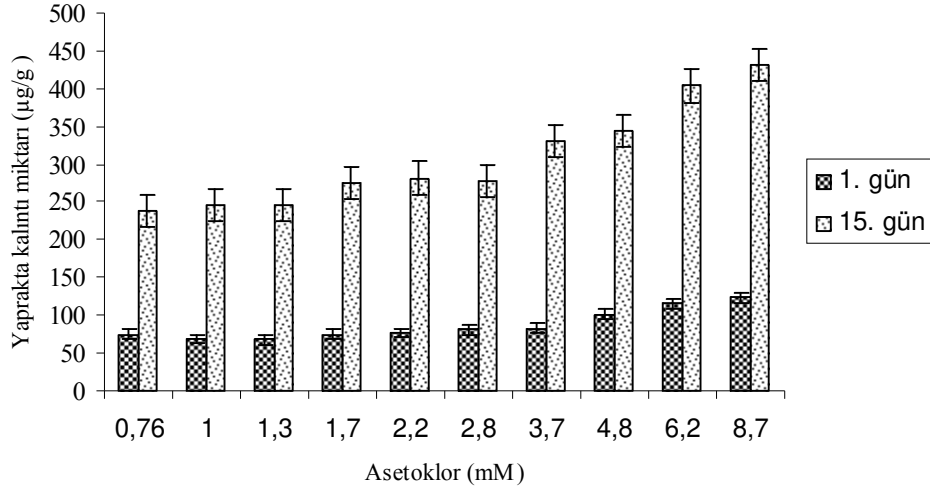
Şekil 4.61. Atrazin uygulanan *Z. mays* bitkisinde 1. ve 15. günlerde yaprakta kalıntı miktarları

Asetoklor uygulanan *Z. mays* bitkisinin yapraklarında 1. ve 15. günlerdeki kalıntı analizi sonuçları değerlendirildiğinde 1. ve 15. günde artan konsantrasyonlarla birlikte asetoklorun kalıntı miktarının da artış gösterdiği saptandı. Kalıntı miktarları 15. günde 1. günden daha yüksek bulundu. Örneğin 0,76 mM asetoklor uygulanan *Z. mays*'da 1. günde herbisit kalıntı miktarı 74,74 µg/g iken 15. günde 238,24 µg/g olarak saptandı (Çizelge 4.70, Şekil 4.62).

Çizelge 4.70. Asetoklor uygulanan *Z. mays* bitkisinin yapraklarında 1. ve 15. günlerdeki kalıntı analizi sonuçları

Yaprakta Kalıntı Miktarı (µg/g)		
Asetoklor (mM)	1. GÜN	15. GÜN
0,76 mM	ef 74,74 b	f 238,24 a
1 mM	f 69,00 b	f 245,32 a
1,3 mM	f 68,26 b	f 246,12 a
1,7 mM	ef 74,79 b	e 274,29 a
2,2 mM	de 76,99 b	e 281,62 a
2,8 mM	de 81,25 b	e 278,78 a
3,7 mM	d 82,46 b	d 330,41 a
4,8 mM	c 101,27 b	c 344,58 a
6,2 mM	b 115,74 b	b 403,57 a
8,7 mM	a 123,77 b	a 430,92 a

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1. ve 15 günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



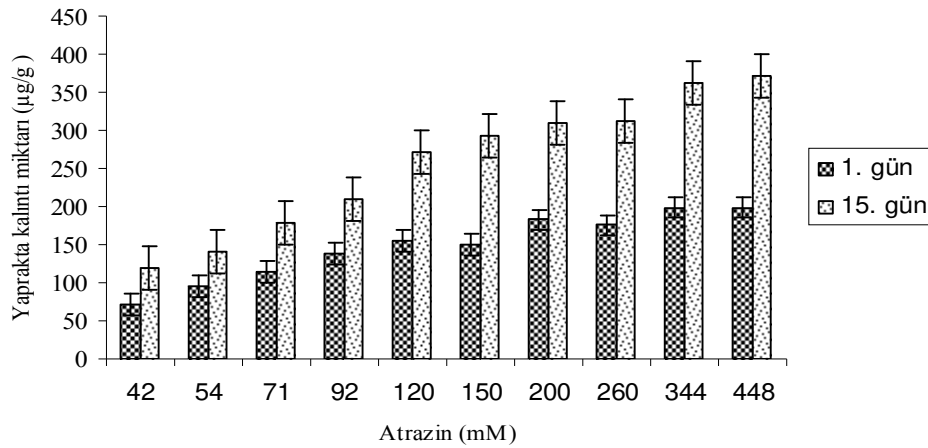
Şekil 4.62. Asetoklor uygulanan *Z. mays* bitkisinin yapraklarında 1. ve 15. günlerdeki kalıntı miktarları

Atrazin uygulanan *P. sativum* bitkisinin yapraklarında 1. ve 15. günlerdeki kalıntı analizi sonuçları incelendiğinde 1. ve 15. günde artan konsantrasyonlarla birlikte atrazinin kalıntı miktarının da artış gösterdiği saptandı. Örneğin 42 mM atrazin uygulanan gruplarda kalıntı miktarı 1. günde 71,25 µg/g iken 15. günde 117,96 µg/g olarak belirlendi. 15. günde kalıntı miktarları 1. günden daha yüksek saptandı (Çizelge 4.71, Şekil 4.63).

Çizelge 4.71. Atrazin uygulanan *P. sativum* bitkisinin yapraklarında 1. ve 15. günlerdeki kalıntı analizi sonuçları

Yaprakta Kalıntı Miktarı (µg/g)		
Atrazin (mM)	1. GÜN	15. GÜN
42	h 71,25 b	i 117,96 a
54	g 94,68 b	h 139,93 a
71	f 114,12 b	g 178,44 a
92	e 137,41 b	f 209,01 a
120	d 154,27 b	e 271,99 a
150	d 149,75 b	d 293,35 a
200	b 182,35 b	c 310,49 a
260	c 175,44 b	c 312,04 a
344	a 198,73 b	b 362,08 a
448	a 198,75 b	a 372,49 a

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1. ve 15 günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



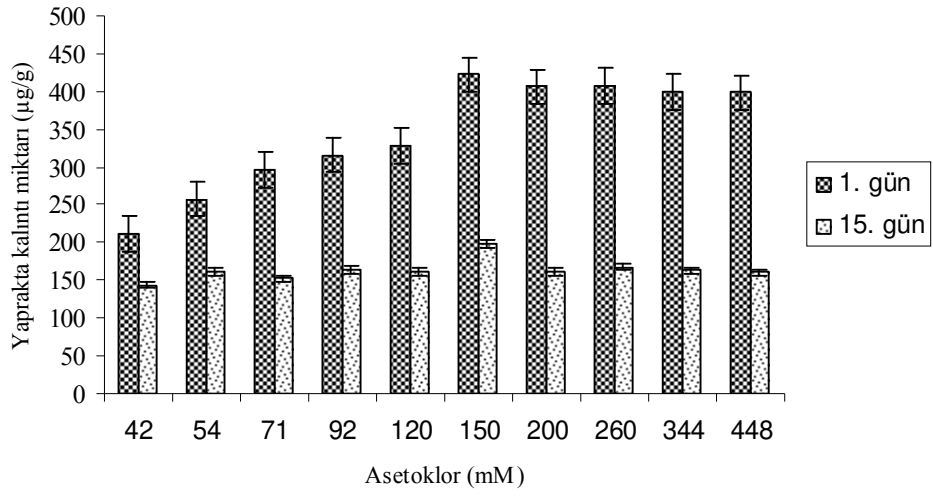
Şekil 4.63. Atrazin uygulanan *P. sativum* bitkisinin yapraklarında 1. ve 15. günlerdeki kalıntı miktarları

Asetoklor uygulanan *P. sativum* bitkisinin yapraklarında 1. ve 15. günlerdeki kalıntı analizi sonuçları incelendiğinde 1. günde en yüksek kalıntı miktarı 150 mM asetoklor uygulanan gruplarda 422,41 µg/g, en düşük kalıntı miktarı ise 42 mM asetoklor uygulanan gruplarda 211,63 µg/g olarak saptandı. 15. günde en yüksek kalıntı miktarı 150 mM asetoklor uygulanan gruplarda, en düşük kalıntı miktarı ise 42 mM asetoklor uygulanan gruplarda belirlendi (Çizelge 4.72, Şekil 4.64).

Çizelge 4.72. Asetoklor uygulanan *P. sativum* bitkisinin yapraklarında 1. ve 15. günlerdeki kalıntı analizi sonuçları

Yaprakta Kalıntı Miktarı (µg/g)		
Asetoklor (mM)	1. GÜN	15. GÜN
42	g 211,63 a	c 144,11 b
54	f 257,49 a	b 161,75 b
71	e 296,71 a	c 152,24 b
92	d 316,07 a	b 164,21 b
120	c 327,50 a	b 161,26 b
150	a 422,41 a	a 198,15 b
200	b 406,41 a	b 161,41 b
260	b 407,81 a	b 167,15 b
344	b 399,15 a	b 163,04 b
448	b 398,64 a	b 160,37 b

Farklı harflerle gösterilen değerlerin istatistiki açıdan ($p < 0,05$) önemli, aynı harflerle gösterilen değerlerin önemsiz olduğu bulundu. Sol kısımdaki harfler sütun içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı, sağ kısımdaki harfler satır içerisindeki ortalamalar arasındaki karşılaştırmayı ifade eder. Her aşama (1. ve 15 günler) kendi içerisinde karşılaştırılmıştır (Duncan Karşılaştırma Testi).



Şekil 4.64. Asetoklor uygulanan *P. sativum* bitkisinde 1. ve 15. günlerdeki kalıntı miktarları

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kimyasal kirlilikte; zirai mücadelede kullanılan ilaçlar, sanayi faaliyetlerinden kaynaklanan ağır metal içerikli atıklar, radyoaktif atıklar, deniz taşımacılığı, gemi kazaları başlıca kaynaklar olarak karşımıza çıkmaktadır. Fiziksel ve biyolojik kirlenmeye nazaran kimyasal kirlenme daha tehlikelidir. Çünkü, kimyasal kirlenmeye neden olan bir çok faktör ekosistemlerde besin zincirinin en alt halkasındaki canlının bünyesine girdikten sonra besin zincirinin diğer halkalarını oluşturan canlılara kadar birikerek taşınmaktadır. Örneğin; zirai mücadele ilaçlarının (insektisitler, fungusitler, bakterisitler vb.) kullanıldığı bölgedeki pestisit kalıntıları oradaki otlarla beslenen hayvanlar ile insana kadar ulaşmaktadır [305]. Pestisitlerin püskürtülerek uygulanması sırasında bir kısmı evaporasyon ve dağılma nedeniyle kaybolurken, diğer kısmı bitki üzerinde ve toprak yüzeyinde kalmaktadır. Havaya karışan pestisit rüzgarlarla taşınabilir, yağmur, sis veya kar yağışıyla tekrar yeryüzüne dönebilir. Bu yolla hedef olmayan diğer organizma ve bitkilere ulaşan pestisit, bunlarda kalıntı ve toksisiteye neden olabilir [26, 31].

İnsanların pestisitlerden doğrudan zarar görmesi, kazalar hariç tutulduğu takdirde üretim, nakliye, depolama, kullanma ve pestisit kalıntılarını içeren besin maddelerinin tüketimi kademelerinde ortaya çıkmaktadır. Pestisitlerden kullanma sırasında buharlaşma özelliğinde olanlar solunumla, diğerleri de deri yoluyla bünyeye girmektedir.

Pestisitlere karşı zararlı ve hastalıkların dayanıklılık kazandıkları bilinmektedir. Tarımsal ürün zararlılarında meydana gelen çeşitli tipteki dayanıklılıklar sonucunda pestisitlerin etkinliğindeki azalmayı aşmak için daha yüksek dozlarda uygulama gerekmektedir. Dolaylı olarak bu uygulama hem maliyetin artmasına ve ürün veriminde azalmalara yol açmakta, hem de üründe ve çevrede kalıntı miktarının ve kirliliğin artmasına neden olmaktadır [34].

Farklı herbisitlerin bitkiler üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmalarla ilgili sonuçlarda paraquat'ın fitotoksik etki gösterdiği saptanmıştır. Mısır bitkilerinde paraquatın fitotoksik etkisine karşı benziladenin'in fotosentetik sistem ve antioksidan sistem üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada benziladenin uygulanmasının paraquat toksisitesini azalttığı ve benziladenin uygulanan bitkilerde oksidatif strese karşı daha iyi tolerans gösterdiği belirtilmektedir [306]. *Cucumis sativus* ve *Rehmannia glutinosa*'da

paraquat toleransını araştırmışlardır. Bu araştırmada paraquatın lipid peroksidasyonunu ve klorofil sentezini baskıladığı saptanmıştır [307].

Toprakların ve suların kirleticiler tarafından kontaminasyonu dünya genelinde hem insan sağlığı hem de tarım için önemli bir problemdir. Glufosinat seçici olmayan bir herbisittir. Glufosinat aynı zamanda fotosenteze de zararlı yönde etki etmektedir. Suda yüksek çözünürlüğe sahip olan glufosinatın glutamin sentazı inhibe ederek amonyum asimilasyonunu bloke ettiği belirtilmektedir [308].

5.1. Atrazin ve Asetoklor Herbisitlerinin Büyüme Kriterleri Üzerine Etkileri

Araştırmamızda kullandığımız atrazin fotosentez ve protein sentezi inhibitörü olarak bilinmektedir [196, 309–312]. Asetoklor herbisiti ise kloroasetamid grubu herbisitlerdendir. Bu grup herbisitlerin tohum çimlenmesini, lipid metabolizmasını, pigment ve giberellik asit sentezini, hücre bölünmesini, mineral alınımını, amino asitlerin absorblanmasını etkilediği belirtilmektedir [313].

Yapılan toksisite denemeleri sonucunda atrazin herbisiti için *Z. mays*'da 21–222 mM, *P. sativum* bitkisi için ise 42–448 mM aralığı, asetoklor herbisiti için *Z. mays* bitkisine uygulanacak doz aralığı 0,76–8,7 mM, *P. sativum* bitkisinde ise 42–448 mM olarak belirlenmiştir. Bu bulgular *Z. mays* 'ın her iki herbisite daha duyarlı olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda asetoklor herbisiti atrazine göre *Z. mays* için daha toksik bulunmuştur.

Yapılan literatür araştırmalarında herbisitlerin bitkiler üzerine etkileri ile ilgili çok az araştırma saptandığı için deneysel sonuçlarımızı değerlendirirken bitkiler üzerinde genel olarak strese neden olan farklı kriterlerle ilgili parametreler dikkate alınmıştır. Özellikle çevresel kirleticiler ve kuraklıkla ilgili yapılan araştırmalarda, stres faktörlerine karşı bitkilerde verilen cevaplarda, fotosentetik sistem dolayısıyla da pigment sisteminin önemli ölçüde etkilendiğine dair bulgular vardır [314–316].

Atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında gün içerisindeki değişimler ve günler arasındaki değişimler değerlendirildiğinde 1., 5., 10. ve 15. günlerde çalışılan gruplarda Kl a miktarlarında azalma dikkat çekmektedir. Kl a miktarlarındaki en fazla azalış 15. günde belirlenmiştir (Çizelge 4.1, Şekil 4.1). Asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında gün içerisindeki değişimler ve günler arasındaki değişimler değerlendirildiğinde 1,7 mM–2,8 mM aralığında 1., 5., 10. ve 15. günlerde çalışılan gruplarda kontrolden daha yüksek oranda Kl a saptanmıştır. Kl a miktarı 10. ve 15. günlerde 1. ve 5. günlerden daha az miktarda belirlenmiş olup en düşük miktar

8,7 mM asetoklor uygulanan gruplarda 6,93 µg/g olarak saptanmıştır (Çizelge 4.2, Şekil 4.2).

Atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında günlere bağlı Kl a miktarlarının değişimi incelendiğinde gün artışına paralel olarak Kl a miktarlarının azaldığı özellikle 15. gündeki azalışın daha fazla olduğu saptanmıştır. En düşük Kl a miktarı 15. günde 5,06 µg/g ile 344 mM atrazin uygulanan gruplarda belirlenmiştir (Çizelge 4.9, Şekil 4.9). Asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında ise Kl a miktarı 1., 5., 10. ve 15. günlerde 42–260 mM arasındaki uygulama gruplarında 6,70–7.38 µg/g ile kontrol ile karşılaştırıldığında (6,57 µg/g) daha yüksek saptanmıştır. En düşük Kl a değerleri 344 mM ve 448 mM asetoklor uygulanan gruplarda 3,90–5,56 µg/g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.10, Şekil 4.10).

Yan vd. (1997) farklı ışık şartları altındaki *Anabaena sphaerica* bitkilerinde molinat herbisitinin pigment değişimlerini araştırmışlardır. 3000 lux'de yetiştirilen bitkilerde 5 µg/mL⁻¹ molinat uygulamasını takiben Kl a miktarlarının gün artışıyla birlikte azaldığı saptanmıştır. Kontrolle karşılaştırıldığında 3. ve 6. günde 5 µg/mL⁻¹ molinat uygulanan gruplarda Kl a miktarları kontrolden daha yüksek iken 9. günde Kl a miktarı kontrolden daha düşük saptanmıştır. 300 lux'de yetiştirilen bitkilerde 5 µg/mL⁻¹, 25 µg/mL⁻¹ ve 50 µg/mL⁻¹ molinat uygulamasını takiben Kl a miktarlarının en fazla 6. günde olduğu saptanmıştır. Kl a miktarlarının uygulama yapılan gruplarda 3. ve 6. günde kontrolden daha yüksek olduğu 9. günde 5 µg/mL⁻¹ ve 25 µg/mL⁻¹ molinat uygulanan gruplarda kontrole kıyasla azaldığı, 50 µg/mL⁻¹ uygulanan gruplarda ise artış gösterdiği belirlenmiştir [204]. Bu sonuçlar bulgularımızla benzerlik göstermektedir (Çizelge 4.1, 4.2, 4.9, 4.10, Şekil 4.1, 4.2, 4.9.4.10).

Atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında Kl b miktarları gün artışına bağlı olarak azalış göstermiştir. Kl b miktarı 15. günde 131 mM (2,34 µg/g) ve 222 mM (2,22 µg/g) atrazin uygulanan gruplarda kontrolden ve diğer uygulama gruplarından daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.3, Şekil 4.3). Kl b içeriği asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında değerlendirildiğinde günler arasındaki değişimin daha belirgin olduğu görülmektedir. Kl b değerleri 1. ve 5. günde belirgin bir artışa sahipken 10. günde azalış ve 15. günde de 6,2 mM'da 2,65 µg/g ve 8,7 mM'da 1,22 µg/g ile kontrolden (4,25 µg/g) daha düşük saptanmıştır (Çizelge 4.4, Şekil 4.4).

Atrazin uygulanan *P. sativum* bitkilerinde Kl b miktarlarında gün artışına paralel olarak azalış bulunmuştur. Konsantrasyon artışı ve günlere bağlı olarak azalış en fazla 344 mM ve 448 mM atrazin uygulanan gruplarda belirlenmiştir (Çizelge 4.11, Şekil

4.11). Asetoklor uygulanan *P. sativum* bitkilerinde Kl b miktarının 1. ve 5. günde 42–200 mM arasındaki uygulama gruplarında 5,15–6,06 µg/g ile kontrolden daha yüksek olduğu 10. günde ise 260 mM’den itibaren azalış olduğu saptanmıştır. En düşük Kl b miktarı 15. günde 344 mM (3,29 µg/g) ve 448 mM (2,27 µg/g) asetoklor uygulanan gruplarda belirlenmiştir. Konsantrasyon artışı ve günlere bağlı olarak azalış en fazla 344 mM ve 448 mM asetoklor uygulanan gruplarda 2,27–3,64 µg/g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.12, Şekil 4.12).

Durmuşoğlu ve Kadioğlu (2004) tarafından yapılan bir araştırmada 100 µM paraquat uygulanan mısır yapraklarında klorofil kaybı %41,6 iken 10 ile 100 µM konsantrasyonlarda benziladeninin dışsal ilavesiyle klorofil kaybı %22,3 olarak belirlenmiştir [306]. Ekmekçi ve Terzioğlu (2005) tarafından yapılan bir çalışmada paraquatın yabani ve kültür buğdaylarında oksidatif stres üzerine etkileri araştırılmıştır. Paraquatın yüksek konsantrasyonlarında klorofil (a+b) ve karotenoid içeriğinde azalış saptanmıştır [205]. Kana vd. (2004) çimlenme öncesi uygulanan klomazon herbisitinin arpa (*Hordeum vulgare* L.) yapraklarında fotosentez üzerine etkilerini araştırmışlardır. Artan klomazon konsantrasyonlarının klorofil (a+b) ve karotenoid seviyelerinde azalmaya neden olduğu saptanmıştır [317]. Ralph (2000) tarafından yapılan bir çalışmada *Halophila ovalis* yapraklarına 10 µg L⁻¹, 100 µg L⁻¹ ve 1 mg L⁻¹ konsantrasyonlarında atrazin, simazin, ve glifosat uygulamasından 5 saat sonra pigment değişimleri incelenmiştir. Atrazin uygulanan gruplarda artan konsantrasyonlara bağlı olarak Kl a ve Kl b miktarlarının azalış ve artış gösterdiği bulunmuştur. Kl a miktarlarının 1 mg L⁻¹ atrazin uygulanan gruplar dışında kontrolden düşük olduğu saptanmıştır. Kl b miktarlarının ise atrazin uygulanan tüm gruplarda kontrolden düşük olduğu belirlenmiştir. Karotenoid miktarlarının da artan atrazin konsantrasyonlarına göre azalış ve artış gösterdiği belirtilmiştir. Atrazin uygulanan gruplardaki karotenoid miktarlarının ise kontrolden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Simazin uygulaması sonrasında en yüksek Kl a miktarı 10 µg L⁻¹ uygulanan gruplarda bulunmuştur. Diğer gruplardaki Kl a miktarları kontrolden daha düşük saptanmıştır. Aynı zamanda Kl b miktarları da kontrolden daha düşük bulunmuştur. Artan simazin konsantrasyonuna paralel olarak Kl b miktarları da azalmıştır. Karotenoid miktarları kontrole kıyasla daha yüksek bulunmuştur. DCMU uygulanan gruplarda en yüksek Kl a miktarı 1 mg L⁻¹ uygulanan gruplarda saptanmıştır. Diğer gruplardaki Kl a ve Kl b miktarları kontrolden daha düşük belirlenmiştir. Artan DCMU konsantrasyonuna paralel olarak Kl b miktarlarının arttığı belirtilmektedir. Karotenoid miktarları ise artan DCMU

konsantrasyonuna paralel olarak kontrole kıyasla artış göstermiştir. Glifosat uygulaması sonrasında Kl a ve Kl b miktarları kontrole kıyasla daha düşük bulunmuştur [318]. Mesotrion herbisitinin uygulandığı *Z. mays* bitkisinde yapılan bir araştırmada da Kl a, Kl b ve toplam klorofil miktarlarının 5., 10. ve 15. gün örneklerinde genel olarak düşüş gösterirken, karotenoid miktarlarının artış gösterdiği belirtilmiştir [319].

Jaleel vd. (2008)'nin yaptıkları bir araştırmada tuz stresi uygulanan *Withania somnifera* Dunal bitkilerinde triadimefon uygulaması sonrasında 40 mM NaCl uygulanan gruptaki Kl a, Kl b ve toplam klorofil miktarlarının kontrole kıyasla azaldığı, 40 mM NaCl ve 5 mg L⁻¹ triadimefon uygulamasını takiben kontrole kıyasla artış gösterdiği saptanmıştır [209]. Artan konsantrasyonlarda pigment içeriğindeki azalma ile ilgili bulgularımızla bu araştırmacıların sonuçları paralellik göstermektedir (Çizelge 4.1-4.4, 4.9-4.12 Şekil 4.1-4.4, 4.9-4.12). Hou vd. (2007) 0,05 mg L⁻¹ Cu²⁺ çözeltisiyle muamele edilen su mercimeği (*Lemna minor*) yapraklarında Kl a ve Kl b miktarlarında çok az bir artış olduğunu saptamışlardır. 5 mg L⁻¹ Cu²⁺ uygulandığında ise Kl a'da ve Kl b'de azalış belirlenmiştir. 0,05 mg L⁻¹, 0,5 mg L⁻¹, 5 mg L⁻¹, 10 mg L⁻¹ ve 20 mg L⁻¹ Cd²⁺ uygulaması sonrasında artan Cd²⁺ konsantrasyonuyla birlikte Kl a ve Kl b miktarlarında azalış saptanmıştır. Cu²⁺ ve Cd²⁺ uygulanan *Lemna* yapraklarındaki Kl a miktarlarının Kl b miktarlarından daha yüksek olduğu belirtilmektedir [314]. Farklı stres koşullarında ara konsantrasyonlarda farklı günlerde Kl a ve Kl b değerlerinde değişimler bizim bulgularımızda da gözlenmiştir (Çizelge 4.1-4.4, 4.9-4.12 Şekil 4.1-4.4, 4.9-4.12).

Atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında toplam klorofil miktarları gün artışına bağlı olarak azalış göstermiştir. Toplam klorofil miktarları için 10. ve özellikle 15. günlerdeki azalışlar dikkat çekmektedir. Toplam klorofil miktarları kontrol (8,71 µg/g) ve diğer uygulama gruplarında 15. günden daha yüksek olup, 15. günde 171 mM'da 5,78 µg/g ve 222 mM'da 5,54 µg/g olarak azalma saptanmıştır. (Çizelge 4.5, Şekil 4.5). Asetoklor uygulanan *Z. mays* yapraklarında toplam klorofil miktarı 1. günde kontrolde 11,51 µg/g iken, 8.7 mM'da 14,21 µg/g değerle en yüksek olarak dikkat çekmektedir. Günlere bağlı olarak ise 10. ve 15. günlerde 1.ve 5. günlerdeki değerlere oranla daha düşük toplam klorofil saptanmıştır. Toplam klorofil miktarı 15. günde 6,2 mM'da 9,89 µg/g ve 8,7 mM'da 8,15 µg/g ile kontrolden (11,51 µg/g) daha düşük belirlenmiştir (Çizelge 4.6, Şekil 4.6).

Atrazin uygulanan *P. sativum* yapraklarında toplam klorofil miktarları 42 mM–448 mM atrazin uygulanan gruplarda gün artışına bağlı olarak azalış

göstermiştir. Konsantrasyon artışına bağlı azalış en fazla 15. günde belirlenmiştir (Çizelge 4.13, Şekil 4.13). Asetoklor uygulanan *P. sativum* yapraklarında toplam klorofil miktarlarının 1. ve 5. günde 42 mM–260 mM 11,56–13,34 µg/g ile kontrolden (11,28 µg/g) daha yüksek iken 344 mM ve 448 mM asetoklor uygulanan gruplardaki toplam klorofil miktarları kontrolden daha düşük bulunmuştur. Uygulama gruplarında 10. günde 200 mM’den itibaren toplam klorofil miktarında azalma saptanmıştır. Toplam klorofil miktarı 15. günde 344 mM (8,31 µg/g) ve 448 mM (6,17 µg/g) asetoklor uygulanan gruplarda en düşük bulunmuştur. 120 mM ve 260 mM asetoklor uygulanan gruplarda 5. ve 10. günde azalış saptanırken, 15. günde artış belirlenmiştir (Çizelge 4.14, Şekil 4.14).

Atrazin uygulanan *Z. mays* yapraklarında karotenoid miktarları kontrolde 0,87 µg/g iken 21–222 mM atrazin uygulanan gruplarda gün artışına bağlı olarak artış saptanmıştır. En yüksek karotenoid miktarı 15. günde 1,42 µg/g ile 101–222 mM atrazin uygulanan gruplarda bulunmuştur (Çizelge 4.7, Şekil 4.7). Asetoklor uygulanan *Z. mays* bitkilerinde karotenoid miktarı hem konsantrasyon artışına hem de günlere bağlı olarak 1. ve 5. günlerde kontrolden düşük saptanmıştır. Karotenoid miktarı 10. ve 15. günde 4,8 mM, 6,2 mM ve 8,7 mM asetoklor uygulanan gruplarda 1,50–1,72 µg/g ile kontrolden (1,28 µg/g) ve diğer uygulama gruplarından daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.8, Şekil 4.8).

P. sativum’da 42 mM–448 mM atrazin uygulanan gruplarda karotenoid miktarları 5., 10. ve 15. günlerde 0,66–0,96 µg/g ile kontrol 0,49 µg/g ve diğer uygulama gruplarından daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 4.15 , Şekil 4.15). *P. sativum* bitkisinde karotenoid miktarları 42 mM–448 mM asetoklor uygulanan gruplarda 5. ve 10. günlerde artış gösterirken 15. günlerde azalış saptanmıştır. Karotenoid miktarı 54 mM asetoklor uygulanan gruplarda 1., 5. ve 10. günlerde azalış gösterirken 15. günde artış göstermiştir (Çizelge 4.16, Şekil 4.16). Konsantrasyon ve günlere bağlı değişim değerlendirildiğinde 1., 5. ve 10. günde 344 mM ve 448 mM asetoklor uygulanan gruplarda karotenoid miktarı kontrol grubunda 1,14 µg/g iken uygulama gruplarında 1,63–2,38 µg/g ile önemli oranda artış göstermiştir (Çizelge 4.16, Şekil 4.16).

Pigment sistemi ile ilgili bulgularımızı genel olarak değerlendirdiğimizde kullanılan herbisitler K1 a, K1 b ve toplam klorofilde artan konsantrasyonlarda ve ilerleyen günlerde belirgin oranda azalmaya neden olmuştur. Bununla birlikte karotenoid miktarı genel olarak değerlendirildiğinde belirgin bir artış göstermiştir.

Bitkilerde karotenoidler fotosentetik pigmentlerin önemli bileşenleridir. Protektanlar ve antioksidanlar olarak fonksiyon gösterirler. Absisik asitin biyosentezi için öncül olarak hizmet ederler ve reaktif oksijen türlerine bağlanarak fotosentetik aygıdı korurlar [320]. Karotenoidlerin antioksidan özellikleri dikkate alınarak, ilerleyen günlerde hem *Z. mays* hem de *P. sativum* bitkisinde karotenoid miktarının artması strese bir cevap olarak düşünülebilir.

Flumioxazin (fmx) herbisitinin artan konsantrasyonlarda uygulandığı *Vitis vinifera* L.'da karotenoid miktarlarının 7. ve 14. günde artış ve 21. günde ise azalış göstermesi bulgularımızla paralellik göstermektedir [202]. Bunun yanı sıra flumioksazin herbisiti *Lemna minor* ve *Scenedesmus obliquus*'a uygulandığında 6 saat sonra sadece algin pigment içeriğinin (Kl a % 7,9, Kl b % 18 ve karotenoid % 4,4) azaldığı *L. minor* pigment içeriğinin sırasıyla % 27, % 16, ve % 29 olarak artış gösterdiği belirtilmiştir. 24 saat maruz kalma sonrasında ise azaldığı saptanmıştır. Toplam pigment içeriği 48 saat sonra algde % 53, su mercimeğinde % 40 azalış göstermiştir [315].

Candan ve Tarhan (2003) *Mentha pulegium* yapraklarında Mg^{2+} eksikliğinde 3. ve 17. gün aralığında 6. yaprakta klorofil ve karotenoid içeriğinin azaldığını saptamışlardır [316]. Klorofil sonuçları bulgularımızla paralellik, karotenoid sonuçları ise farklılık göstermektedir (Çizelge 4.5–4.8, 4.13–4.16).

Başka bir araştırmada *Lemna* yapraklarındaki karotenoid miktarları da artan Cu^{2+} ve Cd^{2+} konsantrasyonlarıyla birlikte azalış göstermiştir. Cd^{2+} uygulanan gruplardaki karotenoid miktarlarının Cu^{2+} uygulanan gruplardakinden daha yüksek olduğu belirtilmektedir [314]. Bu sonuçlar bulgularımızla paralellik göstermektedir (Çizelge 4.7, 4.8, 4.15, 4.16).

Kishorekumar vd. (2007)'nin yaptığı bir çalışmada Çin patatesi *Solonostemon rotundifolius* Poir., Morton'da iki triazol bileşik, triadimefon ve heksakanazolün büyüme ve karbohidrat metabolizmasındaki etkileri araştırılmıştır. Triazol bileşiklerin klorofil içeriğini artırdığı, bununla birlikte uygulamaların sürgün ve yaprak alanında taze ve kuru ağırlığı azalttığı saptanmıştır [321]. Triadimefon'un salatalık kotiledonlarında klorofil içeriğini artırdığı belirtilmektedir [322]. Kuşvuran vd. (2008) tuz stresi altında yetiştirilen tuza tolerant ve duyarlı *Cucumis* sp.'nin bazı genotiplerinde klorofil miktarlarında değişen oranlarda kayıp meydana geldiğini saptamışlardır [323]. Tewari vd. (2006) *Morus alba* L. cv. Kanva-2 bitkilerinde magnezyum eksikliğini araştırmışlardır. Mg^{2+} yetersizliği olan yapraklarda klorofil konsantrasyonu, % 46, karotenoid konsantrasyonu % 24 azalış göstermiştir [324]. Öncel ve Keleş (2002) iki

buğday türüne ait 6 genotipin tuz stresine verdikleri tepkileri araştırmışlardır. K1 a, K1 b ve toplam klorofil içeriğinin önemli ölçüde azaldığı saptanmıştır [325]. Farklı stres koşullarında klorofilde meydana gelen değişimler sonuçlarımızla paralellik gösterirken karotenoid sonuçları farklılıklar gözlenmektedir (Çizelge 4.1–4.16).

Atrazin uygulanan *Z. mays* bitkilerinde toplam şeker miktarları konsantrasyon değişimlerine bağlı olarak gün içerisinde ve günlere bağlı olarak kontrole kıyasla azalma gösterirken, 15. günde konsantrasyon artışına bağlı azalış saptanmıştır (Çizelge 4.17, Şekil 4.17). Asetoklor herbisitinin uygulandığı *Z. mays* bitkisinde toplam şeker miktarının konsantrasyon değişimlerine bağlı olarak gün içerisinde ve günlere bağlı olarak yapılan değerlendirmelerde kontrole kıyasla azalma gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.18, Şekil 4.18). Gün içerisinde en belirgin değişim 15. günde 3,7–8,7 mM konsantrasyon aralığında herbisit uygulanan gruplarda 0,12–0,14 µg/g olarak saptanmıştır.

Atrazin uygulanan *P. sativum*'da toplam şeker miktarında konsantrasyon artışına ve günlere bağlı azalış saptanmıştır. Toplam şeker miktarı kontrolde 0,53 µg/g iken 15. günde 260 mM'da 0,10 µg/g, 344 mM'da 0,12 µg/g ve 448 mM'da 0,10 µg/g olarak azaldığı gözlenmiştir (Çizelge 4.19, Şekil 4.19). Asetoklor uygulanan *P. sativum*'da toplam şeker miktarı, konsantrasyon artışına bağlı olarak 200 mM'dan sonra ve günlere bağlı olarak da 10. ve 15. günlerde azalış dikkat çekmektedir (Çizelge 4.20, Şekil 4.20).

Farklı stres koşullarında bitkilerde karbohidrat içeriğindeki değişimlerle ilgili olarak farklı bulgular gözlenmiştir. Örneğin, Saladin vd. (2003) tarafından yapılan bir araştırmada flumioksazin (fmv) herbisiti uygulanan asma bitkisinde fruktoz içeriğinde günlere bağlı olarak azalış, nişasta içeriğinde ise azalış ve artışlar olduğu belirtilmiştir [202]. Magne vd. (2006) *Vitis vinifera* L.'ya flazasulfuron herbisitinin uygulaması sonrasında nişasta (%74) ve çözülebilir karbohidrat seviyelerinde (%90) azalış olduğu belirtilmiştir [203]. Al-Sobhi vd. (2006) tarafından tuz stresine (NaCl) maruz bırakılan *Calotropis procera*'da yapılan bir araştırmada toplam şeker içeriğinin sürgünlerde 28. günde kontrole karşı 5 mM, 10 mM ve 20 mM tuz konsantrasyon uygulamalarında azaldığı belirtilmiştir. Bunun yanı sıra aynı araştırmada 40 mM, 80 mM, 160 mM ve 320 mM tuz konsantrasyonlarında ise toplam şekerin arttığı belirtilmiştir. Günlere bağlı olarak 28., 35., 42. ve 49. günlerde yapılan analizlerde karbohidrat içeriğinin artan konsantrasyonlara da bağlı olarak artış gösterdiği belirtilmiştir [326]. Prasad ve Rao (1981) *Phaseolus aureus* bitkilerine 2 g petrokok m⁻² ve d⁻¹ uygulaması sonrasında uygulama yapılan bitkilerde askorbik asit, protein ve karbohidrat içeriklerinin azaldığını

saptamışlardır [327]. Yapılan başka bir araştırmada yaprak bitinin (*Brevicoryne brassicae* L.) lahana bitkisinde (*Brassica oleracea* var. *capitata*) toplam çözülebilir karbohidrat miktarını azalttığı saptanmıştır [217]. Bizim bulgularımızda her iki herbisit artan konsantrasyonlarda toplam şeker içeriğinde azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla sonuçlarımız Al-Sobhi vd.'nin yaptıkları tuz stresi ile ilgili çalışmada artan tuz konsantrasyonlarında toplam şeker içeriğinde meydana gelen değişimler, Saladin vd.'nin yaptığı fmx uygulanan asma bitkisindeki sonuçlar ile Magne vd.'nin flazasulfuron ile saptadıkları sonuçlar ve Prasad ve Rao'nun *Phaseolus aureus* bitkilerinde petrokok uygulaması sonucundaki toplam şeker içeriğindeki azalma ile paralellik göstermektedir. Ancak Al-Sobhi'nin ilerleyen günlere bağlı olarak tuz stresinde karbohidrat içeriğinin artmasıyla ilgili bulguları sonuçlarımızla uyuşmamaktadır (Çizelge 4.17–4.20). Karbohidrat içeriğindeki azalışın su yetersizliği, herbisite maruz kalma, tuz ya da osmotik stresi içeren stres şartlarından olduğu saptanmıştır [328]. Diğer taraftan bitkilerde nişastanın çeşitli biyotik ve abiyotik stresler altında azaldığı belirtilmiştir [329].

Magne vd. (2006)'nin yaptıkları bir çalışmada flazasulfuron herbisitinin *Vitis vinifera* L.'da pigment içeriğini %88, yapraktaki nişasta ve çözülebilir karbohidrat içeriğini ayrı ayrı %74 ve %90 azalttığı saptanmıştır [203]. K1 b'nin (%94) K1 a'dan (%84) daha fazla etkilendiği belirtilmiştir. Karotenoid içeriğinde de azalma olduğu (%49) fakat bu azalmanın klorofil içeriğinden (%88,5) daha az olduğu bulunmuştur.

Birçok araştırmada stres altındaki bitkilerin sürgün ve köklerinde kuru madde ve yağ ağırlıklarında önemli ölçüde azalmalar olduğu rapor edilmiştir [330–333]. Atrazin uyguladığımız *Z. mays* bitkilerinde günlere bağlı yaprak yağ ağırlıkları değerlendirildiğinde kontrole kıyasla (3,05 gr) en düşük yağ ağırlık 171 mM atrazin uygulanan grupta 15. günde gözlenmiş olup, bu grupta %21 oranında azalma saptanmıştır. (Çizelge 4.21, Şekil 4.21). Asetoklor uygulanan *Z. mays*'ın yaprak yağ ağırlıklarında gün artışıyla birlikte kontrole kıyasla azalma bulunmuştur. En düşük yaprak yağ ağırlığının 2,1 mM asetoklor uygulanan grupta, 15. günde %16 oranında azalma gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.22, Şekil 4.22).

Atrazin uygulanan *P. sativum*'da yaprak yağ ağırlığı ilerleyen günlere bağlı olarak kontrole (4,10 gr) kıyasla 200 mM ve 260 mM asetoklor uygulanan grupta %31 oranında azalma göstermiştir (Çizelge 4.23, Şekil 4.23). Asetoklor uygulanan *P. sativum*'da da yaprak yağ ağırlıkları kontrole (4,10 gr) kıyasla 448 mM asetoklor

uygulanan gruplarda 15. günde %23 oranında azalma göstermiştir (Çizelge 4.24, Şekil 4.24).

Z. mays ve *P. sativum*'da atrazin ve asetoklor herbisitleri uygulaması sonrasında yaprak, gövde ve kök yaş ağırlıkları ile yaprak, gövde ve kök kuru ağırlıklarının gün artışıyla birlikte genel olarak azaldığı saptanmıştır (Çizelge 4.21–4.44, Şekil 4.21–4.32).

Alla ve Hassan (2006), iki mısır türüne (*Zea mays* L. Hibrid 351 ve Gizza 2) önerilen tarla dozunda 20 gün boyunca sürekli atrazin uygulamışlardır. Atrazinin, Gizza 2'de bütün çalışma boyunca kuru ve yaş ağırlığı önemli oranda azalttığını buna karşılık H₂O₂, lipid peroksidaz ve karbonil gruplarının önemli oranda biriktiğini belirlemişlerdir [312]. Yakıt ve Tuna (2006) tarafından yapılan bir araştırmada *Z. mays*'da tuz uygulamasında kuru ağırlığın azaldığı saptanmıştır [163]. Drazkiewicz ve Baszynski (2005) *Z. mays* bitkisine 25, 50, 100, 150 ve 200 µM Cd uygulamışlardır. Uygulama sonucunda taze ağırlık ve kuru ağırlık da azalış belirlenmiştir [334]. Çiçek ve Çakırlar (2002) tuz stresine maruz kalan *Z. mays* bitkilerinin oransal su içeriklerinde ve toplam yaş ve kuru ağırlıklarında azalma saptamışlardır [335]. Bu bulgular araştırmamızla paralellik göstermektedir (Çizelge 4.21–4.44, Şekil 4.21–4.32).

Atrazin uygulaması sonrasında *Z. mays* bitkisinde günlere bağlı oransal su içeriği değerlendirildiğinde gün artışına paralel olarak oransal su içeriklerinin 21 mM atrazin uygulanan gruplar (%84,00) dışında kontrole (%82,67) kıyasla azaldığı saptanmıştır. Gün içerisinde de artan konsantrasyonlarla birlikte oransal su içeriklerinin azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.45, Şekil 4.33). Benzer şekilde asetoklor uygulanan *Z. mays* bitkilerinde günlere bağlı oransal su içerikleri değerlendirildiğinde konsantrasyon ve gün artışıyla birlikte oransal su içeriklerinin azaldığı saptanmıştır (Çizelge 4.46, Şekil 4.34).

P. sativum bitkisinde de atrazin uygulaması sonrasında oransal su içeriğinin gün artışıyla birlikte kontrole (%83,67) kıyasla azaldığı saptanmıştır. Gün içerisinde artan konsantrasyonlarla birlikte oransal su içeriklerinin azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 4.47, Şekil 4.35). Asetoklor uygulanan *P. sativum* bitkilerinde günlere bağlı oransal su içerikleri değerlendirildiğinde konsantrasyon ve gün artışıyla birlikte oransal su içeriklerinin azaldığı saptanmıştır (Çizelge 4.48, Şekil 4.36).

Yakıt ve Tuna (2006) tarafından yapılan bir araştırmada tuz stresine maruz kalan *Zea mays* L. bitkilerinde oransal su içeriği değerlerinin tuz uygulamasında en düşük, kontrol grubunda ise en yüksek olduğu saptanmıştır. Şeker pancarında, buğdayda ve biber bitkisinde tuz stresi altında oransal su içeriği değerlerinin azaldığı belirtilmiştir

[154]. Stres koşullarında saptanan bu bulgular araştırmamızla paralellik göstermektedir (Çizelge 4.45–4.48, Şekil 4.33–4.36).

5.2. Atrazin ve Asetoklor Herbisitlerinin Oksidatif Sistem Üzerine Etkileri

Bitki hücreleri yaralandıkları veya birtakım düşük moleküler ağırlıklı elisitörlere maruz bırakıldıklarında bu hücreler bir savunma tepkisi oluşturarak hücre çeperinde yüksek konsantrasyonlarda hidrojen peroksit, süperoksit radikalleri ve diğer aktif oksijen türlerini üretirler. Bu oksidatif patlama istilacı patojenlere karşı gösterilen savunma tepkisinin bir parçası gibi görülmektedir. Aktif oksijen türleri doğrudan patojenik organizmalara saldırabilir ve hücre çeperinin fenolik bileşenlerin hızlı bir şekilde çapraz bağlanmalarına yol açarak patojenik organizmanın daha sonraki istilasını dolaylı olarak engelleyebilir [336].

Aktif oksijen türü olarak da bilinen ROT; lipid, protein ve DNA'yı içeren biyomakromoleküllerin hasarına öncülük edebilir ve bu hasar hücresel seviyede bitkinin canlılığını tehdit edicidir. Bununla birlikte ROT aynı zamanda fiziksel şartlar ya da stres şartları altındaki biyolojik sistemlerdeki sinyal yollarında yer alan haber molekülleri olarak da rol oynar [337].

ROT tarafından oluşturulan hasara karşı antioksidan sistemler etkili olarak cevap verir. Genel olarak fotosentetik organizmalarda antioksidan sistemler enzimatik ve enzimatik olmayan iki koruma mekanizmasından oluşur. Enzimatik mekanizma, peroksidaz, askorbat peroksidaz (APX), süperoksit dismutaz (SOD), katalaz, glutatyon peroksidaz, glutatyon-s-transferaz ve glutatyon redüktaz gibi enzimlerden oluşurken, enzimatik olmayan mekanizma glutatyon (GHS), α -tokoferol ve karotenoidler gibi içsel antioksidanlardan oluşmaktadır [338].

Bazı durumlarda oksidatif strese karşı korumadaki azalış lipid peroksidasyonunda ve serbest radikal oluşumunda değişimlere neden olmaktadır. Malondialdehid membran lipidlerinin oksidize ürünleridir ve bitkiler oksidatif strese maruz kaldığında birikirler. Bu nedenle MDA konsantrasyonu lipid peroksidasyonunun genel indikatörü olarak göz önünde tutulur [339–341].

Atrazin uygulanan *Z. mays* bitkisinde MDA içeriği incelendiğinde 1. ve 5. günlerde konsantrasyon artışıyla birlikte MDA miktarı artış göstermiştir. En yüksek MDA miktarı 131–222 mM aralığında 3,43–4,08 μ mol MDA/g yaş ağırlık olarak belirlenmiştir. MDA oranı 10. günde uygulama gruplarında konsantrasyon artışına bağlı olarak artış gösterirken bu artış 5. güne kıyasla daha düşüktür. 15. günde ise MDA miktarları tüm uygulama gruplarında kontrolden daha düşük bulunmuştur

(Çizelge 4.49, Şekil 4.37). Asetoklor herbisitinin uygulandığı *Z. mays* bitkisinde MDA miktarının 1., 5., 10. ve 15. günlerde kontrolden (2,62 µmol MDA/g yaş ağırlık) daha yüksek olduğu saptanmıştır. MDA miktarı 5. günde artış, 10. ve 15. günlerde azalış göstermiştir (Çizelge 4.50, Şekil 4. 38).

Atrazin herbisitinin uygulandığı *P. sativum*'da ise MDA değişimi 1. günde kontrole (4,90 µmol MDA/g yaş ağırlık) kıyasla tüm uygulama gruplarında daha düşük bulunmuştur. Konsantrasyon artışıyla birlikte MDA miktarı 5. günde artış göstermiştir. Uygulama gruplarında MDA miktarında 10. günde 5. güne kıyasla azalış saptanmıştır. Konsantrasyon artışıyla birlikte 15. günde MDA değeri azalmıştır. En yüksek MDA miktarı 4,88 µmol MDA/g yaş ağırlık ile kontrol grubunda en düşük MDA miktarı 15. günde 1,97 µmol MDA/g yaş ağırlık ile 448 mM atrazin uygulanan gruplarda bulunmuştur (Çizelge 4.51, Şekil 4.39). Asetoklor uygulanan *P. sativum* bitkisinde MDA miktarında 1. 5. 10. ve 15. günlerde kontrole kıyasla artış bulunmuştur. MDA miktarı 5. ve 10. günlerde artış 15. günde azalış göstermiştir (Çizelge 4.52, Şekil 4.40).

ROT birikimi lipidlerde çoklu doymamış yağ asitleri oksidasyonunun sekonder son ürünü olan malondialdehid (MDA) gibi toksik ürünleri oluşturan lipidlerin oksidatif hasarına neden olabilir [342]. Bu araştırmaların sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde MDA bitki oksidatif stres derecesinin indikatörüdür. Bizim bulgularımızda da MDA aktivitesi her iki herbisit için hem *Z. mays* hem de *P. sativum* bitkilerinde bir stres indikatörü olarak görülmektedir (Çizelge 4.49-4.52)

Oksidatif stres peroksidasyon ile membran lipidlerini bozan radikal zincir reaksiyonlarla oluşur. Çoklu doymamış yağ asitleri özellikle ROT tarafından saldırıya uğrar. Lipid peroksidasyonu oksidatif stresi ölçmek için duyarlıdır. Lipid peroksidasyonundaki artış ağır metallerle maruz bırakılan havuç, turp, *Medicago sativa* ve kolza tohumunda rapor edilmiştir [343]. 357

Strese maruz kalan bitkiler antioksidan savunma sistemlerin bazılarının ya da tamamının aktivasyonu ile oksidatif stresin üstesinden gelebilirler. Bununla beraber, uzun süreli ve akut; hatta bazen kısa süreli stres durumunda bile, savunma mekanizmalarının kapasiteleri aşılır ve bu durum, gözle görülür zararlara ve hatta bitki ölümüne neden olabilir. Peroksidazın hücre çeperinin oluşumunda monomerlerin oksidatif eşleşmesinde son basamaktan sorumlu olup savunma reaksiyonlarında rol oynadığı belirtilmektedir [344, 345]. PR, büyüme, gelişme ve senesens olaylarında önemli etkiye sahip olup aynı zamanda lignin ve etilen sentezinden de sorumludur.

Yapılan bazı araştırmalarda stres koşullarının, pigment sistemi lipid peroksidasyonu ve peroksidaz aktivitesi üzerine etkisi birlikte incelenmiştir. Örneğin Candan ve Tarhan (2003) tarafından yapılan bir çalışmada inko (Zn) eksikliğinde *Mentha pulegium* bitkisindeki klorofil–karotenoid içeriği, antioksidan enzim aktivitesi ve lipid peroksidasyon seviyesindeki değişimler incelenmiştir. *M. pulegium* yapraklarında Zn yokluğunda klorofil ve karotenoid içeriği kontrolden daha az bulunmuştur [316].

Atrazin uyguladığımız *Z. mays* bitkilerinde peroksidaz aktivitesi gün içerisinde ve günlere bağlı olarak değerlendirildiğinde kontrole (1,66 U/mg protein) kıyasla artış göstermiştir. En yüksek peroksidaz aktivitesi 5. günde 222 mM atrazin uygulanan gruplarda 8,13 U/mg protein olarak bulunmuştur. Gün içerisinde konsantrasyon artışıyla birlikte genel olarak peroksidaz aktivitesinde de artış belirlenmiştir. 10. günde ve 15. günde peroksidaz aktivitesi azalmaya başlamıştır (izelge 4.53, şekil 4.41). Asetoklor herbisitinin uygulandığı *Z. mays* bitkisinde peroksidaz aktivitesinin, konsantrasyon değişimlerine bağlı olarak gün içerisinde ve günlere bağlı olarak yapılan değerlendirmelerde kontrole (1,66 U/mg protein) kıyasla artış gösterdiği bulunmuştur. 0,76–8,7 mM konsantrasyon aralığında 5. ve 10. günlerden artış, 15. günde azalış saptanmıştır. En yüksek peroksidaz aktivitesi 5. 10. ve 15. günlerde 4,8 mM, 6,2 mM ve 8,7 mM uygulanan gruplarda 4,21–4,40 U/mg protein olarak belirlenmiştir (izelge 4.54, şekil 4.42).

Atrazin uyguladığımız *P. sativum*'da peroksidaz aktivitesinin 1. günde konsantrasyon artışıyla birlikte artış gösterdiği belirlenmiştir. Kontrole (2,05 U/mg protein) kıyasla 5. günde 42–92 mM aralığında azalış saptanırken 120–448 mM aralığında konsantrasyon artışıyla birlikte artış bulunmuştur. 10. günde 42–120 mM aralığında kontrole kıyasla azalış, 150–448 mM aralığında ise kontrole kıyasla artış saptanmıştır. Peroksidaz aktivitesinin 15. günde tüm uygulama yapılan gruplarda kontrolden daha düşük olduğu gözlenmiştir. En yüksek peroksidaz aktivitesi 1. günde 260–448 mM aralığında 3,31–4,02 U/mg protein olarak belirlenmiştir. En düşük peroksidaz aktivitesi ise 15. günde 120–200 mM aralığında 1,23–1,35 U/mg protein olarak saptanmıştır (izelge 4.55, şekil 4.43). Asetoklor uygulanan *P. sativum*'da gün içerisinde ve günlere bağlı olarak yapılan değerlendirmelerde konsantrasyon artışına bağlı olarak 1. ve 5. günde peroksidaz aktivitesi de artış göstermiştir. 10. günde ve 15. günlerde de ara konsantrasyonlarda azalış ve artışlar olmakla beraber kontrol grupları ile kıyaslandığında artış belirlenmiştir. Peroksidaz aktivitesi 10. günde uygulama

yapılan diğer günlere göre daha yüksek bulunmuştur. En yüksek peroksidaz aktivitesi 5., 10. ve 15. günlerde 260 mM, 344 mM ve 448 mM uygulanan gruplarda 5,22–5,74 U/mg protein olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.56, Şekil 4.44).

Kaya (2007) tarafından yapılan bir araştırmada RB5 (reaktif siyah 5) ve RFC (reaktif fitalosiyanın) boyalarının kullanıldığı *Phaseolus vulgaris*'de MDA içeriği ve peroksidaz aktivitesi arasında bir korelasyon olduğunu göstermiştir. RB5 uygulanan bitki gruplarında MDA içeriği genel olarak kontrole kıyasla daha yüksek çıkmıştır. Bu durum RB5'in lipid peroksidasyonunu artırdığını göstermektedir. Buna bağlı olarak da RB5 uygulanan gruplarda kontrole kıyasla peroksidaz aktivitesinin de arttığı saptanmıştır. RFC uygulanan gruplarda ise genel olarak RFC'ye maruz kalan bitki gruplarında kontrole kıyasla MDA içeriğinde bir azalma olduğu belirtilmektedir. Bu durum RFC uygulamasının lipid peroksidasyonunu azalttığını göstermektedir. Azalan lipid peroksidasyonuna bağlı olarak peroksidaz aktivitesi de azalmıştır [346].

Candan ve Tarhan tarafından (2003) antioksidan savunma mekanizması ve lipid peroksidasyonundaki değişiklikler *Mentha pulegium* L.'da Mg^{2+} yokluğunda ve aşırılığında 14. günde çalışılmıştır. SOD, katalaz, askorbat peroksidaz ve peroksidaz her iki stres koşulunda da 6. pozisyondaki yaprakta artmıştır. Lipid peroksidasyonu seviyeleri Mg^{2+} varlığında en yüksek saptanmıştır. Antioksidan enzim aktiviteleri, klorofil-karotenoid içeriği ve lipid peroksidasyon seviyeleri Mg^{2+} eksikliğinde de değişiklik göstermiştir. Mg^{2+} eksikliğinde 3. ve 17. gün aralığında 6. yaprakta klorofil ve karotenoid içeriğinde düşük seviyelere neden olmuştur. Mg^{2+} eksikliğinde 17. gün sonrasında lipid peroksidasyonu seviyesinde önemli artış bulunurken antioksidan enzim aktiviteleri ve klorofil ve karotenoid içeriğinde azalış saptanmıştır [316].

Xu vd. (2008) sarmısak (*Allium sativum* L.) fidelerine 10^{-5} ve 10^{-3} M konsantrasyonlarında uygulanan Cd^{2+} 'un büyüme üzerine etkisi ile ilgili yaptıkları bir araştırmada, yapraklardaki PR aktivitesinin Cd^{2+} uygulamasından 3 gün sonra artış gösterirken farklı Cd^{2+} konsantrasyonlarında değişkenlik gösterdiğini saptamışlardır. 10^{-5} M Cd^{2+} uygulanan gruplarda PR aktivitesi kontrolde 3. ve 12. günlerde kontrolden daha yüksek iken 6. ve 9. günlerde kontrolden düşük çıkmıştır. 10^{-4} M Cd^{2+} uygulanan gruplardaki PR aktivitesi de 6. günde kontrolden düşük bulunmuştur [347]. Bitkilerin fungal enfeksiyonlara karşı savunma cevabı ile ilgili bir araştırmada fungus enfeksiyonunun peroksidaz aktivitesini artırdığı belirtilmiştir [348]. Hou vd. (2007) yaptıkları bir araştırmada su mercimeği (*Lemna minor*) yapraklarında Cu^{2+} ve Cd^{2+} için 10 mg L^{-1} 'den itibaren peroksidaz aktivitesi değerlendirildiğinde azalış saptanmıştır.

MDA miktarlarının Cu^{2+} ve Cd^{2+} uygulanan gruplarda artan konsantrasyonlarla birlikte artış gösterdiği saptanmıştır [314]. 329 MDA ve peroksidaz aktivitesinin farklı stres şartlarında gösterdiği değişimler bulgularımızla paralellik göstermektedir (Çizelge 4.53-4.56).

Atrazin uygulanan *Z. mays* bitkilerinde AP aktivitesi uygulama gruplarında kontrolden (0,40 U/mg protein) daha yüksek bulunmuştur. En yüksek AP aktivitesi 222 mM atrazin uygulanan gruplarda 10. günde 1,40 U/mg protein olarak belirlenmiştir. Artan atrazin konsantrasyonlarıyla birlikte 15. günde AP aktivitesi azalmıştır. AP aktivitesi 5. ve 10. günde artış gösterirken (0,85–1,40 U/mg protein), 15. günde azalmaya (0,65–0,89 U/mg protein) başlamıştır (Çizelge 4.57, Şekil 4.45). Asetoklor herbisitinin uygulandığı *Z. mays* bitkisinde 1., 5. ve 10. günlerde kontrole kıyasla (0,40 U/mg protein) artış gösterdiği belirlenmiştir. Asetoklor uygulanan gruplarda AP aktivitesi 15. günde 2,8 mM'dan itibaren azalış göstermiştir. En yüksek askorbat peroksidaz aktivitesi 5. günde 8,7 mM asetoklor uygulanan gruplarda 1,51 U/mg protein olarak bulunmuştur. AP aktivitesi 5. günde artış gösterirken 10. ve 15. günde azalmaya başlamıştır. AP aktivitesindeki 15. gündeki azalış 1. günden daha düşük belirlenmiştir. (Çizelge 4.58, Şekil 4.46).

Atrazinin uygulandığı *P. sativum* bitkisinde AP aktivitesi 1. günde 150 mM'dan itibaren azalış göstermiştir. AP aktivitesi 5. ve 10. günde artış gösterirken, 15. günde azalmaya başlamıştır (Çizelge 4.59, Şekil 4.47). Asetoklor uygulanan *P. sativum*'da AP aktivitesi 1., 5., ve 10. günlerde kontrole (0,78 U/mg protein) kıyasla artış gösterirken, 15. günde 344 mM'dan itibaren azalmıştır (0,64 U/mg protein) AP aktivitesi 5. ve 10. günde artarken, 15. günde azalma göstermiştir (Çizelge 4.60, Şekil 4.48).

Alglerle yapılan bir araştırmada AP enzimi 6. saatten itibaren artış göstermiştir. *Lemna minor*'da (su mercimeği) flumioksazin herbisitine maruz kalmasından 24 saat sonra uyarılmıştır. AP aktivitesi 48. saatte %15–%38'e ulaşmıştır [315]. Guo vd. (2006) *Citrus unshiu* Marc. ve *Citrus sinensis* Osbeck. bitkilerine yüksek sıcaklık (38°C) uyguladıklarında askorbat peroksidaz aktivitesinde artış saptamışlardır. Aynı araştırmada yüksek sıcaklık stresi yapraklardaki klorofil konsantrasyonlarında azalış oluşturmıştır [349]. Bu sonuçlar bulgularımızla benzerlik göstermektedir (Çizelge 4.57-4.60).

Fotosentetik pigment ve antioksidan sistem arasındaki ilişkiyi değerlendiren çalışmalarla sonuçlarımızı değerlendirdiğimizde benzer bulguları gözlemledik. Örneğin; lipid peroksidasyonunun artması membranı peroksidasyondan koruyan antioksidan

enzimlerin artışına neden olur. Elkahoui vd. (2005)'nin yaptığı bir çalışmada tuzluluğun *Catharanthus roseus* süspansiyon kültürlerinde lipid peroksidasyonu ve antioksidan enzimler üzerine etkileri araştırılmıştır. 50 ve 100 mM NaCl uygulaması MDA seviyelerinde sırasıyla 1,2 ve 1,4 artış göstermiştir. AP aktivitesi en fazla 100 mM tuz uygulamasında belirlenmiştir [350]. *Prunus mume* Sieb et. Zucc. meyvesinde MDA düzeyi depolama esnasında 6°C'de 1°C'den daha fazla saptanmıştır. AP aktivitesi ise 1°C'de 6°C'den daha fazla bulunmuştur [363]. Sinha vd. (2005) *Pistia stratiotes* L. bitkisinde artan kromyum konsantrasyonu ve uygulama süresiyle MDA içeriğinin 48. saatte artış gösterdiğini saptamışlardır. MDA içeriğinin 96. saatte 10 µM ve 40 µM da artış, 80 µM ve 160 µM'da azaldığı, 144. saatte ise 10 µM'da arttığı, 40 µM, 80 µM ve 160 µM'da azaldığı saptanmıştır. AP aktivitesi 48. saatte tüm uygulama gruplarında artış göstermiştir. 96. saatte 40 µM'a kadar artış sonraki konsantrasyonlarda azalış saptanmıştır. 144. saatte ise 10 µM'dan sonra artan konsantrasyonlarda azalış belirlenmiştir. Toplam klorofil içeriğinin artan metal konsantrasyonu ve uygulama süresiyle azaldığı saptanmıştır [228].

Mg yetersizliği fotosentetik pigmentlerin konsantrasyonlarında azalmaya neden olurken, AP, PR ve SOD'da artış göstermiştir. Lipid peroksidasyonu ise azalış göstermiştir [324].

Yapılan toksisite denemeleri sonucunda uygulanacak atrazin konsantrasyon aralığı *Z. mays*'da 21–222 mM, *P. sativum* bitkisi için ise 42–448 mM olarak belirlenmiştir. Fotosentetik inhibitör olarak tanımlanan atrazinin her iki bitki grubundaki toplam klorofil miktarları değerlendirildiğinde *P. sativum*'da toplam klorofil içeriğinin daha yüksek çıkması *P. sativum*'un *Z. mays*'a karşı fotosentetik sisteminin daha geç etkilenmesi ile daha toleranslı olmasını sağlaması olasıdır. Genel olarak enzim sistemindeki değişimler değerlendirildiğinde konsantrasyon artışına bağlı olarak öncelikle artış daha sonra ise azalış dikkat çekicidir. Bununla birlikte günlere bağlı olarak yapılan değerlendirmelerde özellikle 1. ve 5. günde artış, 10. günden itibaren azalış ile antioksidan sistemin herbisite karşı dirençte önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Atrazin uygulanan *Z. mays*'da peroksidaz aktivitesi *P. sativum*'a göre daha yüksek iken, MDA *P. sativum*'da daha yüksek miktarda saptanmıştır. Bununla birlikte atrazin uygulanan grupta AP aktivitesi *P. sativum*'da *Z. mays*'dan daha düşük bulunmuştur.

Z. mays bitkisine uygulacak asetoklor konsantrasyon aralığı 0,76–8,7 mM, *P. sativum* bitkisi için ise 42–448 mM olarak saptanmıştır. Kloroasetanilid herbisitlerin

antioksidanlar üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Asetoklor uygulanan *Z. mays*'da peroksidaz aktivitesi ve MDA miktarı *P. sativum*'dan daha az olduğu saptanmıştır. AP aktivitesi *P. sativum*'da kontrol grubunda *Z. mays*'a oranla daha yüksek bulunmuş olup herbisit uygulandığı her iki bitkide değişimler birbirine paralel bulunmuştur. Bu açıdan değerlendirdiğimizde; asetoklor uygulanan grupta toksisite denemelerinde *Z. mays*'ın daha düşük konsantrasyonlarda daha toksik etki göstermesi peroksidaz aktivitesi ve MDA miktarı ile birlikte ilişkilendirildiğinde *Z. mays*'ın *P. sativum*'a göre daha duyarlı olduğunu kanıtlamaktadır. Aynı zamanda toplam klorofil miktarı *P. sativum*'da daha yüksek saptanmıştır. Aynı şekilde asetoklor herbisiti uygulanan grupta da antioksidan sistem ile birlikte pigment sisteminin savunmada önemli bir yer oluşturduğu düşünülmektedir.

5.3. Salisilik Asit ve Herbisit İlişkisi

Yapılan bir çok araştırmada SA uygulamasının, soğuk, kuraklık, pestisitler, ağır metaller gibi stres koşullarında etkili olduğu bilinmektedir [151, 255, 275, 351]. Bu nedenle kullandığımız herbisitlerle birlikte SA'nın *Zea mays* ve *P. sativum* üzerindeki etkilerini saptamak amacıyla SA (literatür taramalarında belirlenen 0,5 mM'lık konsantrasyon dikkate alınarak) hem atrazin hem de asetoklor herbisiti ile birlikte uygulanarak içsel SA miktarında meydana getirdiği değişimler ve aynı zamanda SA uygulanmadan herbisit uygulanan gruplarda SA içeriğindeki değişimler değerlendirilmiştir. SA uygulanmadan herbisit uygulandığı gruplarda 24. saatteki değerlendirmeler sonucu içsel SA miktarının dışsal SA+herbisit uygulamasından daha düşük olması nedeniyle, dışsal SA uygulamasının sistemik kazanılmış direnç üzerine daha etkili olduğunu göstermiştir. Bu nedenle sadece herbisit uygulanan gruplarda 48. saat değerlendirmesi yapılmamıştır. Bulgularımızı değerlendirdiğimizde herbisit uygulamasının zararlı etkisinin dışsal SA uygulaması ile aşılabileceği düşünülmektedir.

Çimlenme öncesi *Z. mays*'a 21–46 mM aralığında atrazin ve 0,5 mM SA uygulanmıştır. SA analiz sonuçları incelendiğinde 24. saatte en düşük SA miktarı 46 mM atrazin+SA uygulanan gruplarda 46,33 ng/g olarak belirlenmiştir. Artan atrazin konsantrasyonlarıyla birlikte SA miktarları azalış göstermiştir. Artan konsantrasyonlara bağlı olarak 48. saatteki azalış daha fazla bulunmuştur (Çizelge 4.61, Şekil 4.49). Çimlenme sonrası atrazin+0,5 mM SA uygulanan *Z. mays*'da 24. saatte artan konsantrasyonlarla birlikte SA miktarlarında artış belirlenmiştir. En düşük SA miktarı 48. saatte 42,56 ng/g olarak 21 mM atrazin uygulanan gruplarda saptanmıştır (Çizelge

4.61, Şekil 4.50). *Z. mays*'a çimlenme öncesi 0,76-1,7 mM aralığında asetoklor herbisiti ve 0,5 mM SA uygulanmıştır. SA analiz sonuçları değerlendirildiğinde 24. saatte tüm uygulama gruplarındaki SA miktarının kontrolden (52,63 ng/g) daha yüksek olduğu saptanmıştır. En yüksek SA miktarı 118,45 ng/g ile 0,76 mM asetoklor uygulanan gruplarda bulunmuştur. Artan konsantrasyonlarla birlikte SA miktarı azalmıştır. 48. saatte elde edilen SA miktarları 0,76 mM asetoklor uygulanan gruplar dışında kontrolden (51,45 ng/g) daha düşük olduğu belirlenmiştir. SA miktarı 48. saatte artan konsantrasyonlarla birlikte 24. saatle karşılaştırıldığında azalış göstermiştir (Çizelge 4.62, Şekil 4.51). *Z. mays*'a çimlenme sonrası asetoklor+0,5 mM SA uygulandığında tüm uygulama gruplarındaki SA miktarları kontrolden (52,63 ng/g) daha yüksek belirlenmiştir. Artan konsantrasyonlarla birlikte SA miktarı da artış göstermiştir. Artan asetoklor konsantrasyonlarıyla birlikte 48. saatte SA miktarları artış göstermiştir (Çizelge 4.63, Şekil 4.52).

P. sativum bitkilerine çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası olmak üzere ayrı ayrı 42–92 mM aralığında atrazin ve asetoklor herbisiti ile 0,5 mM SA uygulanmıştır. Çimlenme öncesi *P. sativum*'a uygulanan atrazin+ 0,5 mM SA sonrasında elde edilen veriler incelendiğinde 24. saatte 42–92 mM atrazin uygulanan gruplarda konsantrasyon artışıyla birlikte azalma görülmüştür. Tüm uygulama gruplarında SA miktarları 24. saatte kontrolden (41,85 ng/g) yüksek belirlenmiştir. SA miktarındaki konsantrasyon artışına bağlı azalış 48. saatte, 24. saatten daha fazla saptanmıştır (Çizelge 4.64, Şekil 4.53). Çimlenme sonrası atrazin+0,5 mM SA uygulaması sonrasında 24. saatte artan konsantrasyonlarla birlikte SA miktarlarında artış saptanmıştır. SA miktarları 48. saatte 54 ve 71 mM atrazin uygulanan gruplarda artış gösterirken, 92 mM atrazin uygulanan gruplarda azalmıştır (Çizelge 4.64, Şekil 4.54). *P. sativum*'da çimlenme öncesi uygulanan asetoklor verileri incelendiğinde 24. saatte SA miktarlarının kontrolden (41,88 ng/g) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Artan asetoklor konsantrasyonlarıyla birlikte SA miktarları azalış göstermiştir. Asetoklor+0,5 mM SA uygulamasını takiben 48. saatteki SA miktarları 24. saatten daha düşük saptanmıştır. Benzer şekilde 48. saatte artan konsantrasyonlarla birlikte SA miktarlarında azalış belirlenmiştir (Çizelge 4.64, Şekil 4.55). Çimlenme sonrası asetoklor+0,5 mM SA uygulanan *P. sativum*'da SA verileri incelendiğinde 24. saatte konsantrasyon artışıyla birlikte SA miktarlarında artış dikkat çekicidir. SA uygulamasını takiben 48. saatte 42–71 mM asetoklor uygulanan gruplarda artış (47,06–65,77 ng/g), 92 mM asetoklor+0,5mM SA uygulanan gruplarda SA miktarlarında azalış (45,24 ng/g) gözlenmiştir. Tüm uygulama gruplarındaki SA

miktarlarının kontrolden (41,85 ng/g) daha yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.64, Şekil 4.56).

Krantev vd. (2008)'nin yaptıkları bir araştırmada çimlenme öncesi 0,5 mM SA ve farklı konsantrasyonlarda Cd'un *Z. mays* bitkilerinde etkileri incelenmiştir. SA miktarlarının 10 µM ve 15 µM Cd uygulanan gruplarda 10 ve 15 µM Cd+SA uygulanan gruplardan daha yüksek olduğunu saptamışlardır. 25 µM Cd uygulanan gruplardaki SA miktarlarının ise (217, 5 ng/g) 25 µM Cd+SA uygulanan gruplardan (163,0 ng/g) daha yüksek olduğu belirtilmiştir [351].

Z. mays'a çimlenme öncesi atrazin uygulaması sonrasında 24. saatteki içsel SA miktarları incelendiğinde konsantrasyon artışıyla birlikte SA miktarının azaldığı belirlenmiştir. En yüksek SA miktarı 292,08 ng/g ile 21 mM atrazin uygulanan gruplarda, en düşük SA miktarı ise 34,11 ng/g ile 46 mM atrazin uygulanan gruplarda gözlenmiştir. *Z. mays*'a çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben 24. saatteki içsel SA miktarları değerlendirildiğinde en düşük SA miktarı 52,63 ng/g olarak kontrol grubunda en yüksek SA miktarı 356,56 ng/g ile 46 mM atrazin uygulanan gruplarda saptanmıştır (Çizelge 4.65, Şekil 4.57). Asetoklor uygulanan *Z. mays*'da 24. saatteki içsel SA miktarları değerlendirildiğinde en düşük SA miktarı 45,71 ng/g ile 1,3 mM asetoklor uygulanan gruplarda en yüksek SA miktarı ise 99,38 ng/g ile 0,76 mM asetoklor uygulanan gruplarda belirlenmiştir. Çimlenme sonrası asetoklor uygulamasını takiben 24. saatteki içsel SA miktarları değerlendirildiğinde en düşük SA miktarı 52,63 ng/g olarak kontrol grubunda saptanmıştır. 0,76 mM asetoklor uygulanan gruplardan itibaren konsantrasyon artışıyla birlikte içsel SA miktarının arttığı belirlenmiştir (Çizelge 4.66, Şekil 4.58).

P. sativum'a çimlenme öncesi atrazin uygulaması sonrasında 24. saatteki en düşük içsel SA miktarı 41,88 ng/g olarak kontrol grubunda saptanmıştır. Konsantrasyon artışıyla birlikte 42 mM'dan itibaren SA miktarlarının azaldığı belirlenmiştir. *P. sativum*'a çimlenme sonrası atrazin uygulamasını takiben 24. saatte en düşük içsel SA miktarı 42 mM'dan itibaren artan konsantrasyonlarla birlikte SA miktarlarının artış gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.67, Şekil 4.59). Çimlenme öncesi asetoklor uygulanan *P. sativum* bitkilerinde 24. saatteki içsel SA miktarları incelendiğinde en düşük SA miktarı 37,86 ng/g olarak 71 mM asetoklor uygulanan gruplarda en yüksek SA miktarı ise 58,81 ng/g ile 54 mM asetoklor uygulanan gruplarda belirlenmiştir. *P. sativum*'a çimlenme sonrası asetoklor uygulaması sonrasında 42 mM'dan itibaren

artan konsantrasyonlarla birlikte SA miktarlarının artış gösterdiği bulunmuştur (Çizelge 4.68, Şekil 4.60).

Çimlenme öncesi ve çimlenme sonrası atrazin ve asetoklor herbisitleri ile birlikte kullanılan SA'nın kontrol grubuna kıyasla içsel salisilik asit miktarını önemli ölçüde artırdığı saptanmıştır. Özellikle çimlenme sonrası her iki herbisit uygulandığı *Z. mays*'da 24. saatteki artış çok belirgindir. SA uygulaması yapılmaksızın herbisit uygulandığı bitki gruplarındaki içsel SA miktarındaki artış daha az saptanmıştır. Bu da dışsal SA uygulamasının herbisit uygulanan gruplarda direnç mekanizmasını daha da artırdığını göstermektedir.

5.4. Bitkilerde Herbisit Kalıntı Analizleri

Literatürler atrazin ve asetoklor ile ilgili kalıntı analizlerinin büyük çoğunluğunun yüzey suları, yer altı suları ve toprak ile ilgili olduğunu göstermektedir. Yapılan bu araştırmada kullanılan herbisitlerin kullandığımız bitkilerdeki kalıntı miktarları da değerlendirilmiştir.

Çimlenme sonrası atrazin ve asetoklor uygulanan *Z. mays* bitkilerinde 1. ve 15. günlerde yapraktaki kalıntı miktarları incelendiğinde hem atrazin hem de asetoklor miktarının gün içerisinde artan konsantrasyonlarla birlikte artan günlere bağlı olarak da artış gösterdiği belirlenmiştir. 21 mM atrazin uygulanan gruplarda kalıntı miktarı 1. günde 44,20 µg/g iken, 15. günde kalıntı miktarı 97,17 µg/g olarak belirlenmiştir. 222 mM atrazin uygulanan gruplarda kalıntı miktarı 1. günde 264,20 µg/g , 15. günde 388,72 µg/g olarak saptanmıştır. 0,76 mM asetoklor uygulanan gruplarda kalıntı miktarı 1. günde 74,74 µg/g , 15. günde 238,24 µg/g ve yine 8,1 mM'lık asetoklarda 1. günde 123,77 µg/g, 15. günde 430,92 µg/g (Çizelge 4.69, 4.70, Şekil 4.61, 4.62).

P. sativum bitkilerinde 1. ve 15. günlerde yapraktaki kalıntı miktarları incelendiğinde hem atrazin hem de asetoklor miktarının gün içerisinde artan konsantrasyonlarla birlikte artış gösterdiği belirlenmiştir. 42 mM atrazin uygulanan gruplarda kalıntı miktarı 1. günde 71,25 µg/g iken, 15. günde kalıntı miktarı 117,96 µg/g olarak belirlenmiştir. 448 mM atrazin uygulanan gruplarda kalıntı miktarı 1. günde 198,75 µg/g, 15. günde 372,49 µg/g olarak saptanmıştır. 42 mM asetoklor uygulanan gruplarda kalıntı miktarı 1. günde 211,63 µg/g , 15. günde 144,11 µg/g ve yine 448 mM'lık asetoklarda 1. günde 398,64 µg/g, 15. günde ise 160,37 µg/g olarak bulunmuştur (Çizelge 4.71, 4.72, Şekil 4.63, 4.64).

P. sativum bitkilerine atrazin uygulaması sonrasında gün içerisinde artan konsantrasyonlarla birlikte kalıntı miktarı da artış göstermiştir. Atrazin kalıntı miktarı 15. günde 1. günden daha yüksek bulunmuştur. Asetoklor uygulaması sonrasında ise 1. gündeki asetoklor kalıntı miktarı 15. günden daha yüksek saptanmıştır (Çizelge 4.71, 4.72, Şekil 4.63, 4.64). Herbisitlerin çeşitli metal iyonlarıyla (Mg^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+}) bağlandıkları bilinmektedir. Bu nedenle bitkide kalıntı miktarları artış gösterebilmektedir [301]. Yapılan bu araştırmada uygulama dozlarından daha yüksek dozda herbisit kalıntısının saptanması Su vd. (2005)'nin yaptığı araştırmadaki bulgularla paralellik göstermektedir [301]. Bu da bize kullandığımız herbisitlerin bitkide mevcut bir takım metal iyonları ile bağlanması sonucu biyolojik birikime neden olduğunu düşündürmektedir.

Tarımın topraklar üzerindeki etkisi; toprak işleme ile başlayıp, kimyasal gübre ve pestisit kullanımı, yanlış sulamalar, bitki kalıntılarının yakılarak yok edilmesi gibi uygulamalarla, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısının bozulmasıdır. Ülkemiz tarım topraklarında verimliliğin giderek azalması sonucu giderek daha fazla girdi kullanımına neden olmuştur. Çevre kirliliğini önlemek ve tarım topraklarının verimliliğini koruyarak, bitkisel ve hayvansal ürünler elde etme çabaları tarım sistemlerinde değişimler sağlamıştır [352].

Ülkemiz ekonomisinde tarımın yeri çok büyüktür. Kimi tarım ürünleri ise, endüstri hammaddesi olduğundan ayrı bir öneme sahiptir. Bu ürünlerin en büyük alıcıları ise, başta AB ülkeleri ile ABD ve sonra da diğer gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelerdir. Bunun için de tarım ürünü dış satımımızı sürdürebilmek amacıyla, pestisit kullanımının çok kontrollü ve bilinçli programlar içerisinde yapılması gerekmektedir [15].

Sonuç olarak; bu araştırmada *Z. mays* ve *P. sativum* için kullandığımız atrazin ve asetoklor herbisitlerinin pigment sistemi, karbohidrat içeriği, peroksidaz, MDA ve askorbat peroksidaz aktivitesi ile yaş-kuru ağırlık ve oransal su içeriği üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca dışsal salisilik asit uygulamasının herbisitlere karşı bitkilerde direnci artırdığı belirlenmiştir. Kalıntı miktarı gün artışıyla birlikte artış ve bazı durumlarda azalış göstermiştir. Kullanılan herbisitlerin bitkilerde kalıntılarının bulunuyor olması bunlarla beslenen diğer organizmalar açısından önemli risk oluşturabilecektir. Bu nedenle herbisit uygulamalarında ortamda yetişen ürünlerin herbisit kalıntı analizlerinin yapılmasının önemli olduğu kanaatindeyiz. Seçici olarak kullanılan bu herbisitlerin kültür bitkilerinde fizyolojik parametreler üzerine olan

etkileri de dikkate alınarak yapılacak uygulamaların daha sağlıklı ve kaliteli ürünlerin kullanılmasını sağlaması gerek çevre gerekse de insan sağlığı açısından önemi kaçınılmazdır.

6. KAYNAKLAR

- [1] M. Kılınç and G. Kutbay, *Bitki Ekolojisi*, Palme Yayıncılık, (2004) 173.
- [2] L. E. Graham, J. M. Graham and L. W. Wilcox, *Bitki Biyolojisi*, Çeviri Editörü K. Işık, Palme Yayıncılık, (2004) 376–378.
- [3] K. Yıldız, Ş. Sipahioğlu and M. Yılmaz, *Çevre Bilimi*, Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, (2000) 27.
- [4] S. T. Meyer, F. Roces and R. Wirth, *Selecting the drought stressed: effects of plant stress on intraspecific and within-plant herbivory patterns of the leaf-cutting ant *Atta colombica**, **Functional Ecology**, 20 (2006) 973–981.
- [5] R. Munns, *Comparative physiology of salt and water stress*, **Plant Cell and Environment**, 25 (2002) 239–250.
- [6] İ. Kocaçalışkan, *Bitki Fizyolojisi*, 5. Baskı, Bizim Büro Basımevi, Kütahya (2005) 281-283.
- [7] Y. Akman, M. Küçüköyük, S. Düzenli and G. N. Tuğ, *Bitki Fizyolojisi*, Ankara (2001) 708.
- [8] M. N. Şişli, *Ekoloji*, Gazi Büro Kitabevi Tic. LTD. ŞTİ., Ankara ISBN: 975–94939-0-X, (1999) 427.
- [9] http://www.canim.net/saglik_bilgileri/ekosistem.html
- [10] http://en.wikipedia.org/wiki/Population_growth
- [11] http://ersem.erciyes.edu.tr/LDI/TARGEL/dnotu/TARGEL_DERSNOTU.pdf
- [12] T. Dyson, *World food trends and prospects to 2025*, **Proc. Natl. Acad. Sci.**, 96 (1999) 5929–5936.
- [13] <http://tarimsalpazarlama.com/makale.php?id=3051>
- [14] H. A. Öktem, *Herbisitlere Dayanlı Transgenik Bitkilerin Geliştirilmesi*, Bitki Biyoteknolojisi II, (2001) 190.
- [15] N. Delen, E. Durmuşoğlu, A. Güncan, C. Turgut, N. Güngör, and A. Burçak, *Türkiye’de pestisit kullanımı ve organizmalarda duyarlılık azalışı sorunları*, Türkiye Ziraat Mühendisliği 6. Teknik Kongre, (2005) 1–21.
- [16] M. A. De Waard and et al., *Chemical control of plant diseases: problem and prospects*, **Annu. Rev. Phytopathol.**, 31 (1993) 403–421.
- [17] K. Squibb, *Pesticides*, Program in Toxicology NURS 678–Applied Toxicology, (2002) 1–48.
- [18] <http://www.questia.com/library/encyclopedia/pesticide.jsp>
- [19] <http://www.tutuneksper.org.tr/yayin/bulten/bulten77/pestisitler.htm>
- [20] <http://www.epa.gov/opp00001/about/types.htm>
- [21] H. Kaygısız, *Tarımda ilaçlı mücadelenin temel prensipleri*, Ege Basım (2003), 65-67.
- [22] <http://www.chebucto.ns.ca/environment/RATE/pestfact.html>
- [23] <http://en.wikipedia.org/wiki/Pesticide>
- [24] http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/afd8346a677af9d_ek.doc?tipi=40&turu=X&sube=0
- [25] Ç. Güler and Z. Çobanoğlu, *Pestisitler*, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, 52 (1997) 1–169.
- [26] <http://www.dogainsanisbirligidernegi.org.tr/makaleler/pestisitler.doc>
- [27] <http://www.tema.org.tr/CevreKutuphanesi/Tarim/Tarim.htm>
- [28] C. Öncüler, *Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları*, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir (1993) 89.

- [29] <http://www.bitkihastanesi.com/organik-tarim/organik-tarimda-hastalik-mucadelesi.html>
- [30] <http://entweb.clemson.edu/pesticide/Document/toxicity.htm>
- [31] <http://www.bilgipasaji.com/forum/diger-hobi-ve-faaliyetler-473/74542-pestisitlerin-cevresel-etkileri.html>
- [32] <http://www.sauforum.com/ekoloji-ders-notlari-pestisit-ve-herbisitler-t1397.html>
- [33] <http://w3.gazi.edu.tr/web/alperal/cevre2.htm>
- [34] http://www.agri.ankara.edu.tr/soil_sciences/1250_Karaca_Arcak_Cevre_Bolun_7.pdf
- [35] <http://www.mavietki.com/hobiler/21180-pestisitlerin-cevresel-etkileri.html>
- [36] <http://www.answers.com/topic/herbicide>
- [37] H. Kawahigashi, S. Hirose, H. Inui, H. Ohkawa and Y. Ohkawa, *Enhanced herbicide cross-tolerance in transgenic rice plants co-expressing human CYP1A1, CYP2B6, and CYP2C19*, **Plant Science**, 168 (2005) 773–781.
- [38] <http://en.wikipedia.org/wiki/Herbicide>
- [39] R. S. Macedo, A. T. Lombardi, C. Y. Omachi and L. R. Rorig, *Effects of the herbicide bentazon on growth and photosystem II maximum quantum yield of the marine diatom Skeletonema costatum*, *Toxicology in Vitro*, 22 (2008) 716–722.
- [40] L.W. Mengistu, G.W. Mueller-Warrant, A. Liston and R. E. Barker, *psb mutation (valine219 to isoleucine) in Poa annua resistant to metribuzin and diuron*, **Pest Manag. Sci.**, 56 (2000) 209–217.
- [41] http://www.hort.wisc.edu/cran/pubs_archive/proceedings/2007/HowHerbicideWork.pdf
- [42] Q. Zhou, W. Liu, Y. Zhang and K. K. Liu, *Action mechanisms of acetolactate synthase-inhibiting herbicides*, **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 89 (2007) 89–96.
- [43] <http://weeds.cropsci.uiuc.edu/extension/Other/HSOAInside.pdf>
- [44] G. W. Ware and D. M. Whitacre, *IPM World Textbook, An introduction to herbicides* (2nd edition), University of Minnesota, *The Pesticide Book* 6th ed. (2004) 488.
- [45] <http://el.erdc.usace.army.mil/aqua/apis/herbicides/html/classifi.html>
- [46] R. S. Chandran and K. Semmens, *Choose the correct herbicide to control weeds in ponds*, WVU Extension Service, (2002) 1–2.
- [47] <http://en.wikipedia.org/wiki/Herbicide>
- [48] F. Francisco, *Physiological mechanism of herbicide action*, **Handbook of Plant and Crop Physiology**, (2001) 773–783.
- [49] D. E. Peterson, C. R. Thompson, D. L. Regehr and K. Al-Katib, *Herbicide mode of action*, Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, (2001) 1–24.
- [50] K. W. Bradley, B. Johnson, R. Smeda and C. Boerboom, *Practical weed science for the field scout corn and soybean*, University of Missouri (2007) 1–60.
- [51] M.Gfrerer, T.Wenzl, X.Quan, B.Platzer and E. Lankmayr, *Occurrence of triazines in surface and drinking water of Liaoning Province in Eastern China*, **Journal of Biochemical and Biophysical Methods**, 53 (2002) 217–228.
- [52] J. L. Hatfield, C. K. Wesley, J. H. Prueger, and R. L. Pfeiffer, *Herbicide and nitrate distribution in central rainfall*, **Journal of Environmental Quality**, 25 (1996) 259–264.

- [53] H. L. Preez and et al., *Seasonal exposures to triazine and other pesticides in surface waters in the western Highveld corn-production region in South Africa*, **Environmental Pollution**, 135 (2005) 131–141.
- [54] E. M. Thurman, D. A. Goolsby, M. T. Meyer, M. S. Mills, M. L. Pomes and D. W. Koplin, *A reconnaissance study of herbicides and their metabolites in surface water of the midwestern United States using immunoassay and gas chromatography/mass spectrometry*, **Environ. Sci. Technol.**, 26 (1992) 2440–2447.
- [55] B. A. Tomkins and R. H. Ilgner, *Determination of atrazine and four organophosphorus pesticides in ground water using solid phase microextraction (SPME) followed by gas chromatography with selected-ion monitoring*, **Journal of Chromatography A**, 972 (2002) 183–194.
- [56] <http://www.syngenta.com.tr>
- [57] <http://en.wikipedia.org/wiki/Atrazine>
- [58] <http://www.alanwood.net/pesticides/atrazine.html>
- [59] <http://www.kimyaturk.net/index.php?topic=5369.0;wap2>
- [60] I. K. Konstantinou, D. G. Hela and T. A. Albanis, *The status of pesticide pollution in surface waters (rivers and lakes) of greece. Part I. Review on occurrence and levels*, **Environmental Pollution**, 141 (2006) 555–570.
- [61] J. Xu and et al., *Degradation of acetochlor by four microbial communities*, **Bioresource Technology**, 99 (2008) 7797–7802.
- [62] M. L. Hladik, A. L. Roberts and E. J. Bouwer, *Removal of neutral chloroacetamide herbicide degradates during simulated unit processes for drinking water treatment*, **Water Research**, 39 (2005) 5033–5044.
- [63] C. L. Friedman, A. T. Lemley and A. Hay, *Degradation of chloroacetanilide herbicides by anodic fenton treatment*, **J. Agric. Food Chem.**, 54 (2006) 2640–2651.
- [64] C. A. Gustin and et al., *Applicator exposure to acetochlor based on biomonitoring*, **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, 43 (2005) 141–149.
- [65] H. K. Boparai, P. J. Shea, S. D. Comfort and D. D. Snow, *Dechlorinating chloroacetanilide herbicides by dithionite-treated aquifer sediment and surface soil*, **Environ. Sci. Technol.**, 40 (2006) 3043–3049.
- [66] <http://en.wikipedia.org/wiki/Acetochlor>
- [67] <http://www.alanwood.net/pesticides/acetochlor.html>
- [68] <http://www.safatarim.com/tr>
- [69] <http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/24d-captan/acetochlor-ext.html>
- [70] <http://www.ekolojimagazin.com/?s=magazin&id=378>
- [71] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Fotosentez>
- [72] A. Kadioğlu, *Bitki Fizyolojisi*, Dördüncü Baskı, Trabzon, (2007) 140.
- [73] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Klorofil>
- [74] F. B. Salisbury and C. W. Ross, *Plant Physiology*, Wadsworth Publishing Co., California, (1992) 210.
- [75] J. Hirschberg, *Carotenoid biosynthesis in flowering plants*, **Current Opinion in Plant Biology**, 4 (2001) 210–218.
- [76] C. C. Hu, J. T. Lin, F. J. Lu, F. P. Chou and D. J. Yang, *Determination of carotenoids in Dunaliella salina cultivated in Taiwan and antioxidant capacity of the algal carotenoid extract*, **Food Chemistry**, 109 (2008) 439–446.

- [77] P. S. Naik, A. Chanemougasoundharam, S. M. P. Khurana and G. Kalloo *Genetic manipulation of carotenoid pathway in higher plants*, **Current Sci.**, 85 (2003) 1423–1430.
- [78] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Karotenoid>
- [79] http://www.odevarsivi.com/dosya.asp?islem=gor&dosya_no=99069
- [80] J. K. Hooper, *Carotenoid pigments*, In *Chloroplasts*, J. K. Hooper, ed (New York: Plenum Pres) (1984) 56.
- [81] C. H. Aguilar, A. C. Carballo, A. C. Orea, R. Ivanov and A. D. Pacheco, *The carotenoid content in seedlings of maize seeds irradiated by a 650 nm diode laser: Qualitative photoacoustic study*, **Eur. Phys. J. Special Topics**, 153 (2008) 515–518.
- [82] <http://www.food-info.net/tr/caro/occ.htm>
- [83] <http://en.wikipedia.org/wiki/Carbohydrate>
- [84] http://www.visionlearning.com/library/module_viewer.php?mid=61
- [85] <http://www.faqs.org/nutrition/Met-Obe/Metabolism.html>
- [86] <http://www.med.gazi.edu.tr/egitim/donem1/dersler/karbohidratlarhpasaoglu.htm>
- [87] <http://www.birseyogren.com/hakkinda/karbohidrat/>
- [88] R. D. Jackson, *Remote sensing of biotic and abiotic plant stress*, **Annual Review of Phytopathology**, 24 (1986) 265–287.
- [89] R. Mittler, *Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance*, **Trends in Plant Science**, 7:9 (2002) 405–410.
- [90] A. Zabalza, S. Gaston, L. M. Sandalio, L. Alfanzo Del Rio and M. Royuela, *Oxidative stress is not related to the mode of action of herbicides that inhibit acetolactate synthase*, **Environmental and Experimental Botany**, 59 (2007) 150–159.
- [91] M. C. Romero-Puertas, I. McCarthy, M. Gomez, L. M. Sandalio, F. J. Corpas, L. A. Del Rio and J. M. Palma, *Reactive oxygen species-mediated enzymatic systems involved in the oxidative action of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid*, **Plant Cell Environ.**, 27 (2004) 1135–1148.
- [92] B. B. Buchanan, W. Gruissem and R. L. Jones, *Biochemistry and molecular biology of plants*, (2000) 1189–1190.
- [93] J. P. Francisco, et al., *Ascorbic acid and flavonoid peroxidase reaction as a detoxifying system of H₂O₂ in grapevine leaves*, **Phytochemistry**, 60 (2002) 573–580.
- [94] M. Yıldız, H. Terzi, Bitkilerin, *Yüksek sıcaklık stresine toleransının hücre canlılığı ve fotosentetik pigmentasyon ile belirlenmesi*, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 23 (2007) 47–60.
- [95] A. K. Papadakis and A. K. Roubelakis-Angelakis, *The generation of active oxygen species differs in tobacco and grapevine mesophyll protoplasts*, **Plant Physiol.**, 121:1 (1999) 197–206.
- [96] S. Baccouch, A. Chaoui, and E. El Ferjani, *Nickel toxicity induces oxidative damage in Zea mays roots*, **Journal of Plant Nutrition**, 24:7 (2001) 1085–1097.
- [97] S. Ahmed, E. Nawata, M. Hosokawa, Y. Domae, and T. Sakuratani, *Alterations in photosynthesis and some antioxidant enzymatic activities of mung bean subjected to waterlogging*, **Plant Sci.**, 163 (2002) 117–123.
- [98] R. K. Sairam, K. V. Rao, G. C. Srivastava, *Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress*, **Plant Sci.**, 163 (2002) 1037–1046.

- [99] B. Lian, X. Zhou, M. Miransari and D. L. Smith, *Effects of salicylic acid on the development and root nodulation of soybean seedling*, **J. Agronomy & Crop Science**, 185 (2000) 187–192.
- [100] K. Grossman, *Mediation of herbicide effects by hormone interactions*, **J. Plant Growth Regul.**, 22 (2003) 109–122.
- [101] S. G. Burton., *Oxidizing enzymes as biocatalysts*, **Trends in Biotechnology**, 21:12 (2003) 543–549.
- [102] S. Jebera, M. Jebera, F. Limam and M. E. Aouani, *Changes in ascorbate peroxidase, catalase, guaiacol peroxidase and superoxide dismutase in common bean (Phaseolus vulgaris) nodules under salt stress*, **Journal of Plant Physiology**, (2004) 1–8.
- [103] S. Davletova et al., *Cytosolic ascorbate peroxidase 1 is a central component of the reactive oxygen gene network of Arabidopsis*, **The Plant Cell**, 17 (2005) 268–281.
- [104] S. Mahajan and N. Tuteja, *Cold, salinity and drought stresses: An overview* **Archives of Biochemistry and Biophysics**, 444 (2005) 139–158.
- [105] S. Kalender, Y. Kalender, Y. Ögütçü, A. Uzunhisarcıklı, M. Durak and F. Açıkgöz, *Endosulfan induced cardiotoxicity and free radical metabolism in rats the protective effect of vitamin E*, **Toxicology**, 202 (2002) 227–235.
- [106] C. A. Placer, L. L. Cushman and B. C. Johnson, *Estimation of product of lipid peroxidation Malondialdehyde in biochemical systems*, **Anal Biochem.**, 16 (1994) 259–264.
- [107] U. Özgen, Z. Terzi and M. Coşkun, *Halk ilacı olarak kullanılan bazı türlerde lipid peroksidasyonunu inhibe edici etkinin araştırılması*, 14. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı Bildiriler 29-31 Mayıs Eskişehir, (2004) 139–143.
- [108] S. S. Önenç and Z. Açıkgöz, *Aromatik bitkilerin hayvansal ürünlerde antioksidan etkileri*, **Hayvansal Üretim**, 46:1 (2005) 50–55.
- [109] <http://bogadan.azbuz.com/blog/yazi/oku/5000000005786046/Ciddi>
- [110] N. Aruna and A. Lali, *Purification of a plant peroxidase using, reversibly soluble ion-exchange polymer*, **Process Biochemistry**, 37 (2001) 431–437.
- [111] K. G. Welinder, *Superfamily of plant, fungal, and bacterial peroxidases*, **Curr. Opin. Struct. Biol.**, 2 (1992) 388–393.
- [112] A. Johansson, S. K. Rasmussen, J. Harthill and K. G. Welinder, *cDNA, aminoacid and carbohydrate sequences of barley seed-specific peroxidase BP1* **Plant Mol. Biol.**, 18 (1992) 1151–1156.
- [113] S. Hiraga, K. Sasaki, Y. Ohashi and H. Matsui, *A large family of class III plant peroxidase*, **Plant Cell Physiol.**, 42:5 (2001) 462–468.
- [114] F. Passardi, C. Penel and C. Dunand, *Performing the paradoxical: how plant peroxidases modify the cell wall*, **Trends in Plant Science** 9:11 (2004) 1360–1385.
- [115] T. Kawano, *Salicylic acid induces extracellular superoxide generation followed by an increase in cytosolic calcium ion in tobacco suspension culture: the earliest events in salicylic acid signal transduction*, **Plant Cell Physiol.**, 39 (1998) 721–730.
- [116] K. Yoshida, P. Kaothien, T. Matsui, A. Kawaoka and A. Shinmyo, *Molecular biology and application of plant peroxidase genes*, **Appl. Microb. Biotech.**, 60 (2002) 665–670.

- [117] T. H. Gaspar, C. L. Penel, T. Thorpe and H. Grappin, *Chemistry and biochemistry peroxidases*, in: T. H. Gaspar, C. L. Penel, T. Thorpe, H. Grappin (Eds.), *Peroxidases, a survey of their biochemical and physiological roles in higher plants*, University de Geneve Press, Geneva, (1982) 10–60.
- [118] S. Criquet, E. J. Joner and C. Leyval, *2,7-diaminofluorene is a sensitive substrate for detection and characterization of plant root peroxidase activities*, **Plant Science**, 161 (2001) 1063–1066.
- [119] E. Passardi, C. Cosio, C. Penel and C. Dunand, *Peroxidase have more functions than a Swiss army knife*, **Plant Cell Rep.**, (2005) 255–265.
- [120] S. Shigeoka, Y. Nakano and S. Kitaako, *Purification and some properties of L-ascorbic acid specific peroxidase in Euglena gracilis*. **Z. Archives of Biochemistry and Biophysics**, 201 (1980b) 121–127.
- [121] K. Asada, *The role of ascorbate peroxidase and monodehydroascorbate reductase in H₂O₂ scavenging in plants*. In J. G. Scandalious, *Oxidative stress and the molecular biology of antioxidant defences*, Cold Spring Harbor Laboratory Press, (1997) 715–735.
- [122] K. Asada, *Production and action of active oxygen species in phoyosynthetic tissues*, CRC Pres, Boca Raton, (1994) 77–104.
- [123] M. C. Mathews, C. B. Summers and G. W. Felton, *Ascorbate peroxidase a novel antioxidant enzyme in insects*, **Arch Insect Biochem Physiol.**, 34 (1997) 57–68.
- [124] R. Mitler and B. A. Zilinkas, *Regulation of pea cytosolic ascorbate peroxidase and other antioxidant enzymes during the progression of drought stress and following recovery from drought*, **Plant J.**, 5 (1994) 397–405.
- [125] A. Kubo, H. Saji, K. Tanaka and N. Kondo, *Expression of Arabidopsis cytosolic ascorbate peroxidase gene in response to ozone or sulfur dioxide*, **Plant Mol. Biol**, 29 (1995) 479–489.
- [126] I. Cakmak and H. Marschner, *Magnesium deficiency and high light intensity enhance activities of superoxide dismutase, ascorbate peroxidase and glutathione reductase in bean leaves*, **Plant Physiol.**, 98 (1992) 1222–1227.
- [127] G. Vansuyt, F. Lopez, D. Inze, J. F. Briat and P. Fourcroy, *Iron triggers a rapid induction of ascorbate peroxidase gene expression in Brassica napus*, **FEBS Lett**, 410 (1997) 195–200.
- [128] S. Karpinski, C. Escobar, B. Karpisnka, G. Creissen and P. M. Mullineaux, *Photosynthetic electron transport regulates the expression of cytosolic ascorbate peroxidase genes in Arabidopsis during excess light stress*, **Plant Cell**, 9 (1997) 627–640.
- [129] M. V. Rao, G. Paliyath and D. P. Ormrod, *Ultraviolet-B and ozone induced biochemical changes in antioxidant enzymes of Arabidopsis thaliana*, **Plant Physiol.**, 110 (1996) 125–136.
- [130] F. Lopez, G. Vansuyt, F. Casse-Delbart and P. Fourcroy, *Ascorbate peroxidase activity, not the mRNA level, is enhanced in salt-stressed Raphanus sativus plants*, **Plant Physiol.**, 97 (1996) 13–20.
- [131] Q. Shi and Z. Zhu, *Effects of exogenous salicylic acid on manganese toxicity, element contents and antioxidative system in cucumber*, **Environmental and Experimental Botany**, 63 (2008) 317–326.
- [132] J. B. Harborne, *Plant phenolics*. In: *Secondary Plant Products*. E. A. Bell, B. V. Charlwood (ed.), **Springer Verlag**, Berlin, (1980) 329–402.

- [133] L. Popova, E. Ananieva, V. Hristova, K. Christov, K. Georgieva, V. Alexieva, *Salicylic acid and methyl jasmonate induced protection on photosynthesis to paraquat oxidative stress*, **Bulg. J. Plant Physiol.**, (2003) 133–152.
- [134] E. Özeker, *Salisilik asit ve bitkiler üzerindeki etkileri*, Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 42:1 (2005) 213–223.
- [135] I. Raskin, *Role of salicylic acid in plants*, **Annual Review of Plant Physiology**, 43 (1992) 439–463.
- [136] http://www.search.com/reference/Salicylic_acid
- [137] P. J. Davies, *Salicylic acid*, Plant Hormones, Physiology, Kluwer Acad. Pub. London, **Biochemistry and Molecular Biology.**, (1995) 833.
- [138] S. Çanakçı, “*Asetilsalisilik asit uygulamasının fasulye (Phaseolus vulgaris L.) çeliklerinde tuzun etkisine karşı yarattığı bazı fizyolojik etkiler ve bu etkilerin biyokimyasal araştırılması*”, Doktora Tezi, 2000.
- [139] S. Seo, K. Ishizuka and Y. Ohashi, *Induction of salicylic acid β -glucosidase in tobacco leaves by exogenous salicylic acid*, **Plant Cell Physiol.**, 36:3 (1995) 447–453.
- [140] T. Janda, G. Szalai, J. Kissimon, E. Páldi, C. Marton and Z. Szigeti, *Role of irradiance in the chilling injury of young maize plants studied by chlorophyll fluorescence induction measurements*, **Photosynthetica**, 30 (1994) 293–299.
- [141] A. Mishra and M. A. Choudhuri, *Ameliorating effects of salicylic acid on lead and mercury induced inhibition of germination and early seedling growth of two rice cultivars*, **Seed Sci. & Technol.**, 25 (1997) 263–270.
- [142] I. Raskin, *Salicylic acid*. Plant hormones physiology, **Biochemistry and Molecular Biology**, New York. USA (1995) 188–205.
- [143] G. De Fazio and M. Vicente, *Antiphytoviral drugs against tomato spotted wilt virus*, **Turrialba** 41:2 (1991) 244–253.
- [144] I. Raskin, A. Ehmann, W. R. Melander and B. J. D. Meeuse, *Salicylic acid: a natural inducer of heat production in Arum lilies*, **Science**, 237 (1987) 1601–1602.
- [145] A. Demirsoy ve I. Türkan, Genel Biyoloji II (1999) 937.
- [146] G. J. Kling and M. M. Meyer, *Effect of phenolic compounds and indole acetic acid and adventitious root initiation in Phaseolus aureus, Acer saccharinum and Acer griseum*, **Horticultural Science**, 18 (1983) 352–354.
- [147] N. Akkaya, “*Cucumis sativus L. (Salatalık)’ta asetilsalisilik asitin çimlenme, büyüme ve gelişme üzerine etkisi*”, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Türkiye, 2002.
- [148] H. Pena-Cortes, T. Albrecht, S. Prat, E. W. Weiler and L. Willmitzer. *Aspirin prevents wound-induced gene expression in tomato leaves by blocking jasmonic acid biosynthesis*. **Planta**, 191 (1993) 123–128.
- [149] V. K. Rai, S. S. Sharma and S. Sharma, *Reversal of ABA-induced stomatal closure by phenolic compounds*, **J. Exp. Bot.**, 37 (1986) 129–134.
- [150] P. K. Jitendra and C. F. Cleland, *Role of salicylic acid and benzoic acid in flowering of a photoperiod-insensitive strain, Lemna paucicostata LP6* Smithsonian Environmental Research Center, Rockville, Maryland 20852, **Plant Physiol.**, 100 (1992) 1541–1546.
- [151] J. Malamy, J. Hennig and D. F. Klessig, *Temperature-dependent induction of salicylic acid and its conjugates during the resistance response to tobacco mosaic virus infection*, **Plant Cell**, 4 (1992) 359–366.

- [152] J. Larkindale and M. Knight, *Protection against heat stress induced oxidative damage in Arabidopsis involves calcium, abscisic acid, ethylene, and salicylic acid*, **Plant Physiol.**, 128 (2002) 682–695.
- [153] C. Leslie and R. T. Romani, *Inhibition of ethylene biosynthesis by salicylic acid*, **Plant Physiol.**, 88 (1988) 833–837.
- [154] D. M. Rhoads and L. McIntosh, *Salicylic acid regulation of respiration in higher plants: alternative oxidase expression*, **The Plant Cell**, 4:9 (1992) 1131–1139.
- [155] S. Kochhar, C. B. Watkin, P. L. Conklin and S. K. Brown, *A quantitative and qualitative analysis of antioxidant enzymes in relation to susceptibility of apples to superficial scald*, **J. Am. Sci. Hort. Sci.**, 128 (2003) 910–916.
- [156] J. Q. Yu, S. F. Ye, M. F. Zhang and W. H. Hu, *Effects of root exudates and aqueous root extracts of cucumber (Cucumis sativus) and alleochemicals, on photosynthesis and antioxidant enzymes in cucumber*, **Biochemical Systematics and Ecology**, 31 (2003) 129–139.
- [157] S. Verma and R. S. Dubey, *Lead toxicity induces lipid peroxidation and alters the activities of antioxidant enzymes in growing rice plants*, **Plant Science**, 164 (2003) 645–655.
- [158] G. Loake and M. Grant, *Salicylic acid in plant defence the players and protagonists*, **Current Opinion in Plant Biology**, 10 (2007) 466–472.
- [159] W. E. Durrant and X. Dong, *Systemic acquired resistance*, **Annu. Rev. Phytopathol.**, 42 (2004) 185–209.
- [160] A. Levine, R. Tenhaken, R. Dixon and C. Lamb, *H₂O₂ from the oxidative burst orchestrates the plant hypersensitive disease resistance response*, **Cell**, 79 (1994) 583–593.
- [161] <http://tarimsurasi.tarim.gov.tr/PDFLER/III.Komisyon.pdf>
- [162] R. R. Mill Zea L. In: Davis, P. H. (ed.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* Edinburgh Univ. Press, Edinburgh, 9 (1985) 420–422.
- [163] S. Yakıt ve A. L. Tuna, *Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (Zea mays L.) stres parametreleri üzerine Ca, Mg ve K'nın etkileri*, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19:1 (2006) 59–67.
- [164] <http://www.staem.gov.tr/teknik.html>
- [165] <http://www.cukurovataem.gov.tr/Misir%20Yetistiriciligiweb.htm>
- [166] <http://www.staem.gov.tr/Teknik.htm>
- [167] <http://ziraibilgiler.blogspot.com/2008/02/msr.html>
- [168] B. Yıldız, *Sistematik Botanik Ders notları* (1996).
- [169] P.H. Davis Pisum L. In: Davis, P. H. (ed.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Edinburgh Univ. Press, Edinburgh., 3 (1970) 370-372.
- [170] <http://www.burdur-tarim.gov.tr/tarim15/subeler/cey/yetistiricilik/bezelye.htm>
- [171] <http://www.1forum.net/odev-arsivi/bezelye-77022.html>
- [172] <http://www.msxlab.org/forum/tarim/79321-bezelye-bezelye-nedir-bezelye-yetistiriciligi.html>
- [173] J. Levitt, *Responses of plants to environmental stresses*, *Acad. Pres.*, 1 (1980) 496.
- [174] H. K. Lichtenthaler, *Vegetation stress: an introduction to the stress concept in plants*, **J. Plant Physiology**, 148 (1996) 4–14.
- [175] <http://www.epa.gov/kidshometour/pest.htm>
- [176] <http://www2.aku.edu.tr/~mkonuk/Pestisit-Toksikolojisi.pdf>
- [177] http://www.cellotin.com/forum/biyoloji/biyolojik_mucadele-t3648.0.html

- [178] D. T. Eash and R. J. Bushway, *Herbicide and plant growth regulator analysis by capillary electrophoresis*, **Journal of Chromatography A**, 880 (2000) 281–294.
- [179] P. H. Sikkema, C. Shropshire and N. Soltani, *Tolerance of spring barley (*Hordeum vulgare* L.), oats (*Avena sativa* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.) to saflufenacil*, **Crop Protection**, (2008) 1–3.
- [180] C. M. Radetski, S. Cotellet and J. F. Ferard, *Classical and biochemical endpoints in the evaluation of phytotoxic effects caused by the herbicide trichloroacetate*, **Environ. Exp. Bot.**, 44 (2000) 221–229.
- [181] K. A. Nelson and K. A. Renner, *Soybean growth and development as affected by glyphosate and postemergence herbicide tank mixtures*. **Agron. J.**, 93 (2001) 428–434.
- [182] D. Brown and J. Masiunas, *Evaluation of herbicides for pumpkin (*Cucurbita* sp.)* **Weed Technol.**, 16 (2002) 282–292.
- [183] I. Yordanov, *Response of photosynthetic apparatus to temperature stress and molecular mechanisms of its adaptations*, **Photosynthetica**, 26:4 (1992) 517–531.
- [184] P. Reddy and K. Veerajnegulu, *Proline metabolism in senescing leaves of horse gram*, **J. Plant Physiol.**, 137 (1991) 381–383.
- [185] G. Kramer, H. Norman, D. Krizek and R. Mirecki, *Influence of UV-B radiation on polyamines, lipid peroxidation and membrane lipids in cucumber*, **Phytochemistry**, 30 (1991) 2101–2108.
- [186] I. Sergiev, V. Alexieva, S. Yanev and E. Karanov, *Effect of atrazine and spermine on free proline and some antioxidants in pea (*Pisum sativum* L.) plants*, **Comp. Rend. Acad. Bulg. Sci.**, 53:10 (2000) 63–66.
- [187] V. Kaphchina-Toteva, S. Slavov, R. Batchvarova, A. Krantev, D. Stefanov and A. Uzunova, *Stress markers in chlorsulphuron tolerant transgenic tobacco plants*, **Bulg. J. Plant Physiol.**, 30 (2004) 103–111.
- [188] M. Gfrerer, T. Wenz, X. Quan, B. Platzer and E. Lankmayr, *Occurrence of triazines in surface and drinking water of Liaoning Province in Eastern China*, **J. Biochem. Biophys. Methods**, 53 (2002) 217–228.
- [189] J. G. Gu, Y. Z. Fan and J. D. Gu, *Biodegradability of atrazine, cyanazine and dicamba under methanogenic condition in three soils of China*, **Chemosphere**, 52 (2003) 1515–1521.
- [190] W. C. Koskinen, S. A. Clay, *Factors affecting atrazine fate in North central U.S. soils*, **Rev. Environ. Contam. Toxicol.**, 151 (1997) 117–165.
- [191] U. Dorfler, E. A. Feicht, I. Scheunert, *S-Triazine residues in groundwater*, **Chemosphere** 35 (1997) 99–106.
- [192] M. K. Ross and N. M. Filipov, *Determination of atrazine and its metabolites in mouse urine and plasma by LC–MS analysis*, **Analytical Biochemistry**, 351 (2006) 161–173.
- [193] L. P. Gianessi, *Benefits of triazine herbicides, in triazine herbicides risk assessment*, ed by Ballantine LG, McFarland JE and Hackett DS, American Chemical Society, Washington, DC, (1998) 1–8.
- [194] J. E. Creech, T. A. Monaco and J. O. Evans, *Photosynthetic and growth responses of *Zea mays* L and four weed species following post-emergence treatments with mesotrione and atrazine*, **Pest. Manag. Sci.**, 60 (2004) 1079–1084.
- [195] A. W. Rutherford and A. K. Liszkay, *Herbicide-induced oxidative stress in photosystem II*, *Trends in Biochemical Sciences*, 26: 11 (2001) 648–653.

- [196] R. Behra, G. P. Genoni and A. L. Joseph, *Effect of atrazine on growth, photosynthesis, and between-strain variability in Scenedesmus subspicatus (Chlorophyceae)*, **Arch. Environ. Contam. Toxicol.**, 37:1 (1999) 36–41.
- [197] G. R. Armel, H. P. Wilson, R. R. Richardson and T. E. Hines, *Mesotrione combinations for postemergence control of horsenettle (Solanum carolinense) in corn (Zea mays)*, **Weed Tech.**, 17 (2003) 65–72.
- [198] B. C. Johnson and B. G. Young, *Influence of temperature and relative humidity on the foliar activity of mesotrione*, **Weed Sci.**, 50 (2002) 157–161.
- [199] C. Eckermann, B. Matthes, M. Nimtz, V. Reiser, B. Lederer, P. Böger and J. Schröder, *Covalent binding of chloroacetamide herbicides to the active site cysteine of plant type III polyketide synthases*, **Phytochemistry**, 64 (2003) 1045–1054.
- [200] P. H. Sikkema, D. E. Robinson, R. E. Nurse and N. Soltania, *Pre-emergence herbicides for potential use in pinto and small red mexican bean (Phaseolus vulgaris) production*, **Crop Protection**, 27 (2008) 124–129.
- [201] M. L. Hladik, E. J. Bouwer and A. Lynn Roberts, *Neutral chloroacetamide herbicide degradates and related compounds in Midwestern United States drinking water sources*, **Science of the Total Environment**, 390 (2008) 155–165.
- [202] G. Saladin, C. Magnea and C. Cleament, *Effects of flumioxazin herbicide on carbon nutrition of Vitis vinifera L.*, **J. Agric. Food Chem.**, 51 (2003) 4017–4022.
- [203] C. Magne, S. Gaëlle and C. Clement, *Transient effect of the herbicide flazasulfuron on carbohydrate physiology in Vitis vinifera L.*, **Chemosphere**, 62 (2006) 650–657.
- [204] G. A. Yan, X. Yan, and W. Wu, *Effects of the herbicide molinate on mixotrophic growth, photosynthetic pigments, and protein content of Anabaena sphaerica under different light conditions*, **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 38 (1997) 144–149.
- [205] Y. Ekmekçi and S. Terzioğlu, *Effects of oxidative stress induced by paraquat on wild and cultivated wheats*, **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 83 (2005) 69–81.
- [206] M. E. Wang and Q. X. Zhou, *Joint stress of chlorimuron-ethyl and cadmium on wheat Triticum aestivum at biochemical levels*, **Environmental Pollution**, 144 (2006) 572–580.
- [207] E. A. Ananieva, V. S. Alexieva and L. P. Popova, *Treatment with salicylic acid decreases the effects of paraquat on photosynthesis*, **J. Plant Physiol.**, 159 (2002) 685–693.
- [208] E. A. Ananieva, K. N. Christov, L. P. Popova, *Exogenous treatment with salicylic acid leads to increased antioxidant capacity in leaves of barley plants exposed to paraquat*, **J. Plant Physiol.**, 161 (2004) 319–328.
- [209] C. A. Jaleel, G. M. A. Lakshmanan, M. Gomathinayagam and R. Panneerselvam *Triadimefon induced salt stress tolerance in Withania somnifera and its relationship to antioxidant defense system*, **South African Journal of Botany**, 74 (2008) 126–132.
- [210] D. P. Kloer and G. E. Schulz, *Structural and biological aspects of carotenoid cleavage*, **Cell Mol. Life Sci.**, 63 (2006) 2291–2303.
- [211] S. Römer and P. D. Fraser, *Recent advances in carotenoid biosynthesis, regulation and manipulation*, **Planta**, 221 (2005) 1533–1535.

- [212] P. S. Naik, A. Chanemougasuoundharam, S. M. P. Khurana and G. Kalloo, *Genetic manipulation of carotenoid pathway in higher plants*, **Current Science**, 85:10 (2003) 1423–1430.
- [213] K. K. Niyogi, *Photoprotection revisited: genetic and molecular approaches*, **Annu. Rev. Plant Mol. Biol.**, 50 (1999) 333–359.
- [214] J. E. Sarry, J. L. Montiilet, Y. Sauvaire, M. Havaux, *The protective function of the xanthophyll cycle in photosynthesis*, **Febs Lett.**, 353 (1994) 147–150.
- [215] W. Stahl and H. Sies, *Antioxidant activity of carotenoids*, **Molecular Aspects of Medicine**, 24 (2003) 345–351.
- [216] A. J. Young and G. M. Lowe, *Antioxidant and prooxidant properties of carotenoids*, **Arch. Biochem. Biophys.**, 385 (2001) 20–27.
- [217] H. Khattab, *The defense mechanism of cabbage plant against phloem-sucking aphid (Brevicoryne brassicae L.)* **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, 1:1 (2007) 56–62.
- [218] <http://www.mustafaaltinisik.org.uk/21-adsem-01.pdf>
- [219] J. Jin, N. Shan, N. Ma, J. Bai and J. Gao, *Regulation of ascorbate peroxidase at the transcript level is involved in tolerance to postharvest water deficit stress in the cut rose (Rosa hybrida L.) cv. Samantha*, **Postharvest Biol. Technol.**, 40 (2006) 236–243.
- [220] M. M. Posmyk, C. Bailly, K. Szafranska, K. M. Jana and F. Corbineau, *Antioxidant enzymes and isoflavonoids in chilled soybean (Glycine max L. Merr) seedling*, **J. Plant Physiol.**, 162 (2005) 403–412.
- [221] R. K. Sairam, G. C. Srivastava, D. C. Saxena, *Increased antioxidant activity under elevated temperature: a mechanism of heat stress tolerance in wheat genotypes*, **Biol. Plant**, 43 (2000) 245–251.
- [222] S. Ivanov, *“Effect of sub-herbicide concentrations of atrazine and 2,4-D and their interaction with high temperature on some physiologo-biochemical parameters in pea plants”* PhD thesis, 2003.
- [223] I. Sergiev, V. Alexieva, S. Yanev and E. Karanov, *Effect of atrazine and spermine on free proline and some antioxidants in pea (Pisum sativum L.) plants*, **Comp. Rend. Acad. Bulg. Sci.**, 53:10 (2000) 63–66.
- [224] V. Alexieva, S. Ivanov, I. Sergiev and E. Karanov, *Interaction between stresses*, **Bulg. J. Plant Physiol.**, (2003) 1–17.
- [225] S. Agarwal, R. K. Sairam, G. C. Srivastava, A. Tyagi and R. C. Meena, *Role of ABA, salicylic acid, calcium and hydrogen peroxide on antioxidant enzymes induction in wheat seedlings*, **Plant Science**, 169 (2005) 559–570.
- [226] A. El Baky, H. H. Mohamed, A. Amal and M. M. Hussein, *Influence of salinity on lipid peroxidation, antioxidant enzymes and electrophoretic patterns of protein and isoenzymes in leaves of some onion cultivars*, **Asian Journal Plant Sciences**, 2:8 (2003) 633–638.
- [227] J. Dong, F. Wu and G. Zhang, *Influence of cadmium on antioxidant capacity and four microelement concentrations in tomato seedlings (Lycopersicon esculentum)*, **Chemosphere**, 64:10 (2006) 1659–1666.
- [228] S. Sinha, R. Saxena and S. Singh, *Chromium induced lipid peroxidation in the plants of Pistia stratiotes L. role of antioxidants and antioxidant enzymes*, **Chemosphere**, 58 (2005) 595–604.
- [229] R. K. Tewari, P. Kumar, P. N. Sharma and S. S. Bisht, *Modulation of oxidative stress responsive enzymes by excess cobalt*, **Plant Science**, 162 (2002) 381–388.

- [230] H. Gülen, A. Küden, S. L. Krebs and R. Arora, *Armut ve ayvada nişasta jel elektroforez tekniğine göre peroksidaz izoenzim analizleri için en uygun yöntemin belirlenmesi*, Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg., 16 (2002) 191–200.
- [231] B. R. Lee, K. Y. Kim, W. J. Jung, J. C. Avise, A. Qurry and T. H. Kim, *Peroxidases and lignification in relation to the intensity of water-deficit stress in white clover (Trifolium repens L.)*, **Journal of Experimental Botany**, 58:6 (2007) 1271–1279.
- [232] A. Polle, T. Otter and F Seifert, *Apoplastic peroxidases and lignification in needles of Norway spruce (Picea abies L.)*, **Plant Physiology**, 106 (1994) 53–60.
- [233] K. A. H. Tartoura, *Effect of abscisic acid on endogenous IAA, auxin protector levels and peroxidase activity during adventitious root initiation in Vigna radiata cuttings*, **Acta Physiologiae Plantarum**, 23:2 (2001) 149–156.
- [234] I. C. Jang, S. Y. Park, K. Y. Kim, S. Y. Kwon, J. G. Kim and S. S. Kwak, *Differential expression of 10 sweetpotato peroxidase genes in response to bacterial pathogen, Pectobacterium chrysanthemi*, **Plant Physiology and Biochemistry**, 42 (2004) 451–455.
- [235] C. C. Lin and C. H. Kao, *NaCl induced changes in ionically bound peroxidase activity in roots of rice seedlings*, **Plant and Soil**, 216 (1999) 147–153.
- [236] S. Veljovic-Jovanovic, B. Kukavica, B. Stevanovic and F. Navari-Izzo, *Senescence and drought related changes in peroxidase and superoxide dismutase isoforms in leaves of Ramonda serbica*, **Journal of Experimental Botany**, (2006) 1–10.
- [237] H. Gülen and A. Eriş, *Effect of heat stress on peroxidase activity and total protein content in strawberry plants*, **Plant Science**, 166 (2004) 739–744.
- [238] E. Miteva, D. Hristova, V. Nenova and S. Maneva, *Arsenic as a factor affecting virus infection in tomato plants: changes in plant growth, peroxidase activity and chloroplast pigments*, **Scientia Horticulturae**, 105 (2005) 343–458.
- [239] H. Koca, F. Ozdemir and I. Türkan, *Effect of salt stress on lipid peroxidation and superoxide dismutase and peroxidase activities of Lycopersicon esculentum and L. pennellii*, **Biologia Plantarum**, 50:4 (2006) 745–748.
- [240] S. Neill, R. Desikan and J. Hancock, *Hydrogen peroxide signalling*, **Plant Biology**, 5 (2002) 388–395.
- [241] J. M. Goamez, A. Jimenez, E. Olmos and F. Sevilla, *Location and effects of long-term NaCl stress on superoxide dismutase and ascorbate peroxidase isoenzymes of pea (Pisum sativum cv. Puget) chloroplasts*, **Journal of Experimental Botany**, 55 (2004) 119–130.
- [242] Lim S. and et al., *Enhanced tolerance of transgenic sweetpotato plants that express both CuZnSOD and APX in chloroplasts to methyl viologen-mediated oxidative stress and chilling*, **Molecular Breeding**, (2007) 227–239.
- [243] S. Y. Kwon, Y. J. Jeong, H. S. Lee, J. S. Kim, K. Y. Cho, R. D. Allen and S. S. Kwak, *Enhanced tolerances of transgenic tobacco plants expressing both superoxide dismutase and ascorbate peroxidase in chloroplasts against methyl viologen-mediated oxidative stress*, **Plant Cell and Environment**, 25 (2002) 873–882.

- [244] C. H. Danna G. C. Bartoli, F. Sacco, L. R. Ingala, G. E. Santa-Maria, J. J. Guaimet and R. A. Ugalde, *Thylakoid-bound ascorbate peroxidase mutant exhibits impaired electron transport and photosynthetic activity*, **Plant Physiol.**, 132 (2003) 2116–2125.
- [245] S. Ünyayar, Y. Keleş and F.Ö. Çekiç, *The antioxidative response of two tomato species with different drought tolerances as a result of drought and cadmium stress combinations*, **Plant Soil Environ.**, 51:2 (2005) 57–64.
- [246] Z. Guo, W. Ou, S. Lu and Q. Zhong, *Differential responses of antioxidative system to chilling and drought in four rice cultivars differing in sensitivity*, **Plant Physiology and Biochemistry**, 44 (2006) 828–836.
- [247] R. H. Huang, J. H. Liu, Y. M. Lu and R. X. Xia, *Effect of salicylic acid on the antioxidant system in the pulp of 'Cara cara' navel orange (Citrus sinensis L. Osbeck) at different storage temperatures*, 47:2 (2008) 168–175.
- [248] B. Arberg, *Plant growth regulators XLI, Monosubstituted benzoic acid*, Swed, **J. Agric. Res.**, 11 (1981) 93–105.
- [249] J. R. Cutt ve D. F. Klessing, *Salicylic acid in plants a changing perspective*, **Pharmaceut. Technol.**, 16 (1992) 25–34.
- [250] A. Larque-Saavedra, *The antitranspirant effect of acetylsalicylic acid on Phaseolus vulgaris*, **Physiol Plant**, 43 (1978) 126–128.
- [251] V. K. Rai, S. S. Sharma and S. Sharma, *Reversal of ABA-induced stomatal closure by phenolic compounds*, **J. Exp. Bot.**, 37 (1986) 129–134.
- [252] R. R. Barkosky ve F.A., *Effects of salicylic acid on plant water relationship*, **J. Chem. Ecol.**, 19 (1993) 237–247.
- [253] W. Khan, B. Prithviraj and D. L. Smith, *Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates*, **J. Plant Physiol.**, 160 (2003) 485–492.
- [254] S. E. A. Khodary, *Effect of salicylic acid on growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants*, **Int. J. Agric. Biol.**, 6 (2004) 5–8.
- [255] J. R. Koch, R. A. Creelman, S. M. Eshita, M. Seskar, J. E. Mullet and K. R. Davis, *Ozone sensitivity in hybrid poplar correlates with insensitivity to both salicylic acid and jasmonic acid. The role of programmed cell death in lesion formation*, **Plant Physiol.**, 123 (2000) 487–496.
- [256] S. L. Surplus, B. R. Jordan, A. M. Murphy, J. P. Carr, B. Thomas and S. A. H. Mackerness, *Ultraviolet-B-induced responses in Arabidopsis thaliana: role of salicylic acid and reactive oxygen species in the regulation of transcripts encoding photosynthetic and acidic pathogenesis-related proteins*, **Plant Cell Environ.**, 21 (1998) 685–694.
- [257] S. M. Clark L. A. J. Mur, J. E. Wood and I. M. Scott, *Salicylic acid dependent signaling promotes basal thermotolerance but is not essential for acquired thermotolerance in Arabidopsis thaliana*, **Plant J.**, 38 (2004) 432–437.
- [258] M. Nemeth, T. Janda, E. Horvath, E. Paldi and G. Szalai, *Exogenous salicylic acid increases polyamine content but may decrease drought tolerance in maize*, **Plant Sci.**, 162 (2002) 569–574.
- [259] A. Korkmaz, M. Uzunlu and A. R. Demirkiran, *Treatment with acetyl salicylic acid protects muskmelon seedlings against drought stress*, **Acta Physiol. Plant**, 29 (2007) 503–508.
- [260] A. Chini, J. J. Grant, M. Seki, K. Shinozaki and G. J. Loake, *Drought tolerance established by enhanced expression of the CC-NBS-LRR gene, ADR 1, requires salicylic acid EDS 1 and ABI 1*, **The Plant Journal**, 38 (2004) 810–822.

- [261] I. S. Shim, Y. Momose, A. Yamamoto, D. W. Kim and K. Usui, *Inhibition of catalase activity by oxidative stress and its relationship to salicylic acid accumulation in plants*, **Plant Growth Regul.**, 39 (2003) 285–292.
- [262] O. Borsani, V. Valpuesta and M. A. Botella, *Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in Arabidopsis seedlings*, **Plant Physiol.**, 126 (2001) 1024–1030.
- [263] M. Pal, G. Szalai, E. Horvath, T. Janda and E. Paldi, *Effect of salicylic acid during heavy metal stress*, Proceedings of the 7th Hungarian congress on plant Physiology, (2002) 119–122.
- [264] A. Szepesi, J. Csiszar, S. Bajkan, K. Gemes, F. Horvath, L. Erdei, A. K. Deer, M. L. Simon, and I. Tari, *Role of salicylic acid pre-treatment on the acclimation of tomato plants to salt and osmotic stress*, Proceedings of the 8th Hungarian Congress on Plant Physiology and the 6th Hungarian Conference on Photosynthesis, 49 (2005) 1–2.
- [265] F. Eraslan, A. Inal, A. Gunes and M. Alpaslan, *Impact of exogenous salicylic acid on the growth, antioxidant activity and physiology of carrot plants subjected to combined salinity and boron toxicity*, **Scientia Horticulturae**, 113 (2007) 120–128.
- [266] H. M. Kang and M. E. Saltveit, *Chilling tolerance of maize, cucumber and rice seedling leaves and roots are differentially affected by salicylic acid*, **Physiologia Plantarum**, 115 (2002) 571–576.
- [267] E. H. Ervin, X. Zhang and R. E. Schmidt, *Exogenous salicylic acid enhances post-transplant success of heated, Kentucky Bluegrass and Tall Fescue Sod*, 45 (2005) 240–244.
- [268] B. Singh and K. Usha, *Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress*, **Plant Growth Regul.**, 39 (2003) 137–141.
- [269] T. Senaratna, D. Touchell, E. Bumm and K. Dixon, *Acetylsalicylic (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants*, **Plant Growth Regul.**, 30 (2000) 157–161.
- [270] S. Çanakçı ve Ö. Munzuroğlu, *Asetil salisilik asit'in mısır (Zea mays L.) fidelerinde büyüme ve transpirasyon hızı üzerine etkileri*, Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi, 18:4 (2006) 479–484.
- [271] Z. Chen, H. Silva and D. F. Klessig, *Active oxygen species in the induction of systemic acquired resistance by salicylic acid*, **Science**, 262 (1993) 1883–1886.
- [272] R. A. Dixon, N. L. Paiva and M. K. Bhattacharyya, *Engineering disease resistance in plants: an overview*. In: Singh RP, Singh US, editors. **Molecular Methods in Plant Pathology**, Boca Raton, FL: CRC Press, (1995) 249–270.
- [273] N. Yalpani, A. J. Enyedi, J. Leon and I. Raskin *Ultraviolet light and ozone stimulate accumulation of salicylic acid, pathogenesis-related proteins and virus resistance in tobacco*, **Planta**, 193 (1994) 372–376.
- [274] H. Sawada, I. S. Shim, K. Usui, *Induction of benzoic acid 2-hydroxylase and salicylic acid biosynthesis—Modulation by salt stress in rice seedlings*, **Plant Science**, 171 (2006) 263–270.
- [275] E. Horvath, T. Janda, G. Szalai and E. Paldi, *In vitro salicylic acid inhibition of catalase activity in maize: differences between the isozymes and a possible role in the induction of chilling tolerance*, **Plant Sci.**, 163 (2002) 1129–1135.
- [276] G. G. Hernandez and V. M. L. Vargas, *Effect of acetylsalicylic acid on secondary metabolism of Catharanthus roseus tumor suspension cultures*, **Plant Cell Reports**, 16 (1997) 287–290.

- [277] I. Raskin, A. Ehmann, W. R. Melander and B. J. D. Meeuse, *Salicylic acid levels in thermogenic and non thermogenic plants*, **Ann. Bot.**, 66 (1990) 369–373.
- [278] M. C. Verberne, N. Brouwer, F. Delbianco, H. J. M. Linthorst, J. F. Bol and R. Verpoorte, *Method for the extraction of the volatile compound salicylic acid from tobacco leaf material*, **Phytochem. Anal.**, 13, (2002) 45–50.
- [279] L. Y. Aktaş ve A. Güven, *Bitki savunma sistemlerinde hormonal sinyal moleküller ve çapraz iletişimleri*, Çankaya Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Journal of Arts and Sciences Sayı: 3 / Mayıs, (2005) 1–12.
- [280] B. Türkyılmaz, L. Y. Aktaş and A. Güven, *Phaseolus vulgaris L.'de salisilik asit uyarımlı bazı fizyolojik ve biyokimyasal değişimler*, F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 17:2 (2005) 319–326.
- [281] T. Janda, G. Szalai, I. Thari and E. Paldi, *Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling in maize (Zea mays L.) plants*, **Planta**, 208 (1999) 175–180.
- [282] I. Ferrase, P. Trainooti, N. Rascio and G. Casadoro, *Cellulase involvement in the abscission of peach and pepper leaves is affected by salicylic acid*, **Journal of Experimental Botany**, 47 (1996) 251–257.
- [283] Y. Gunes, A. Inal, M. Alpaslan, F. Eraslan, E. G. Bagci and G. N. Cicek, *Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize (Zea mays L.) grown under salinity*, **J. Plant Physiol**, 164 (2007) 728–736.
- [284] V. Trajkovska, S. P. Jovanovi and V. Pavlova, *Separation of simazine, atrazine and propazine using reversed-phase high-performance liquid chromatography*, Adnan Menderes University, 4th AACD Congress, 29 Sept.-3 Oct. Kuşadası-Aydın/Türkiye Proceeding Book 043.DOC (2004) 85–87.
- [285] L. N. Konda, G. Füleky, G. Morovjan and P. Csokan, *Sorption behaviour of acetochlor, atrazine, carbendazin, diazinon, imidaclopid and isoproturon on Hungarian agricultural soil*, *Chemosphere* 48 (2002) 545–552.
- [286] S. J. Lehotay, J. A. Harman-Fetcho and L. L. Mcconell, *Agricultural Pesticide residue in oysters and water from two chesapeake bay tributaries*, *Marine Pollution Bulletin*, 37 (1998) 32–44.
- [287] I. Bobeldijk and et.al., *Surface and wastewater quality monitoring: combination of liquid chromatography with (geno)toxicity detection, diode array detection and tandem mass spectrometry for identification of pollutants*, **Journal of Chromatography A**, 970 (2002) 167–181.
- [288] <http://www.cdpr.ca.gov/docs/specproj/forest/usfs2003.pdf>
- [289] D. R. Hoagland and D. I. Arnon, *The water culture method for growing plants without soil*, **California Agr. Expt. Sta. Circ.**, (1938) 37.
- [290] http://www.etimaden.gov.tr/tr/0_sayfa_ortakSayfa.asp?hangisayfa=4_sayfa_c_2_d
- [291] L. De-Kok and M. Graham, *Levels of pigments, soluble proteins, amino acids and sulfhydryl compounds in foliar tissue of Arabidopsis thaliana during dark induced and natural senescence*, **Plant Physiol. Biochem.**, 27 (1980) 133–142.
- [292] K. Lichtenthaler and A. R. Welburn, *Determination of total carotenoids and chlorophyll a and b of leaf extracts in different solvents*, *Botanisches Institut der Universität, Kaiserstrasse 12, Postfach* (1983) 591–592.
- [293] S. Rosenberg, *Physiological studies of lignocellulose degradation by thermotolerant mold Chrysosporium prunosum*, *Symposium on the biological transformation of lignocellulose*, 12 (1980) 133–142.

- [294] R. L. Heath and L. Packer, *Photoperoxidation in isolated chloroplast, I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation*, **Arch. Biochem. Biophys.**, 125 (1968) 180–198.
- [295] J. L. Peters, F. J. Castillo and R. L. Heath, *Alteration of extracellular enzymes in Pinto bean leaves upon exposure to air pollutants, ozone and sulfur dioxide*, **Plant Physiol.**, 89 (1988) 159–164.
- [296] J. W. M. Adam, C. J. Nelson and R. E. Sharp, *Peroxidase activity in the leaf elongation zone of tall fescue*, **Plant Physiol.**, 99 (1992) 872–878.
- [297] Y. Nakano, K. Asada, *Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate specific peroxidase in spinach chloroplasts*, **Plant Cell Physiol.**, 22 (1981) 867–880.
- [298] I. Cakmak, *Activity of ascorbate-dependent H₂O₂-scavenging enzymes and leaf chlorosis are enhanced in magnesium-deficient and potassium-deficient leaves, but not in phosphorus-deficient leaves*, **J. Exp. Bot.**, 45 (1994) 1259–1266.
- [299] M. M. Bradford, *A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding*, **Analytical Biochemistry**, 72 (1976) 248–254.
- [300] I. Raskin, I. M. Turner and W. R. Melander, *Regulation of heat production in the inflorescences of an Arum lily by endogenous salicylic acid*, **Proc. Natl. Acad. Sci., USA**, 86 (1989) 2214–2218.
- [301] Y. H. Su, Y. G. Zhu and Xin Du, *Co-uptake of atrazine and mercury by rice seedlings from water*, **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 82 (2005) 226–232.
- [302] B. Kacar, *Toprağın ve bitkinin kimyasal analizleri*, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, A. Ü. Basımevi, Ankara (1972) 53.
- [303] H. D. Barr and P. E. Weatherley, *A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves*, **Aust. J. Biol. Sci.**, 15 (1962) 413–428.
- [304] D. B. Duncan, *Multiple range and multiple F tests biometrics*, 11 (1955) 1–14.
- [305] http://www.pusulamizcevre.com/index.php?option=com_content&task=view&id=74&Itemid=1
- [306] N. Durmuş and A. Kadioğlu, *Reduction of paraquat toxicity in maize leaves by benzyladenine*, **Acta Biologica Hungarica** (56) 1:2 (2005) 97–107.
- [307] J. C. Chun, J. C. Kim, I. T. Hwang and S. E. Kim, *Acteoside from Rehmannia glutinosa nullifies paraquat activity in Cucumis sativus*, **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 72 (2002) 153–159.
- [308] H. Qian, W. Chen, G. D. Sheng, X. Xu W. Liu and Z. Fu, *Effects of glufosinat on antioxidant enzymes, subcellular structure, and gene expression in the unicellular green alga Chlorella vulgaris*, **Aquatic Toxicology**, 88 (2008) 301–307.
- [309] N. Watanabe, S. Horikoshi, H. Hidaka and N. Serpone, *On the recalcitrant nature of the triazinic ring species, cyanuric acid, to degradation in Fenton solutions and in UV-illuminated TiO₂ (naked) and fluorinated TiO₂ aqueous dispersions*, **Journal of Photochemistry and Photobiology A**, (2005) 1–10.
- [310] M. Cherifi, M. Raveton, A. Picciocchi P. Ravanel and Michel Tissut, *Atrazine metabolism in corn seedlings*, **Plant Physiol. Biochem.**, 39 (2001) 665–672.
- [311] I. D. McCarthy and L. A. Fuiman, *Growth and protein metabolism in red drum (Sciaenops ocellatus) larvae exposed to environmental levels of atrazine and malathion*, **Aquatic Toxicology**, 88 (2008) 220–229.

- [312] M. M. N. Alla and N. M. Hassan, *Changes of antioxidants levels in two maize lines following atrazine treatments*, **Plant Physiol. Biochem.**, 44 (2006) 202–210.
- [313] M. M. N. Alla, A. M. Badawi, N. M. Hassan, Z. M. El-Bastawisy and E. G. Bardan, *Effect of metribuzin and butachlor and chlorimiron-ethyl on amino acid and protein formation in wheat and maize seedlings*, **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 90 (2008) 8–18.
- [314] W. Hou, X. Chen, G. Song, Q. Wang and C. C. Chang, *Effects of copper and cadmium on heavy metal polluted waterbody restoration by duckweed (*Lemna minor*)*, **Plant Physiology and Biochemistry**, 45 (2007) 62–69.
- [315] L. Geoffroy, C. Frankart and P. Eullaffroy, *Comparision of different physiological parameter responses in *Lemna minor* and *Scenedesmus obliquus* exposed to herbicide flumioxazin*, **Environmental Pollution**, 131 (2004) 231–241.
- [316] N. Candan and L. Tarhan, *Relationship among chlorophyll-carotenoid content, antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation levels by Mg^{+} deficiency in the *mentha pulegium* leaves*, **Plant Physiol. and Biochem.**, 41 (2003) 35–40.
- [317] R. Kana, M. Spundova, P. Ilık, D. Lazar, K. Klem, P. Tomek, J. Naus and O. Prasil, *Effect of herbicide clomazone on photosynthetic processes in primary barley (*Hordeum vulgare* L.) leaves*, **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 78 (2004) 161–170.
- [318] P. J. Ralph, *Herbicide toxicity of *Halophila ovalis* assessed by chlorophyll a fluorescence*, **Aquatic Botany**, 66 (2000) 141–152.
- [319] A. Giray Kurt, “Callisto herbisitinin *Zea mays* L. (mısır) ’ın Martha F1 kültür formunda total glutatyon, glutatyon redüktaz, glutatyon-s-transferaz ve pigment içeriği üzerine etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, 2007.
- [320] P. S. Naik, A. Chanemougasuoundharam, S. M. P. Khurana and G. Kalloo, *Genetic manipulation of carotenoid pathway in higher plants*, **Current Science**, 85:10 (2003) 1423–1430.
- [321] A. Kishorekumar, C. A. Jaleel, P. Manivannan, B. Sankar, R. Sridharan, and R. Panneerselvam, *Comparative effects of different triazole compounds on growth, photosynthetic pigments and carbohydrate metabolism of *Solenostemon rotundifolius**, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 60 (2007) 207–212.
- [322] F. Z. Zhong, Z. H. Ying, F. Z. Wei, W. and X. Ke, *Effect of triadimefon on physiological characters in leaves of cucumber seedlings under high temperature*, **Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica**, 25:1 (2005) 170–173.
- [323] Ş. Kuşvuran, F. Yaşar, K. Abak and Ş. Ellialtıloğlu, *Tuz stresi altında yetiştirilen tuza tolerant ve duyarlı *cucumis* sp. ’nin bazı genotiplerinde lipid peroksidasyonu, klorofil ve iyon miktarlarında meydana gelen değişimler*, **J. Agric. Sci.**, 18:1 (2008) 13–20.
- [324] R. K. Tewari, P. Kumar and P. N. Sharma, *Magnesium deficiency induced oxidative stress and antioxidant responses in mulberry plants*, **Scientia Horticulturae**, 108 (2006) 7–14.
- [325] I. Öncel and Y. Keleş, *Tuz stresi altındaki buğday genotiplerinde büyüme, pigment içeriği ve çözünür madde kompozisyonunda değişimler*, *C. Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 23:2 (2002) 1–9.

- [326] O. A. Al-Sobhi, H. S. Al-Zahrani and S. B. Al-Ahmedi, *Effect of salinity on chlorophyll & carbohydrate contents of calatropis procera seedlings*, Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences), 7:1 (2006) 105–115.
- [327] B. J. Prasad and D. N. Rao, *Growth responses of Phaseolus aureus plants to petro-coke pollution*, **Journal of Experimental Botany**, 32:6 (1981) 1343–1350.
- [328] M. E. Balibrea, A. M. Rus-Alvarez, M. C. Bolarin and F. P. Alfocea, *Fast changes in soluble carbohydrates and proline contents in tomato seedlings in response to ionic and non-ionic iso-osmotic stresses*, **J. Plant Physiology**, 151 (1997) 221–226.
- [329] P. H. Goodwin, J. E. Devay and C. P. Meredith, *Physiological responses of Vitis vinifera cv. “Chardonnay” to infection by the Pierces’s disease bacterium*, **Physiol. Mol. Plant Pathol.**, 32 (1988) 17–32.
- [330] M. Pessarakli, K. B. Marcum, and D. M. Kopec, *Growth responses of desert saltgrass under salt stress*, University of Arizona College of Agriculture Turfgrass and Ornamental Research Report, (2001) 1–4.
- [331] M. Irshad, S. Yamamoto, A. E. Eneji, T. Endo and T. Hona, *Urea and manure effect on growth and mineral contents of maize under saline conditions*, **Journal of Plant Nutrition**, 25:1 (2002) 189–200.
- [332] C. Ghoulam, A. Foursy, and K. Fores, *Effects of salt stress on growth inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars*, **Enviromental and Exp. Botany**, 47 (2002) 39–50.
- [333] H. Y. Daşgan, H. Aktas, K. Abak and I. Cakmak, *Determination of screening techniques to salinity tolerance in tomatoes and investigation of genotype responses*, **Plant Science**, 163 (2002) 695–703.
- [334] M. Drazkiewickz and T. Baszynski, *Growth parameters and photosynthetic pigments in leaf segments of Zea mays exposed to cadmium, as related to protection mechanisms*, **Journal of Plant Physiology**, 162 (2005) 1013–1021.
- [335] N. Çiçek and H. Çakırlar, *The effect of salinity on some physiologic parameters in two maize culture*, **Bulg. J. Plant Physiol.**, 28 (2002) 66–74.
- [336] L. Taiz and Eduardo Zeiger, *Bitki Fizyolojisi*, Üçüncü Baskıdan Çeviri, Editör, P. Dr. İ. Türkan, (2008) 336.
- [337] J. A. Imloy and S. Linn, *DNA damage and oxygen radical toxicity*, **Science**, 240 (1998) 1302–1309.
- [338] P. Aravind and M. N. V. Prasad, *Modulation of cadmium-induced oxidative stres in Ceratophyllum demersum by zinc involves ascorbate-glutathione cycle and glutathione metabolism*, **Plant Physiol. Biochem.**, 43 (2005) 107–116.
- [339] D. M. Hodges, J. M. Delong, C. F. Forney and R. K. Prange, *Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds*, **Planta**, 207:4 (1999) 604–611.
- [340] G. N. M. Kumar and N. R. Knowles, *Changes in lipid peroxidation and lipolytic and free radical scavenging enzyme activities during aging and sprouting of potato (Solanum tuberosum) Seed-tubers*, **Plant Physiology**, 102:1 (1993) 115–124
- [341] F. Wu, G. Zhang and P. Dominy, *Four barley genotypes respond differently to cadmium: lipid peroxidation and activities of antioxidant capacity*, **Environmental and Experimental Botany**, 50 (2003) 67–78.

- [342] M. M. Posmyk, R. Kontek and K. M. Janas, *Antioxidant enzymes activity and phenolic compounds content in red cabbage seedlings exposed to copper stress*, **Ecotoxicology and Environmental Safety**, (2008) 1–7.
- [343] J. Razinger, M. Dermastia, J. D. Koce and A. Zrimec, *Oxidative stress in duckweed (*Lemna minor* L.) caused by short term cadmium exposure*, **Environmental Pollution**, 14 (2008) 687–694.
- [344] I. Morkunas and J. Gmerek, *The possible involvement of peroxidase in defense of yellow lupine embryo axes against *Fusarium oxysporum**, **Journal of Plant Physiology**, 164 (2007) 185–194.
- [345] C. Ushamalini, P. Nakkeeran and T. Marimuthu, *Induction of plant defence enzymes in turmeric plants by *Trichoderma viride**, **Pytopathology and Plant Protection**, 41:2 (2008) 79–93.
- [346] A. Kaya, “Bazı tekstil boyalarının *Phaseolus vulgaris* L. cv. “Gina” (fasulye) bitkisinde peroksidaz aktivitesi, lipid peroksidasyonu ve pigment sistemi üzerine etkileri”Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, 2007.
- [347] P. Xu, J. Zou, Q. Meng, J. Zou, W. Jiang and, D. Liu, *Effects of Cd^{2+} on seedling growth of garlic (*Allium sativum* L.) and selected physiological and biochemical characters*, **Bioresour Technol.**, 99:14 (2008) 6372–6378.
- [348] K. Sasaki and et al., *Characterization of two rice peroxidase promoters that respond to blast fungus-infection*, **Mol Genet Genomics**, 278 (2007) 709–722.
- [349] Y. P. Guo, H. F. Zhou and L. C. Zhang, *Photosynthetic characteristics and protective mechanisms against photooxidation during high temperature stress in two citrus species*, **Scientia Horticulturae**, 108 (2006) 260–267.
- [350] S. Elkahoui, J. A. Hernandez, C. Abdelly, R. Ghrir and F. Limam, *Effects of salt on lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities of *Catharanthus roseus* suspension cells*, **Plant Science**, 168 (2005) 607–613.
- [351] A. Krantev, R. Yordanova, T. Janda, G. Szalai and L. Popova, *Treatment with salicylic acid decreases the effect of cadmium on photosynthesis in maize plants*, **Journal of Plant Physiology**, 165 (2008) 920–931.
- [352] <http://www.bilgipasaji.com/forum/tarih-cograyfa-418/191123-cevre-kirliligi-ve-sonuclari-turkiyede-cevre-kirliligi-nedir-hakkinda-bilgi-aciklama.html>

ÖZGEÇMİŞ

20.04.1977 tarihinde Hollanda’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Malatya’da tamamladı. 1996 yılında İnönü Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü’nde lisans eğitime başladı ve 2000 yılında mezun oldu. 2001 yılında İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında yüksek lisans eğitime başladı. 2003 yılında yüksek lisans eğitimini tamamlayarak, aynı yıl İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında doktora eğitime başladı. 2001 yılında İnönü Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Botanik Anabilim Dalına Araştırma Görevlisi olarak atanan Gülçin BEKER AKBULUT halen görevini devam ettirmektedir.