

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

***VICIA FABA L., ALLIUM CEPA L. VE NICOTIANA
TABACUM L. BİTKİLERİNDE CYPERMETHRİN VE
MANCOZEB PESTİSİTLERİNİN
GENOTOKSİK ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ***

Hande TOK

Biyoloji Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: 28.06.2010

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Cüneyt AKI

ÇANAKKALE

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

HANDE TOK, tarafından DOÇ. DR. CÜNEYT AKI yönetiminde hazırlanan “*VICIA FABA L., ALLIUM CEPA L. VE NICOTIANA TABACUM L. BİTKİLERİNDE CYPERMETHRİN VE MANCOZEB PESTİSİTLERİNİN GENOTOKSİK ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ*” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Cüneyt AKI

Danışman

Prof. Dr. Ahmet GÖNÜZ

Jüri Üyesi

Yrd. Doç. Dr. Sevil YALÇIN

Jüri Üyesi

Sıra No:.....

Tez Savunma Tarihi: 28/06/2010

Prof. Dr. İsmail TARHAN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Hazırlanan bu Yüksek Lisans ÇOMÜ Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından BAP 2009/118 no’lu projeden desteklenmiştir.

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Hande TOK

TEŞEKKÜR

Yolumu açarak bana bu konuda çalışma fırsatı sağlayan, fikirleriyle beni aydınlatan ve her zaman desteğini yanımda hissettiğim saygıdeğer hocam; Moleküler Biyoloji Anabilimdalı Başkanı Doç. Dr. Cüneyt AKI'ya saygımı ve teőekkürümü sunarım Yardımlarını ve manevi desteklerini benden esirgemeyen değerli hocalarım, Arş. Gör. Nurşen ÇÖRDÜK, Arş. Gör. Sibel YILMAZ, Arş. Gör. Doğan İLHAN ve Moleküler Biyoloji ve Genetik Araştırma Laboratuarında çalıştığım dönem boyunca yüksek lisans yapmakta olan tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

2009- 118 no'lu Yüksek Lisans Tez Projemizi 12 ay süre ile 3500 YTL ödenekle destekleyen Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı'na da tüm katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Her zaman gerek maddi, gerek manevi desteklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen, bana güvenen, fikirlerime saygı duyan aileme minnettarlığımı iletirim.

Hande TOK

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

µg	Mikrogram
µl	Mikrolitre
mg	Miligram
kg	Kilogram
kh	Kilohektar
KOK	Kalıcı Organik Kirleticiler
SCGE	Single Cell Gel Electrophoresis
SCE	Sister Chromatid Exchange
PCP	Pentachlorophenol
2,4-D	2,4-dichlorophenoxyacetic acid
LD50	Letal dose
DNOC	4,6-Dinitro-o-cresol
TRIA	Triakontanol
RNA	Ribonükleik Asit
µM	Mikro metre
QPE	Quizalofop-P-ethyl
MI	Mitotik İndeks
Cm	Santi metre
M	Metre
L	Litre
HCl	Hidroklorik Asit
%	Yüzde değeri
Mg	Mikro gram
MNU	N-methyl-N-nitrosourea
MH	Maleic hidrazide
NaN ₃	Sodium azide
Ppm	parts per million (Milyonda bir)
MN	Mikronukleus

SB	Sodyum benzoat
CA	Sitrik asit
PC	Potasyum sitrat
SC	Sodyum sitrat
SMB	Sodyum metabisulfit
MCN	Mikronukleus
PbCl ₂	Kurşun klorür
mM	Mikromolar
Pb	Kurşun
CrO ₃	Chromium trioxide
ml	Mililitre
PGR	Plant Growth Regulation
IPCS	International program chemicals
2,4-D	2,4-Dichlorophenoxy acetic acid
WP	Wettable Powder
Cm	Santimetre
ISH	İn situ hibridizasyon
FISH	Floresan in situ hibridizasyon
CBMN	Sitokinezi-blok Mikronukleus
RT	Radyoterapi
WBC	White blood cells
TEEP	Tetraethylpyrophosphate

ÖZET

VICIA FABA L., *ALLIUM CEPA L.* VE *NICOTIANA TABACUM L.* BİTKİLERİNDE CYPERMETHRİN VE MANCOZEB PESTİSİTLERİNİN GENOTOKSİK ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Hande TOK

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Cüneyt AKI

28.06.2010, 93

Bu çalışmada ilimizde tarımsal faaliyetlerde fazla miktarda kullanılan Cypermethrin adlı insektisit ve Mancozeb WP 80 adlı fungusitin *Allium cepa L.*, *Vicia faba L.*, *Nicotiana tabacum L.* bitkilerinde farklı dozlardaki in vitro genotoksik etkileri araştırılmıştır. Genotoksik etkilerin belirlenmesinde kök ucu mitozu yöntemi ve mikronukleus testi (MN testi) kullanılmıştır.

Cypermethrin *Vicia faba* bitkisinin sulama suyuna 0,4 ml/L- 0,8 ml/L- 1,2 ml /L- 1,6 ml/L olarak 24, 48, 72, 96 saat süre ile, Mancozeb *Allium cepa* bitkisinin sulama suyuna 2 g/L, 4 g/L, 6 g/L olarak 24, 48, 72 saat süre ile; *Nicotiana tabacum* bitkisinin sulama suyuna ise 0,9 g/L - 1,8 g/L -2,7 g/L -3,6 g/L olarak 24, 48, 72, 96 saat süre ile uygulanmıştır.

Mancozeb ve Cypermethrin uygulanan bitki grupları, kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında konsantrasyon dozuna ve süresine ve bağlı olarak çeşitli kromozomal anormallikler gözlenmiştir. Bu kromozom anormallikleri; anafaz ve telofazda kutup kayması, metafazda tabla kayması, düzensiz kromozom dağılımları, kalgın kromozom, yapışkanlık, c- mitoz, fragment ve az sıklıkta mikronukleus oluşumu olarak saptanmıştır. Pestisit uygulamaları sonucunda doz artışına paralel olarak mitotik indekste de önemli

ölçüde azalma meydana gelmiştir. Araştırma bulgularımızda kontrol grubuna göre kromozom anormalliklerinde Cypermethrin uygulanan *V. faba* bitkilerinde %50, Mancozeb uygulanan *A. cepa* ve *N. tabaccum* bitkilerinde yaklaşık %70 değişim saptanmıştır. Araştırma sonuçlarımız Mancozeb'in bitkiler üzerinde genotoksik potansiyelinin daha fazla olduğunu, cypermethrin'in dikkatli kullanılmadığı takdirde ekosisteme zararlı etkileri olabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar sözcükler: Mancozeb, Cypermethrin, genotoksisite, mitotik indeks, kromozomal aberasyon, mikronükleus.

ABSTRACT

GENOTOXIC EFFECTS OF CYPERMETHRIN AND MANCOZEB ON *VICIA FABA* L., *ALLIUM CEPA* L. AND *NICOTIANA TABACUM* L. PLANTS

Hande TOK

Canakkale Onsekiz Mart University

Graduate School of Science and Arts

Chair for Biology Thesis of Master of Science

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Cüneyt AKI

28.06.2010, 93

The aim of this study to evaluate effects of Cypermethrin (insecticide) and Mancozeb WP 80 (fungicide) on *Allium cepa* L., *Vicia faba* L., *Nicotiana tabacum* L. plants which has putative to genotoxicological activity and can be used as common in agriculture by farmers.

With this purpose, *Allium cepa* L., *Vicia faba* L., *Nicotiana tabacum* L. plants were used for finding the genetical damages level with root tip mitotic tests and micronucleus test (MN). Basic of our research project getting knowledge from this aim, four different concentrations of both pesticides were applied to the plants with adding to the irrigation water. All of our experiments were realized under the controlled conditions in the laboratory.

Cypermethrin were applied to the irrigation water of *Vicia faba* respectively 0,4 ml/L- 0,8 ml/L- 1,2 ml /L- 1,6 ml/L doses for 24, 48, 72, 96 hours, Mancozeb were applied to the irrigation water of *Allium cepa* respectively 2 g/L, 4 g/L, 6 g/L doses for 24, 48, 72 hours; and irrigation water of *Nicotiana tabacum* respectively 0,9 g/L - 1,8 g/L -2,7 g/L - 3,6 g/L doses for 24, 48, 72, 96 hours.

According to the obtained knowledges, it was observed that chromosomal anomalies has been increased depending on using dose amounts of mancozeb and cypermethrin for root tip cell test and micronucleus tests in all of the plant groups which we compared treated with control plants. We observed polarity disalignment, equatorial alignment disorders, chromosome lagging, sticness, c-mitosis, chromosomal fragments and

bridge formation between these chromosomal anomalies. Mitotic index were decreased belonging to the increasing pesticide doses.

In addition, it was detected that both of the pesticides have genotoxic potential on the plants with different sensitivities. It was revealed that potential effect of mancozeb increased chromosomal anomalies approximately 70% while cypermethrin increased around 50%. This results showing us that genotoxic potential of mancozeb more effective than cypermethrin on treated plants. Both of the pesticides have genotoxic potential and must carefully use by farmers, in other case ecosystem will be damage because of this kind of chemicals.

Keywords: Mancozeb, cypermethrin, genotoxicity, mitotic index, chromosomal aberation, micronucleus.

İÇERİK

	Sayfa
TEZ SINAVI SONUÇ BELGESİ.....	ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT.....	ix
BÖLÜM 1- GİRİŞ.....	1
1.1. Pestisitlerin Tanımı ve Sınıflandırılması	1
1.1.1. İnsektisitler	2
1.1.2. Fungusitler.....	2
1.2. Pestisitlerin Tarihçesi.....	2
1.3. Türkiye’de Pestisit Kullanımı.....	3
1.3.1. Pestisit tüketimi.....	3
1.3.2. Tüketilen Pestisitlerin Nitelikleri.....	5
1.4. Pestisitlerin Etki Mekanizmaları.....	9
1.4.1. Bitki Test Sistemleri.....	10
1.4.1.1. Bitki Biyotestlerinin Avantajları.....	11
1.5. Bitkisel Organizmalarda kullanılan Bazı Testler.....	13
1.5.1. Kök Ucu Hücre Testi.....	13
1.5.2. Mitotik Analiz.....	13
1.5.3. Mitotik Aktivitenin Hesaplanması.....	15
1.5.4. Mikronukleus.....	15
1.5.4.1. MN test yöntemi ve Uygulama Amacı	16
1.5.5. Pestisitler ve Kök Büyümesi İnhibisyon Testi.....	17
1.6. Cypermethrin.....	17
1.7. Mancozeb.....	18
BÖLÜM 2- ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	20
BÖLÜM 3- MATERYAL VE YÖNTEM.....	27
3.1. Bitkisel Materyal.....	27
3.1.1. <i>Allium cepa</i> L. (Soğan).....	27
3.1.2. <i>Vicia faba</i> L. (Bakla).....	27
3.1.3. <i>Nicotiana tabacum</i> L. (Tütün).....	28

3.2. Metod.....	29
3.2.1. Bitki Yetiştirme.....	29
3.2.2. Kimyasalların Uygulanması.....	31
3.2.3. Genotoksisite testleri.....	31
3.2.3.4. Mitotik aktivitenin hesaplanması <i>Allium cepa</i> L., <i>Vicia faba</i> L. ve <i>Nicotina tabacum</i> bitkilerinde kök ucu hücreleri ve mikronukleus testi.....	31
BÖLÜM 4- ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	33
4.1. Araştırma Bulguları.....	33
4.1.1. Mitotik Sonuçlar.....	33
4.1.1.1. Mitotik İndeks ile İlgili Sonuçlar.....	51
4.2. Tartışma.....	54
BÖLÜM 5- SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	63
KAYNAKLAR.....	65
Çizelgeler.....	I
Şekiller.....	II
Özgeçmiş.....	V

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1. Pestisitlerin Tanımı ve Sınıflandırılması

İnsanoğlunun sürekli olarak atık ürünler oluşturması ve özellikle son yıllardaki hızlı endüstriyel gelişim çevre kirliliğindeki potansiyel tehlikeyi arttırmaktadır. Pestisitlerden dolayı biyolojik çeşitlilik ve insan sağlığı ciddi bir tehlike altındadır (Saxena ve ark., 2005). Ancak pestisitlerin kullanıldığı kimyasal savaşım, tarımsal savaşımında en çok kullanılan yöntemdir. Bu savaş, toksin salgılayan organizmalardan ürünü koruyabilen, bilinçli ve kontrollü kullanıldığında ekonomik ve son derece etkili olan bir savaşımır (De Waard ve ark., 1993; Ragsdale ve Sisler, 1994).

Pestisitler, bitkiler tarafından insanlara toksik ajan vektörleri olarak etki gösteren mutajenik ve kanserojenik ajanlara dönüştürülebilmektedir (Marcano ve ark., 2004). Birçok araştırmacı, pestisitlerin mutajenik ve kanserojenik etkilere sahip olduklarını bildirmiştir. (Smaka-Kincl ve ark., 1996; Rank ve Nielsen, 1998; Steinkellner ve ark., 1998; Kong ve Ma, 1999; Pavlica ve ark., 2000; El- Shahaby ve ark., 2003; Evseeva ve ark., 2003; Chandra ve ark., 2005). Kullanılan 100 pestisit bileşenini kapsayan test kimyasallarının %59'unun gen mutasyonu, %83'ünün kromozomal hasar ve %71'inin DNA hasarında etkili olduğu belirlenmiştir. Ancak %10'unun yapılan tüm testlerde negatif sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Bolognesi ve Morasso, 2000).

Karbon, hidrojen ve klor içerdiklerinden dolayı "klorlu hidrokarbonlar" olarak adlandırılan pestisitler evsel atıklar, endüstriyel atıklar ve tarımsal mücadelelerde ortama karışan ve ortamda zor parçalanan maddelerdir. Bunun yanı sıra, pestisit terimi kısaca "pest" adı verilen zararlı canlıları öldürmek için kullanılan madde anlamına da gelmektedir (Harte ve ark., 1991). Pestisitler zararlı canlı gruplarına göre herbisitler, insektisitler, fungusitler, akarisitler, rodentisitler, mollusitler, nematisitler, afisitler, avisitler, bakterisitler olmak üzere sınıflandırılmaktadır (Harte ve ark., 1991; Akman, 2000).

Pestisitler, sadece etkiledikleri canlı gruplarına değil ayrıca etkilediği canlının biyolojik dönemine, zararlılara etkilerine, toksik özelliklerine, kullanım tekniğine, kimyasal yapılarına ve etkili madde gruplarına göre olmak üzere çeşitli kategorilerde sınıflandırılırlar. Bunlardan en yaygın olarak kullanılan sınıflandırma şekli etkiledikleri canlı gruplarına yönelik yapılan sınıflandırmadır.

Buna göre pestisitler:

- İnsektisitler = Böcekleri öldüren
- Herbisitler = Yabancı otları öldüren
- Bakterisitler = Bakterileri öldüren
- Fungusitler = Mantarları öldüren
- Akarisitler = Akarları öldüren
- Nematisitler = Nematodları öldüren
- Mollusitler = Yumuşakçaları öldüren
- Rodentisitler = Kemirgenleri öldüren
- Avisitler = Kuşları öldüren
- Afisitler = Yaprak bitlerini öldüren şeklinde sınıflandırılabilir (Öncüer, 2004).

Kimyasal yapılarına göre ise;

1.1.1. İnsektisitler;

a) Klorlu Hidrokarbonlar: Endosulfan, Toxaphene

b) Organo Fosforular: Chlorpyrifos, Diazinon, Malatyon, Paratyon – metil

c) Karbamatlar: Aldicarb, Methomil, Carbaryl, Propoxur, Carbofuran, Carbendazim, Propamocarb, Oxamyl

d) Sentetik Piretroidler: Alfoxylate, Cypermethrin, Fenvalerate

e) Bakteriler: Bacillus thuringiensis

f) Diğerleri: Methoprene, Triflumuron

1.1.2. Fungusitler;

a) Koruyucu Fungusitler: Bakır sülfat, Captan, Mancozeb, Maneb, Dinocap, Vinclozolin

b) Sistemik Fungusitler: Benomyl, Carboxin, Fenarimol, Metalaxyl olarak sınıflandırılır (Yücer, 2005).

1.2. Pestisitlerin Tarihçesi

İnsanların pestisitleri tanımaları yıllar öncesine dayanmaktadır. Kutsal sayılan bazı tuzların, fethedilen yerlerin küllerinin “ non-selective” herbisit olarak M.Ö. 1200 yılında kullanıldığı, kükürdün insektisit ve fungusit özelliğinin M.Ö. 1000 yılında keşfedildiği (Öztürk ve Özge, 1978) “Hellebore” (*Helleborus niger*, *Helleborus orientalis* ve *Veratrum album*) adlı bitkilerinin fare sıçan ve böceklerin kontrolü için M.Ö. 100 yılında kullanıldığı bilinmektedir. “Arsenik” M.S. 900 yılında Çinliler tarafından böceklere karşı

“mineral yağ” M.S. 1300 yılında develerde “uyuz” hastalığına karşı kullanılmıştır. Tütün ekstratlarının M.S. 1690’da kontak etkili insektisit olarak, dumanlarının ise M.S. 1773’te gaz halinde insektisit olarak kullanıldığı literatürde yer almaktadır (Ware, 1980).

Doğal kaynaklı organik ve inorganik pestisitlerin bitki koruma alanında çeşitli zararlılara karşı kullanılmasına II. Dünya savaşı öncesine kadar devam edilmiştir. Sentetik pestisitlerin devreye girişi ile bu maddelerin yoğun olarak kullanımına geçilmiştir. Kısa sürede etkili olan ve alternatifleri de pek bulunmayan bu sentetik pestisitlerden, ilk organik fosfatlı insektisit olan TEEP (Tetraethylpyrophosphate) Bernard Shrader tarafından 1938’de, ilk organik klorlu insektisit olan 1874’de sentezlenmiş ve Paul Müler tarafından 1939’da insektisit özelliği keşfedilmiştir (Worthing, 1987).

İlk ditiyokarbamat fungusiti olan “zineb” Heuberger, J.M. ve Manns tarafından 1943’te, ilk herbisit olan amonyum sulfamat Dupont tarafından 1945’te, ilk dikarboksimid fungusiti olan “captan” Kittlesan tarafından 1949’da keşfedilmiş ve piyasaya sunulmuştur. İlk karbamat insektisitleri olan “isolan, dimeton, pyramat ve pyrolan” 1951’de, ilk sentetik piretroid olan “allethrin” ise Sumitoma tarafından 1949’da sentezlenmiş ve bitki korumada kullanılmıştır.

İlk repellent etkili “deet” 1955’de, ilk mikrobiyal insektisit olan “*bacillus thuringiensis*” 1938’de kullanılmaya başlanmıştır. İlk bitki gelişmesini düzenleyicilerden (PGR) olan “etilen ve asetilen” 1937’de, ilk hormonal etkili olan 2,4-D ise 1942’de keşfedilmiştir (Ware, 1980).

1.3. Türkiye’de Pestisit Kullanımı

Türkiye’de pestisit kullanımını gerçek biçimiyle ortaya koyabilmek için, ülkedeki pestisit tüketim miktarlarının ve tüketilen pestisitlerin niteliklerinin üzerinde durulması gerekmektedir. Ancak bu iki konu birlikte incelenirse, ülkenin pestisit kullanımı değerlendirilmiş olur.

1.3.1. Pestisit tüketimi

1979’dan 2002’ye kadar, etki ettikleri canlı gruplarına göre pestisitlerin tüketimleri Çizelge 1’de özetlenmiştir.

Çizelge 1. Türkiye’de Yıllara Göre Pestisit Tüketimi (kg veya l)*

Pestisit Grupları	1979	1987	1994	1996	2002
İnsektisitler	2.287.658	3.303.446	2.064.991	3.027.380	2.250.898
Akarisitler	203.107	240.360	192.279	223.857	296.809
Yağlar	1.594.526	2.147.106	2.147.106	2.871.160	2.428.238
Fumigant ve Nematisitler	315.665	322.227	530.738	1.076.661	1.559.489
Rodentisit ve Mollusisitler	5.600	2.124	2.509	3.268	1.794
Fungisitler	1.537.315	2.611.960	2.201.406	2.951.191	1.964.292
Herbisitler	2.451.977	3.495.044	3.902.588	3.643.971	3.697.397
TOPLAM	8.395.848	12.112.267	10.871.792	13.797.488	12.198.917

* Göztaşı ve toz kükürt dahil değildir.

Çizelge 1’de görüldüğü gibi, 1979’da toplam 8.395.84 kg veya L olan tüketim, 2002’de 12.198.917 kg veya L’ye ulaşmıştır. Bu 22 yıllık sürede, ekonomik duruma, hastalık ve zararlıların salgın hastalık yapmasına göre, tüketim bazı inişler ve çıkışlar göstermekle birlikte, tüketimde %45,29’luk bir artış olmuştur. Bu da, ortalama %2,05’lik yıllık artışı göstermektedir. Durum parasal açıdan düşünüldüğünde tüketimde değer olarak insektisitlerin %31, herbisitlerin %26 ve fungusitlerin de %20’lik payı ortaya çıkmaktadır.

Dünya pestisit tüketimindeki artış her ne kadar son yıllarda bir duraklama trendine girdiyse de (Anonim, 2003), 1983-1993 döneminde %3,4, 1993-1994 yılları arasında ise ise %18,5’lik artış hızına ulaşmıştır (Lorbeer ve ark., 2001). Bu değerlere göre, Türkiye’nin 22 yıldaki pestisit tüketimindeki ortalama yıllık artış, özellikle 1983-1995 yıllarındaki dünya pestisit tüketimindeki yıllık artışın altında kalmaktadır. Eğer ülkemizin 1983-1995 yılları pestisit tüketimi temel alınır, 1983 yılında 12.145.611 kg veya L pestisit tüketilmesine karşın, 1995 yılında tüketim 11.516.007 kg veya L’ye düşmüştür. Diğer bir deyişle 1983’e oranla 1995’de, yani 12 yıllık periyotta Türkiye’de pestisit tüketimi yaklaşık %5 kadar azalmıştır.

Konuya parasal olarak bakıldığında, dünya pestisit üretiminin yıllık 3 milyon ton civarında olduğu, yıllık satış tutarının da ortalama 30 milyar Euro’ya ulaştığı görülür. Bu miktar içinde Türkiye’nin payı ancak %0,6 kadardır (Öztürk, 1997). Türkiye’de tüketilen pestisitlerin yıllık satış tutarları 1990-2000 yılları arasında yaklaşık olarak 200 Milyon Dolar ile 300 Milyon Dolar arasında değişmektedir (Dağ ve ark., 2000).

Türkiye'nin pestisit tüketimi AB ülkeleriyle karşılaştırılacak olursa, AB ülkelerinin 1993-1995 yılları ortalamalarına göre hektara pestisit tüketimleri Çizelge 2'de görülmektedir (Oskam ve ark., 1997).

Çizelge 2. AB Ülkelerinde 1993-1995 Tüketimlerine Göre Hektara İsbet Eden Ortalama Pestisit Miktarları

Ülkeler	Pestisit tüketimi (kg/ha)
Almanya	2,6
Avusturya	4,0
Belçika	1,2
Danimarka	1,7
Finlandiya	1,2
Fransa	5,6
Hollanda	13,8
İngiltere	6,4
İrlanda	8,0
İspanya	2,3
İsveç	4,4
İtalya	9,3
Lüksembourg	4,4
Portekiz	6,0
Yunanistan	13,5

Çizelge 2'de görüldüğü gibi, Hollanda ve Yunanistan AB'nin en yoğun, Belçika ve Finlandiya ise en az pestisit tüketen ülkeleridir. Türkiye'nin tüketimi ise, yıllara göre hektara 400-700 g düzeyindedir. Hektara düşen etken madde miktarı 1993-1999 döneminde en düşük değere 490 g ile 1994'de ve en yüksek değere de 706 g ile 1997'de ulaşmıştır (Turabi, 2004). Bu değerler, Türkiye'nin AB ülkelerine göre oldukça az miktarda pestisit tükettiğini gösterir.

1.3.2. Tüketilen Pestisitlerin Nitelikleri

Bir ülkede tüketilen pestisitlerin sağlık ve çevreyi etkilemesi gibi kriterler açısından nitelikleri, toplam pestisit tüketimine oranla daha ciddi bir konudur. Ülkemiz pestisit tüketimi bu açıdan değerlendirildiğinde, oldukça çarpıcı sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

1999-2002 yıllarında Türkiye’de en çok tüketilen beş insektisit ve bu insektisitlerin oral (ağızdan) LD₅₀ (populasyonun yarısında ölüm meydana getiren doz) değerleri Çizelge 3’de görülmektedir.

Çizelge 3. 1999-2002’de Türkiye’de En Yoğun Tüketilmiş İsektisitler, Akut Oral LD₅₀ Değerleri ve İsektisit Tüketimindeki Payları

İsektisit	LD50 değerleri (mg/kg)*	Yıllara göre insektisit tüketimindeki payları (%)			
		1999	2000	2001	2002
Methamidophos	13	19,35	17,24	12,99	14,52
Chlorpyrifos-ethyl	135	13,72	14,09	31,94	12,76
Parathion-methyl	9	10,95	12,97	9,81	10,96
Dichlorvos (DDVP)	25	7,72	10,22	8,91	8,08
Endosülfan	18	7,20	-	6,14	-
Carbaryl	307	-	5,80	-	-
Azinphos-methyl	5	-	-	-	7,08
TOPLAM		58,94	60,32	69,79	53,40

*Ware (1994)’e göre
- ilk beş insektisit arasında değildir

Çizelge 3’de gösterildiği gibi, 1999-2002 yıllarında 7 etkili madde yıllara göre en çok tüketilen 5 insektisit arasına girmiştir. Bu insektisitlerden methamidophos, parathion-methyl, dichlorvos, endosülfan ve azinphos-methyl çok zehirli, chlorpyrifos-ethyl ve carbaryl ise zehirli pestisitler grubuna girmektedirler (Ware, 1994). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı verilerine göre, piyasada 1999 ve 2000 yıllarında 68, 2001 yılında 63 ve 2002 yılında da 62 insektisit etkili maddesi bulunmasına rağmen, her yıl 5 etkili madde toplam insektisit tüketimi içinde yarıdan fazla paya sahip olmuşlardır. Diğer yandan, 1999-2002 döneminde methamidophos Türkiye’de en yoğun tüketilen insektisitlerden biridir. Oysa methamidophos ülkemizde yalnızca pamukta ve tütünde kullanım iznine sahiptir (Aydınoglu ve ark., 2002; Yücer, 2003). EPA, Coats (1991), Sumasanduram and Coats (1991)’e göre, methamidophos, chlorpyrifos-ethyl, parathion-methyl, DDVP, endosülfan yer altı sularına bulaşma riski olan pestisitlerdendir. Parathion-methyl, DDVP ve carbaryl ise soluduğumuz havayı kirletme potansiyelindedir. Ayrıca, parathion-methyl ve

DDVP'nin insanlarda kanser yapıcı riski de vardır. Chlorpyrifos-ethyl, parathion-methyl, endosülfan insanlarda endokrin (iç salgı bezleri) sistemini etkileyebilen bileşiklerdir (Bucker-Davis, 1998; Colborn, 1998). Methamidophos'un kromozomlar üzerinde etkisinin olabileceği de bildirilmektedir (Karabay, 2000).

1999-2002'de Türkiye'de en yoğun kullanılmış beş fungusit ve bu fungusitlerin yıllara göre fungusit tüketimindeki payları Çizelge 4'de görülmektedir.

Çizelge 4. 1999-2002 Yıllarında Türkiye'de En Yoğun Tüketilmiş Fungisitler Ve Bu Fungisitlerin Yıllara Göre Fungisit Tüketimindeki Payları

Fungisit	Yıllara göre fungusit tüketimindeki payları (%)			
	1999	2000	2001	2002
Bakır tuzları	31,05	34,96	26,89	25,85
Mancozeb	18,31	13,89	14,37	14,53
Elementer kükürt	9,42	-	11,63	8,39
Propineb	7,71	7,35	6,60	8,54
Thiram	4,92	4,66	-	5,58
Maneb	-	6,45	-	-
Broponol	-	-	6,24	-
TOPLAM	71,41	67,31	65,73	62,89

- ilk beş fungusit arasında değildir

Çizelge 4'de görüldüğü gibi, 1999-2002 periyodunda 7 etkili madde yıllara göre en yoğun kullanılan fungusiti oluşturmuştur. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı verilerine göre, piyasada 1999'da 56, 2000'de 68, 2001'de 60, 2002'de 62 fungusit etkili maddesi bulunmasına karşın, söz konusu 5 fungusit, tüm fungusit tüketiminde hemen hemen 2/3'den fazla paya sahip olmuşlardır. İnsektisitlerin aksine, fungusitlerin akut toksisite yönünden ciddi bir risklerinin bulunmamasına rağmen, kronik toksisiteyi önemlidir (Anonim, 1987). Şekil 4'deki 7 fungusitten 4'ü, mancozeb, propineb, thiram ve maneb dithiocarbamate grubu üyesidirler. Bu fungusitler sağlık ve çevre açısından ciddi riskler taşımaktadırlar. Örneğin EPA ve FAO'ya göre mancozeb, propineb, maneb insanlarda kanser yapıcı etki açısından riskli fungusitlerdir. Mancozeb, maneb ve thiram insanlarda endokrin sistemine de etkilidir, thiram'ın ise sinir sistemine etkisi vardır ve teratojenik (doğum kusuru oluşturma) riski olan bir fungusittir (Bucker-Davis, 1998; Colborn, 1998; FAO, 1993; Karabay, 2000). EPA'ya göre, dithiocarbamate grubunun sözü edilen

fungisitlerinin soluduğumuz havayı, Coats (1991), Somasundaram ve Coats (1991)'a göre ise, yer altı sularını kirletme potansiyeli vardır. Her ne kadar organik tarımda da önerilmekteyse de, AB'nin EEC 2092/91 No'lu ve Ek EEC 1488/97 No'lu yönetmeliklerine göre, bakırın bir ağır metal olması nedeniyle kullanımının göz altında tutulması ve uzman kişilerin kontrolünde uygulanması öngörülmektedir. Yoğun bakır alınımı kanda ve karaciğer gibi organlarda olumsuz etkiler oluşturabilmektedir (Anonim, 1998).

2002 yılı sonuna kadar ABD'de yasaklanmış ya da kısıtlanmış ve AB'de ruhsatı geri çekilmiş pestisitlerden Türkiye'de kullanılanların 2002 yılı tüketimleri Çizelge 5'de özetlenmiştir.

Çizelge 5. ABD ve AB'de Yasaklanmış, Kısıtlanmış yada Geri Çekilmiş Pestisitler ile Bunların 2002 Yılında Türkiye'deki Tüketimler

Pestisit	ABD'de kullanımı	AB'de kullanımı	Türkiye'de tüketimi (kg veya L)
Atrazin	Kısıtlanmıştır	-	73.376
Benomyl	-	Geri çekilmiş	10.081
Biphenthrin	Kısıtlanmıştır	-	425
Carbofuran	Kısıtlanmıştır	-	13.954
DNOC	Yasaklanmıştır	Geri çekilmiş	60.646
Fenvalerate	-	Geri çekilmiş	1.792
Methamidophos	Kısıtlanmıştır	-	326.832
Monocrotophos	Yasaklanmıştır	-	47.823
Oxydemeton-methyl	Kısıtlanmıştır	-	7.871
Parathion-methyl	Kısıtlanmıştır	-	246.828
Phorate	Kısıtlanmıştır	-	408
TOPLAM			790.036
Tüm pestisit tüketimindeki payı			% 6,47

Çizelge 5'de özetlendiği gibi, ABD'de veya AB'de kullanımı yasaklanmış, kısıtlanmış yada geri çekilmiş pestisitlerin, 2002 yılı tüketimi temel alındığında, ülkemiz pestisit tüketimindeki paylarının %6,47 olduğu görülmektedir. Yine ülkemizde ruhsatlı pestisitlerden acephate'ın, aldicarb'ın, metalaxyl'in ve parathion-methyl'in AB'deki kullanımları 2003'de durdurulmuştur (EPA, 1999 a, b).

1.4. Pestisitlerin Etki Mekanizmaları

Bir pestisid kimyasal bir madde ya da virüs, bakteri gibi biyolojik bir ajan olabilir. Kimyasal pestisitlerin çoğu hedef organizmaya seçkin etkinlik gösteremedikleri için hedef organizma dışındaki organizmalarda da çeşitli hastalıklara yol açar hatta öldürücü olabilirler. Bir çok pestisit insanlar içinde zararlıdır. Kullanıldıkları canlıların yiyecek şeklinde insanlar tarafından kullanılmaları sonucunda insanlarda yaygın hastalıklara ve istenmeyen sıkıntılı durumlara sebep olurlar. Kimyasal pestisitlerin ve etken maddelerinin akut toksik etkileri vardır. Karbamatlar, organofosfatlar ve klorlanmış hidrokarbonları içeren bir çok pestisit genotoksik etkiye sahiptir. Tarım ile uğraşan ve pestisite maruz kalan insanlarda yapılan çalışmalarda bu bireylerde yapısal ve sayısal kromozom anormallikleri ile kardeş kromatid değişiminde artmalar gözlenmiştir(<http://tr.wikipedia.org/wiki/Pestisit>).

Pestisitlerin kronik etkisine maruz kalan tarım işçilerinde bir çok genetik hasarın yanısıra karaciğer, böbrek ve kaslarda bozukluklar görülmüştür. Pestisitlerin canlılar üzerindeki etkisi fetal yaşamdan itibaren başlamaktadır. Bu ilaçlar plasentadan fetüse geçmekte ve bunu sonucu olarak düşükler, hiperpigmente ve hiperkeratitik çocuk doğumları görülmektedir. Yapılan hayvan deneylerinde ise radyoaktif olarak işaretlenip anneye verilen pestisitlerin 5 saat sonra plasentadan fetüse geçtiği ve fetüsün göz, sinir sistemi ve karaciğerine yerleştiği gözlenmiştir (<http://tr.wikipedia.org/wiki/Pestisit>).

Organofosfatlı ve karbamatlı insektisitler ise etkilerini doğrudan doğruya periferik ve merkezi sinir sistemi üzerinde göstererek canlı yaşamını tehdit etmektedir. Bir çok pestisit insana, hayvanlara ve çevreye zarar vermektedir. Bununla ilgili ilk çalışmalar 70' li yılların başında, UNEP Stokholm İnsan Çevresi Konvansiyonu'nu hazırlayan süreçte başlamıştır. 30 yıl sonra ABD, Avustralya, Kanada, Japonya ve Yeni Zelanda, uluslar arası baskılara boyun eğerek küresel anlaşma taslağının oluşturulmasına karar vermişlerdir (<http://tr.wikipedia.org/wiki/Pestisit>).

Bu çalışmalar kapsamında KOK (Kalıcı Organik Kirleticileri) olarak adlandırılan içlerinde tarımda da kullanımı yaygın olan birçok kimyasal ürün bazı özel durumlar hariç yasaklanmış ve KOK özelliği taşıyan yeni kimyasalların da üretilmesi yasaklanmıştır. Bu anlaşma kapsamında; aldrin, endrin, toksafen, klordan, dieldrin, heptakol, mireks, DDT ve endüstriyel kimyasallar olan heksaklorobenzen ve PCB'ler yasaklanmış ve stokları takip altına alınmıştır (<http://tr.wikipedia.org/wiki/Pestisit>).

Tarım ilaçlarının kan hücreleri üzerine de olumsuz etkileri vardır. Organofosforlu insektisitler eritrositlerin (kırmızı kan hücreleri) membran özelliklerini değiştirerek eritrosit

fonksiyonunu engellemektedir. Diğer bazı pestisitler de eritrositlerin boyutlarının ve yüzey şekillerinin bozulmasına ve eritrosit antioksidan sistem enzimlerinin aktivitelerinin değişmesine sebep olmaktadır. Pestisitlerin en önemli etkilerinden biri de asetilkolinesteraz enzimini inhibe etmeleridir. Bu durumda alt beyin kökünde solunum kontrol merkezlerinin baskılanması ile canlı ölüme gider (<http://tr.wikipedia.org/wiki/Pestisit>).

1.4.1. Bitki Test Sistemleri

Pestisitlerin mutajenik etkileri farklı bitki sistemleri ile analiz edilmektedir. Diğer taraftan, pestisitlerin genetiksel etkilerinin belirlenmesi için farklı organizmalarda farklı mutajenite testleri de uygulanmaktadır. Bunlardan bazıları, *Drosophila*'da eşeye bağlı letalite testi (Kilbey ve ark., 1984), *Drosophila*'da somatik mutasyon ve rekombinasyon testi (SMART) (Graf ve ark., 1984; Isaenko ve ark., 2002), mayalarda *Saccharomyces cerevisiae* genotoksiste testi (Buschini ve ark., 2003), bakterilerde *Salmonella* mutajenite testi (Mamber ve ark., 1993) ve *Bacillus subtilis* onarım testi (Silva ve ark., 2006), hayvanlarda (sıçan, fare, hamster) kemik iliği mikronükleus testi (Ono ve ark., 2006), insan lenfosit hücre kültürlerinde kardeş kromatit değişimi (Çelik ve ark., 2005; Sivikova ve ark., 2005) ve hayvan hücrelerinin yanında tüm bitki türlerinde DNA zararını belirlemek için uygulanan COMET veya Tek Hücre Jel Elektroforezi (Single Cell Gel Electrophoresis, SCGE) (Tice ve ark., 2000; Collins, 2002) testleridir. Mutajenlerin belirlenmesi için bitki biyotestleri uzun yıllardan beri kullanılmakta olup; sitogenetik aberasyonlar ve gen mutasyonlarına sebep olan çevresel kimyasalların denetlenmesi için çok kullanışlı sistemler olduğu bildirilmiştir (Constantin ve Owens, 1982; Grant, 1994). Çevresel kimyasalların mutajenik ve kanserojenik potansiyellerinin belirlenmesi için Kimyasal Güvenlik Üzerine Uluslararası Program (IPCS) kapsamında bitki genetik sistemleri üzerine ortak bir çalışmanın 1984 yılında tamamlandığı bildirilmiştir (Ashby ve ark., 1988). Bu çalışmada, mutasyon testi için *Arabidopsis thaliana* klorofil ve embriyo testleri (Redei, 1982) ile *Tradescantia clone 4430* stamen tüyü testi (Vant't Hof ve Schairer, 1982), sitogenetik testlerde ise *Tradescantia clone 4430* mikronükleus testi ve *Vicia faba* kromozom aberasyonu testi (Kihlman ve Andersson, 1984) kullanılmıştır. Çevresel kirleticilerin mutajenik etkilerinin değerlendirilmesi için sıklıkla kullanılan diğer bitki türlerinin *Allium cepa*, *Crepis capillaris*, *Glycine max*, *Hordeum vulgare*, *Lycopersicum esculentum*, *Nicotiana sp.*, *Pisum sativum* ve *Zea mays* olarak bildirilmiştir (Grant, 1994). Yüksek yapılı bitkiler kromozomlarının boyutlarından dolayı sitogenetik analizler için oldukça uygundur (Fiskesjö, 1985). Ortamdaki kirlilik seviyelerinin belirlenmesi için

standart bir yöntem olan *Allium* testi, çeşitli maddelerin sitotoksik etkilerinin belirlenmesi için sıklıkla kullanılmaktadır. *Allium* testi kullanılması kolay ve ucuz bir testtir ve özellikle memeli test sistemleriyle iyi bir korelasyon göstermektedir (Fiskesjo, 1985).

1.4.1.1. Bitki Biyotestlerinin Avantajları

Yüksek yapılı bitkiler, çevresel kimyasalların sitotoksik (hücre yapısı ya da fonksiyonunda hasar oluşturan etkileri), sitogenetik (kromozomlar üzerindeki etkileri) ve mutajenik (genetik değişime neden olan etkileri) etkilerinin mükemmel bir göstergesidir. Bu anlamda yüksek yapılı bitkiler, kimyasalların kullanımı veya çevresel kirliliğin neden olduğu olası genetiksel hasarın belirlenmesinde birinci sırada yer alan alternatif test sistemleri olarak deneysel çalışmalarda özgül avantajlara sahiptir. Yani, bitki köklerinin meristematik mitotik hücreleri çevresel kirleticilerin “klastojenite”sinin (kromozom kırılması ve/veya buna bağlı olarak kromozom parçalarındaki kayıp, artma ya da düzensizliklerin olması) belirlenmesi için uygun bir sitogenetik materyaldir (Ma ve ark., 1995).

Çevresel kimyasalların veya kirleticilerin test edilmesi için yüksek bitki genetik testlerinin kullanılmasının bazı avantajları vardır. Diğer taraftan, birçok bitkinin hayat döngüsünün bakteri, maya ve *Drosophila*'dan daha uzun olması ve bitkiler ve hayvanlar arasında temel farmakokinetik ve biyokimyasal farklılıkların bulunması bitki sistemlerinin kullanılmasına bazı sınırlamalar getirmektedir. Bakteri, *Drosophila*, *Neurospora* ve maya gibi bazı memeli olmayan sistemlerde yapılan genotoksisite testleri kabul edilmesine rağmen, bitki genotoksisite testlerinin verileri insana göre yorumlanmak istendiğinde bir yerde sınırlanmaktadır. Buna karşın, bazı kimyasalların genetik anormallikler bakımından karşılaştırmalı sonuçları bitki ve hayvan sistemlerinde belirlenmiştir (Grant, 1981). Örneğin, pestisitlerin sitogenetik etkilerinin incelenmesinde, bitki ve hayvan test sistemlerinde hem kromozomal anormallikler hem de c-mitoz sıklığı arasında mükemmel bir korelasyonun olduğu gösterilmiştir (Grant, 1978). *Allium cepa*'da ve V79 Çin hamster fibroblast hücrelerine uygulanmış olan 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxy acetic acid) sonuçları, kromozom aberasyonlarının oluşumunda bu iki testin benzer olduğunu göstermiştir (Pavlica ve ark., 1991). Benzer olarak, 12 adet kimyasalın insan lenfositlerinde ve *Vicia faba* kök ucu hücrelerinde kardeş kromatid değişimlerini (SCE) teşvik etmesi kıyaslandığında, *Vicia faba* SCE oranının insan lenfositlerindeki kadar yüksek bulunmamasına rağmen, teşvik edilen SCE oranları hemen hemen yakın bulunmuştur. Bu sonuç, *Vicia faba* kromozomlarının aynı mutajene karşı insan lenfositleri kadar duyarlı

olduğunu göstermektedir (Xing ve Zhang, 1990). Bitki genotoksisite testleri mutajen tarama programlarında memeli ve memeli olmayan hayvan testlerine seçenек sağlamaktadır (Grant, 1986). Bitki genetik test sonuçları, mutasyon ve kansere neden olan ajanlardan korunmak için önemli bir katkı sağlayabilir (Grant, 1994).

Pestisitlerin genotoksik etkilerinin belirlenmesinde pestisitler tarafından teşvik edilen aşağıdaki değişiklikler ele alınmaktadır (<http://www.icsuscope.org>). Kromozom aberasyonları olarak isimlendirilen kromozom veya kromatidlerde meydana gelen yapısal değişiklikler (kırıklar, delesyonlar, inversiyonlar, translokasyonlar) ve diğer bozukluklar (yapışıklık, kümeleşme, aşınmalar), Mitotik veya mayotik bölünmelerde bozukluklar (iğ ipliği inaktivasyonu, c-mitoz, düzensiz gamet oluşumu), poliploid veya anöploid hücrelerle sonuçlanan anafaz esnasında meydana gelen kromozom dağılımındaki düzensizlikler, somatik crossing over ve kardeş kromatid değişimi gibi rekombinasyonel olaylar, verimsizlik ve embriyonik ölüm, polen tanelerinde veya yavru döllerde ifade edilen mutasyonlar olarak ifade edilmektedir. Çevresel kirleticilerin test edilmesinde yüksek yapılı bitki genetik biyotestlerinin avantajları şu şekilde sıralanmıştır (Grant, 1994): Ökaryot canlılar olan bitkiler, insanlara benzer kromozom yapısına sahiptirler. Mitoz ve mayoz geçirirler ve mutasyona uğrarlar. Teknisyenlere bitki testleri ile ilgili çok hızlı eğitim verilebilir. Böylece diğer test sistemlerine göre ucuz ve kültürü kolay yapılabilir. Bazı bitkiler (örneğin: *Arabidopsis*) vejetasyonlarını kısa zamanda tamamlamaktadır. Testler çevresel şartlar, pH, sıcaklığın geniş aralıklarında gerçekleştirilebilir. Bitkiler, tek bir haploid ve diploid bitkiden rejenere edilebilir. Bitki genetik testleri tek bir kimyasaldan kompleks karışımlara kadar genotoksisitenin değerlendirilmesi için kullanılabilir. Bitki genetik testleri mutajenik kirleticilerin *in situ* denetlenmesi için kullanılabilir. Yıllardır kullanılmakta olan bitki genetik testleri son derece güvenilirdir. Bitki genetik testleri çevresel kimyasalların test edilmesi ve denetlenmesi için mutagenез araştırmalarında kullanılabilirlikleri kanıtlanmıştır. Birçok kimyasal için genotoksisite sonuçları mevcuttur ve böylece farklı testler arasında karşılaştırmalar yapılabilir. Çalışmalar memeli sitogenetik testleri ile pozitif bir korelasyon göstermektedir. Bitkiler mutajenik metabolitlerin belirlenmesinde mikrobiyal testlerle birleştirilebilir. Test etmenlerinin kanserojenitelerinin belirlenmesi için bitki genetik testleri yüksek duyarlılık göstermektedir (Yıldız ve Arıkan, 2007).

1.5. Bitkisel organizmalarda kullanılan bazı testler

1.5.1. Kök ucu hücreleri testi

Soğan veya bakla gibi bitkisel organizmaların kök ucu hücreleri testinde kromozom anormalilerinin ve mitotik aktivitenin belirlenmesi gerekmektedir. Mitotik aktivitenin ve kromozomal anormalilerin belirlenmesi için mitotik analiz yöntemi uygulanmaktadır. Bu testin avantajları şunlardır;

1. Kök uçları ile uğraşmak kolaydır.
2. Kök meristemi bölünen bir çok hücre içerir.
3. Kök uçları konsantrasyonu ayarlanabilen kimyasallarla doğrudan etkileştirilebilir.
4. Soğan bütün sene kolay ve ucuz elde edilebilir.
5. Kromozomları sayıca az fakat yapı bakımından büyüktür (Akı ve Karabay., 2004).

1.5.2. Mitotik analiz

Mitoz bölünme bitkilerde meristematik dokularda incelenebilir. Bitkilerdeki meristematik dokular bitkinin tüm yaşamı boyunca bölünebilme yeteneğindedir. Meristematik dokular kök ucu ve gövde sürgünlerinde bulunmaktadır. Bitkilerde mitoz bölünme incelemesi için en çok kök ucundan, genç yapraklardan ve küçük çiçek tomurcuklarının petal yapraklarından yararlanılmaktadır. Kromozom sayımı yapabilmek için kullanılan materyalde mitotik indeks yüksek olmalıdır yani bölünmekte olan hücrelerin oranı yüksek olmalıdır. Bazı bitkilerde mitozun periyodik değişim gösterdiği saptanmıştır. Yani günün belirli saatlerinde mitotik indeksin daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Mitotik analiz yapmak amacıyla materyalin hazırlanması 4 aşamada gerçekleştirilmektedir ;

1. Ön İşlem
2. Fiksasyon
3. Maserasyon
4. Boyama

Ön işlem: Materyal daha canlı iken uygulanır ve amaçları şu şekilde özetlenebilir; İğ ipliklerini tahrip etmek veya oluşmasını engellemek suretiyle metafaz safhasındaki kromozomların anafaz safhasına geçmesini engellemek ve böylece kromozom sayımı için en uygun safha olan metafaz safhasındaki hücrelerin sayısını arttırmak (kromozomların metafaz safhasında durmasını sağlamak). Yine iğ ipliklerini tahrip etmek suretiyle kromozomların metafazda ekvator plağında toplanmasını engellemek, daha dağınık

durmalarını sağlamak ve dolayısı ile sayımı kolaylaştırmak. Protoplazmanın viskozitesini arttırarak ezme preparat yapılırken hücrenin fazla dağılmasını önlemek. Zaten kısalmış olan metafaz kromozomlarını daha da kısaltarak kromozomların birbiri üzerine binmesini azaltmak ya da önlemek, böylece incelemeyi ve sayımı kolaylaştırmak. Ön işlem için kullanılacak kimyasal maddenin yoğunluğu ve uygulama süresi materyale göre değişir. Ön işleme alınacak bitki materyali kısa bir süre su içinde korunabilir, ancak uzun süre su içinde tutmak doğru değildir.

Fiksasyon: Fiksatiflerde etkinlik çok önemlidir ve fiksasyon kromozomların canlılığının hayatındaki durumuna mümkün olduğu kadar yakın bir durumda olmalıdır. Fiksasyon işlemi hücreleri bozmadan öldürmek amacıyla uygulandığı için, fiksatifin etkisi öldürme işlemini hızlı bir şekilde yapmasına bağlıdır. Fiksatifin hücreler üzerinde hızlı bir sertleştirme etkisi olmalı ve bunun yanında dokulara mümkün olduğunca hızlı girmelidir. Bu yapılırken kromozomların boyanma özellikleri de korunmalıdır. Çok çeşitli fiksatifler kullanılabilir. Çalışmamızda kullanacağımız fiksatif 3 kısım % 96'lık etil alkol : 1 kısım glasiyal asetik asit'ten oluşan *Farmer Fiksatif*'dir.

Maserasyon: Dokuların yumuşatılması anlamındadır. Hücreleri birarada tutan orta lamelleri ortadan kaldırarak preparat hazırlanırken hücrelerin daha iyi dağılmasını sağlar. Bu amaçla % 45'lik asetik asit, 1 N HCl veya enzimler kullanılabilir.

Kromozomların boyanması: Normal ışık mikroskobu ile kromozomların incelenebilmesi için bunların özel boyalarla boyanması gerekir. Bu boyalardan en çok kullanılanlar; Carmin (asetokarmin), Orsein (asetoorsein), Nigrosin ve Bazik Fuksin (Feulgen)'dir. Bunlar kromozomlarda solid bir boyama sağlarlar yani kromozomun her tarafı aynı şekilde boyanır. Bunun yanında kromozomları bantlı olarak boyayan yöntemler de geliştirilmiştir. Böylece kromozomların eukromatik ve heterokromatik kısımları belirgin olacak şekilde boyanabilir.

Mitoz Uygulama Yönteminde Bitkilerde mitotik kromozomları incelemek için aşağıdaki basamaklar izlenmektedir (Tijo ve Levan, 1950);

1. Kök uçları ön işlem amacıyla 0.002 M 8-hidroksikinolin içinde 3-4 saat oda sıcaklığında bekletilir.
2. Ön işlem sonrasında alınan kök uçları fiksasyon için 3:1 asetik alkol içerisine konur ve preparat hazırlanıncaya kadar buzdolabında (+4 °C' de) bekletilir.
3. Fikse edilmiş kök uçları 60 °C' deki 1 N HCl içerisinde 10 dakika masere edilir (hidroliz yapılır) ve işlem sonunda saf su içerisine alınır.

4. Kök ucu bir lam üzerine konur ve daha koyu beyaz gözlenen uç kısmından yaklaşık olarak 2 mm kadar kesilir. Üzerine asetoorsein damlatılır ve lamel kapatılır. Kök ucu ezilerek hücrelerin tek bir tabaka halinde dağılması sağlanır.

5. Mikroskopta incelenir.

1 N HCl içerisinde 10 dk hidroliz yöntemi uygulanmayacaksa, fiksatiften alınan kök uçları porselen bir cezveye aktarılıp üzerini örtecek miktarda asetoorsein dökülür. Bir bek üzerinde 3 kez buhar çıkıncaya kadar ısıtılıp ve daha sonra ezme işlemine geçilerek de preparat hazırlanabilir (Akı ve Karabay., 2004).

1.5.3. Mitotik aktivitenin hesaplanması

Meristematik hücrelerdeki mitotik safhaların sitolojik olarak gözlenmesi ile mitotik aktivite (indeks) hesaplanabilmektedir. Mitotik aktivite, bölünen hücrelerin bölünmeyen meristematik hücrelere göre oranıdır. Genellikle kromozom sayımı çalışmalarında ve toksikolojik çalışmalarda kullanılmaktadır. Böylece eğer bir kimyasal madde ile uygulama varsa maddenin bölünme oranı üzerinde ne şekilde etkili olduğu konusunda bilgi vermektedir. Mitotik indeks % olarak şu formül ile hesaplanmaktadır;

$$\text{Mitotik indeks (\%)} = \frac{\text{Bölünen Hücre Sayısı}}{\text{Toplam Hücre Sayısı}} \times 100$$

Mitotik indeks dışında ayrıca $\frac{M}{A+T}$ oranı da hesaplanmaktadır. Bu katsayının yüksek değerde olması (yani 1' den büyük olması) ve anafaz + telofaz frekansının azalması, karyokinetik iş ipliklerinin inaktive olduğunu göstermektedir. Bu değer hiç bir madde ile muamele görmemiş materyal ile yapılan sitolojik çalışmalarda ise ortamdaki safsızlıkların kontrolü için önemlidir (Akı ve Karabay., 2004).

1.5.4. Mikronukleus (MN)

Kimyasal ajanların mikronukleus oluşturması açısından değerlendirilmesi, bu kimyasalların genotoksisitelerinin tespit edilmesinde kullanılan bir diğer kriterdir. MN'lar hücrenin mitoz bölünmesi sırasında ortaya çıkan, esas çekirdeğe dahil olmayan, tam kromozom veya asentrik kromozom fragmentlerinden köken alan oluşumlardır. Bu durumda bu parça mikronukleus adını alır ve interfazda kolayca görülebilir. MN sayısındaki artış, çeşitli ajanların hücrelerde meydana getirdiği sayısal ve yapısal

kromozom düzensizliklerinin indirekt göstergesi olarak değerlendirilmektedir. MN'lar ya klastojenlerin neden olduğu kromozom kırığı sonucu asentrik kromozom fragmentlerinden, ya da anojenlerin neden olduğu sentromer bölünme hataları ve iğ ipliği fonksiyon bozukluğu sonucu anafaz sırasında geri kalan tam bir kromozomdan oluşurlar (Fenech ve Morley, 1985).

1.5.4.1. MN test yöntemi ve uygulama amacı

MN yönteminin geliştirilmesinde en önemli adım; MN oluşumuna izin veren, çekirdek bölünmesini tamamlamış hücrelerin sayılmasının esas alınmasıdır (Fenech ve ark., 1999). Sitokinezi-blok mikronukleus metodunu geliştiren Fenech ve Morley 1986'da, hücre kültürüne mitoz sırasında sitoplazma bölünmesini durduran aktin inhibitörü cytochalasin-B (Cyt-B) ilave ederek çekirdek bölünmesini tamamlamış, fakat sitoplazma bölünmesini gerçekleştirememiş iki çekirdekli hücreler elde etmişlerdir (Fenech ve ark., 1999, Kirsch-Volders ve ark., 2003). İncelenen alanda kültür süresi içinde ikinci bölünmesini tamamlamış 4 çekirdekli hücrelere de rastlanmaktadır; ancak MN sayımında Heddle ve Countryman' in (1976) kriterleri kullanıldığından bu hücrelerde görülen MN' lar değerlendirme dışı bırakılmaktadır (Demirel ve Zamani, 2002). Heddle ve Countryman' in (1976) kriterlerine göre:

- 1- MN esas nukleus ile aynı yapıda olmalıdır.
- 2- MN esas nukleustan küçük olmalıdır.
- 3- MN esas nukleustan ayrı, yuvarlak veya yaklaşık olarak yuvarlak şekilli olmalıdır.
- 4- Nukleer olmayan partiküllerden farklı olarak ışığı yansıtmamalıdır.
- 5- MN feulgen pozitif veya diğer DNA' ya özel reaksiyonlarda pozitif reaksiyon göstermelidir.
- 6- MN' lar sitoplazması iyi gözlenen hücrelerde sayılmalıdır.
- 7- MN oluşumu doza bağlı olmalıdır (Almassy ve ark., 1987).

Sitokinezi-blok Mikronukleus (CBMN) tekniği in vitro genotoksisite testleri, insan popülasyon taramasında kolayca uygulanabilecek bir tekniktir (Fenech ve ark., 1999). MN tekniği, en çok çeşitli kimyasallara ve fiziksel ajanlara maruz kalan bireylerin taranması amacı ile, bireyler arasında genetik hasarın seviyesini anlamak (Fenech vd. 1999) ve çeşitli ajanların klastojenik ve aneujenik potansiyellerini değerlendirmek amacı ile insan lenfositlerini de içeren farklı tip hücrelerde geniş çapta kullanılmaktadır (Fenech ve Morley, 1985).

1.5.5. Pestisitler ve Kök Büyümesi İnhibisyonu Testi

Kök büyümesi inhibisyonu testi temelinde, kromozomlar ve hücre bölünmesi üzerinde çevresel kirleticilerin toksik ve genotoksik etkilerinin değerlendirilmesi amacıyla etkili konsantrasyonun (EC_{50} , kontrole göre kök uzunluğunun %50 azalmasına sebep olan pestisit konsantrasyonu) belirlenmesi önemlidir (Fiskesjo, 1985). *Allium* genotoksisite testlerinde kullanılan en yüksek konsantrasyonların EC_{50} değerinin altında olduğu ve en düşük konsantrasyonun toksik etkiye sahip olmadığı veya çok düşük toksik etkiye sahip olduğu vurgulanmıştır (Rank, 1997). Pekçok araştırmada, genotoksik çalışmalarda kullanılmak üzere çevresel kirleticilerin konsantrasyonlarının belirlenmesi için EC_{50} değeri saptanmıştır (Nielsen ve Rank, 1994; Rank ve Nielsen, 1998; Chauhan ve ark., 1999, Yüzbaşıoğlu, 2001; Ateeq ve ark., 2002; Saxena ve ark., 2005; Yıldız ve ark., 2006; Arıkan, 2006). Kimyasalların genotoksik etkilerinin değerlendirilmesinde EC_{50} değerinin kullanılmasının yanında bu değer yarısı, dörtte biri, sekizde biri, iki katı, dört katı gibi değerler de kullanılmıştır (Chauhan ve ark., 1999; Yüzbaşıoğlu ve ark., 2003; Saxena ve ark., 2005, Arıkan, 2006). Buna karşın, kimyasalın EC_{50} değerine bağlı kalmaksızın farklı konsantrasyonların uygulandığı çalışmalar da mevcuttur (Pavlica ve ark., 2000; El-Ghamery ve ark., 2003; Yi ve Meng, 2003; Chandra ve ark., 2005). Pestisitlerin sitotoksik etkilerinin belirlenmesinde, makroskobik (kök büyümesi inhibisyonu) ve mikroskobik (mitotik indeks, kromozom aberasyonları) sonuçlar arasında paralellik olduğu ve makroskobik sonuçların oldukça geçerli bir parametre olduğu belirlenmiştir (Fiskesjö, 1985).

Yapılan bu çalışmada, özellikle tarım endüstrisinde ve yöremizde yaygın olarak kullanılan iki pestisit olan Cypermethrin adlı insektisit ve Mancozeb adlı fungusitin *Allium cepa* L., *Vicia faba* L., ve *Nicotiana tabacum* L., bitkilerindeki kök ucu mitozu ve mikronukleus testi ile genotoksik etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Genotoksik etkilerin belirlenmesinde kullanacağımız iki kimyasal madde hakkında bilgi aşağıda verilmektedir.

1.6. Cypermethrin (KRAL 250 EC)

Özellikleri:

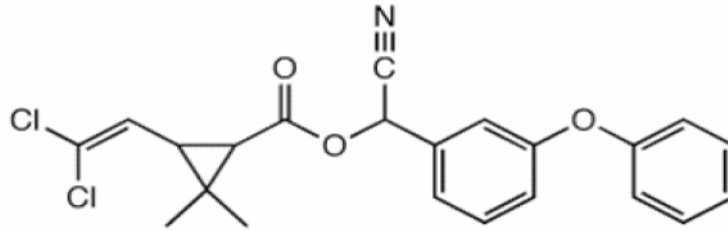
Cypermethrin sentetik piretroid pestisidler grubuna dahil olan bir insektisiddir (<http://en.wikipedia.org/wiki/Cypermethrin>). Piretroidler (sentetik piretroidler); kimyasal olarak, yüzyıllardır böcek öldürücü aktivitesi bilinen *Chrysanthemum* (kasımpatı)

bitkisinin çiçeklerinden elde edilen doğal piretrumda bulunan piretrinlere benzer insektisidlerdir (WHO, 2005). Doğal olarak meydana gelen piretrinler *Chrysanthemum* bitkisinin belirli türleri (*Chrysanthemum cinerariaefolium* ve *Chrysanthemum cinereum*)'ne ait çiçeklerin kurutulmasıyla toz haline getirilmesi ya da çiçeklerinde bulunan yağın aseton, asetik asit ve petrol eteri gibi çözücülerde özütlenmesi sonucunda elde edilir (WHO, 2005). Piretroidler hem ev hem de tarımsal amaçlar için çok yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Piretroidlerin başlıca avantajı, böceklerde oldukça toksik etki göstermesi, memelilerde ise hızlı metabolizmadan dolayı düşük toksik etkiye sahip olması ve toprakta birikmemesidir (Kakko, 2004).

Kimyasal adı: (R,S)- alpha-cyano-3-phenoxybenzyl(1RS)-cis,trans-3-(2,2-dichlorovinlyl)- 2,2-dimethylcyclopropane-carboxylate

Kapalı formülü: C₂₂H₁₉Cl₂NO₃

Açık formülü:



Şekil 1.1 Cypermethrin'in Kimyasal Yapısı (<http://www.pesticideinfo.org>>Least/Non-Toxic Alternatives).

Molekül ağırlığı: 416,30 g/mol

Erime noktası: 60-80 °C

CAS No: 52315-07-8

(<http://en.wikipedia.org/wiki/Cypermethrin>).

1.7. Mancozeb (MOZART M 45)

Özellikleri:

Ditiyokarbamatlar tarımda pestisit olarak ve kauçuk sanayide esneklik ve sertliği hızlandırıcı ve oksitlemeyi engelleyici olarak kullanılmaktadır. Ditiyokarbamatlar sistemik fungusitlerden değildir fakat mantar enfeksiyonundan önce uygulanan koruyucu bir fungusittir. Bu nedenle, bu maddeler esas olarak yüzeyde birikerek mantarları hasara

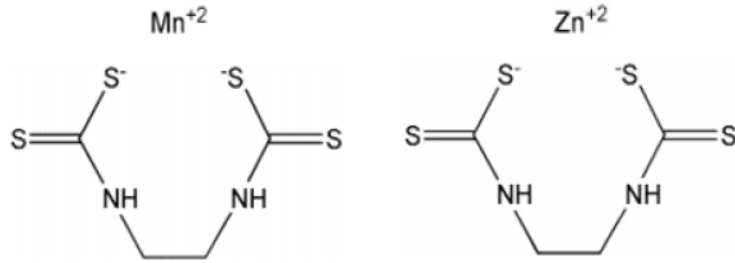
uğrattırlar. Bu kalıntıların bu özelliği, başlıca rutubetten; sıcaklıktan ve atmosferik nemden etkilenir (Türker ve ark., 2005).

Kimyasal adı: Manganez ethylenebis

Kapalı formülü: $(C_4 H_6 Mn N_2 S_4)_x (Zn)_y$

(<http://www.sinoharvest.com/products/Mancozeb.shtml>)

Açık formülü:



Şekil 1.2 Mancozeb'in Kimyasal Yapısı (<http://www.pesticideinfo.org>>Least/Non-Toxic Alternatives).

Molekül ağırlığı: 266,31 g/mol

Erime noktası: 192 °C

CAS No: 8018-01-7

(<http://extoxnet.orst.edu/pips/mancozeb.htm>)

BÖLÜM 2

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

N-methyl-N-nitrosourea (MNU), maleic hydrazide (MH), sodium azide (NaN₃) ve ethyl methanesulfonate (EMS) kimyasallarının genotoksik etkileri *Allium anafaz-telofaz* kromozom aberasyon testi ile belirlenmiştir. Bütün kimyasallar, kromozom aberasyonlarını istatistiksel olarak olarak önemli düzeyde arttırmışlardır. *Allium* testinde MH, MNU, NaN₃ ve EMS için bulunan değerler aynı kimyasalların kullanıldığı diğer bitki (*Arabidopsis*, *Vicia*, *Tradescantia*) testlerinde bulunan değerlerle kıyaslanmış, MH ve MNU için sonuçlar aynı oranda bulunurken, NaN₃ ve EMS değerleri *Allium* testinde daha düşük oranda bulunmuştur. *Allium* testinde, mutajenite testinde pozitif kontrol olarak kullanılan MMS (metil metanosülfonat)'nin kromozom aberasyonlarının teşvikinde EMS'den on kat daha etkili olduğu bulunmuştur. Bu çalışmaya göre maleic hydrazide'in mutajenik ve klastojenik etkileri teşvik eden konsantrasyonlarda toksik olmayan yüksek reaktif alkilasyon etmeni olduğu bildirilmiştir (Rank ve Nielsen., 1997).

Vicia faba mikronukleus testi ile Çin'deki Dianchi gölünden alınan su örneklerinin genotoksitesini belirlemek için yapılan bir araştırmada, on iki farklı bölgeden yağışlı (ağustos) ve yağışsız (mayıs) mevsimlerde toplanan su örneklerinin toksik etkileri *Vicia faba* mikronukleus analizi ile genotoksite testi değerlendirilmiştir. Ayrıca bölgeler arasında da MCN yüzdeleri arasında farklılıklar gözlenmiştir. Mikronukleus sıklığının kontrol grubuna göre fazla olması göl suyunun genotoksitesinin yüksek seviyelere ulaştığını göstermiştir (Duan ve ark.,1998).

Zeytinyağı fabrikası atık suyunun *Triticum aestivum* (buğday) kök uçlarındaki sitotoksik ve mutajenik etkilerinin incelenmiş olduğu çalışmada, tohumların çimlenme oranları, kök uçlarındaki mitotik bölünme anormallikleri ve total protein miktarları değerlendirilmiştir. Atık suyun farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan tohumlarda çimlenme oranının düştüğü, buna karşın mitotik anormalliklerin ve mitotik sıklığın yükseldiği tespit edilmiştir. Özellikle mitotik sıklığın, bütün konsantrasyonlarda kontrol grubuna göre birkaç kat daha yüksek olduğu da dikkati çekmiştir. Yapılan çalışmada çok nükleuslu olan veya parçalanmış nükleuslu olan hücrelerle birlikte sayısal veya yapısal kromozom mutasyonlarına da rastlanmıştır. Ayrıca protein miktarlarının da konsantrasyon ve muamele süresinin artışına bağlı olarak düştüğü gözlenmiştir. Sonuç olarak zeytinyağı fabrikası atık suyunun doğrudan nükleer madde ve protein sentezi üzerinde toksik etkisi olduğu sonucuna varılmıştır (Aybeke ve ark., 2000).

Endüstri bölgelerinin çevre kirleticileri arasında yer alan bakır klorür'ün *Vicia hirsuta* kök ucu hücreleri üzerine sitogenetik etkilerinin incelendiği bir çalışmada bitki tohumları saf suyla hazırlanan bakır klorür çözeltisi ile muamele edilmiştir. Uygulama gruplarına ek olarak kontrol grubu da hazırlanmıştır. Yapılan sitogenetik analizler bakır klorür'ün mitoz bölünmeyi baskıladığını, mitoz bölünmenin farklı safhalarında kromozomal anormalliklere sebep olduğunu aynı zamanda mitotik indeksi düşürdüğünü göstermiştir. En sık rastlanan anormallikler profaz safhasında düzensiz kromatin dağılımı; metafaz safhasında kromozom yapışması ve düzensiz kromozom dağılımı; anafaz ve telofaz safhasında ise kromozom köprüsü, kalgın kromozom, eşit olmayan kromatin dağılımı ve parça oluşumu olarak gözlenmiştir (İnceer ve Beyazoğlu., 2000).

Gıdalarda antimikrobiyal madde olarak kullanılan sodyum metabisulfit'in *Allium cepa* L. bitkisinin mitoz bölünme geçiren hücrelerinde sitogenetik etkilerinin yapıldığı bir araştırmada *A. cepa* kökleri 7,5 mg/lt, 15 mg/lt ve 30 mg/lt konsantrasyonlarındaki SMB (sodyum metabisulfit) ile 10 ve 20 saat muamele edilmiştir. SMB, bütün konsantrasyon ve muamele sürelerinde mitotik indeksi (MI) kontrole nazaran önemli derecede düşürmüştür. SMB, 10 saatlik muamele süresinde MI'ı doza bağlı olarak azaltırken, mitotik anormallikleri doza bağlı olarak arttırmıştır. C-mitoz, kromozom yapışması, mikronukleus, anafaz ve telofazda kalgın kromozom gibi anormal hücreler gözlenmiştir (Rencüzoğulları ve ark., 2001).

Allium cepa türünde atık suların genotoksisitesinin belirlenmesinde kromozom aberasyonu testi kullanıldığı çalışmada fabrikadan alınmış olan işlenmiş ve işlenmemiş atık su örnekleri, onların seyreltilmiş çözeltileri mitotik indekste düşüş meydana getirmiş ve kromozomal aberasyonların sayısını kontrole göre önemli ölçüde arttırmıştır. Su örneklerinin DNA ve proteinlerle etkileşime girerek kromozom yapışması gibi mitotik bozukluklara sebep olduğu bildirilmiştir (Amin, 2002).

Bir ağır metal olan bakır klorür'ün *Helianthus annuus* bitkisinin kök ucu hücrelerindeki sitogenetik etkilerinin bakıldığı bir araştırmada tohumlar kimyasalın 10, 25, 50 ve 100 mg/L'lık bakır klorür çözeltilerine 24 saat boyunca maruz bırakılmıştır. Deneme serilerine ilaveten kontrol grubu da hazırlanmıştır. Petri kaplarında çimlendirilen tohumların uç kısımlarından eşit uzunlukta kesilerek preparatlar hazırlanmıştır. Bakır klorür'ün mitoz bölünmeyi baskıladığı ve doz artmasına paralel olarak kromozomal anormalliklere aynı zamanda mitotik indeks üzerinde de düşüşe sebep olduğu bulunmuştur. Kimyasalın iğ iplikleri üzerine olan etkisi sonucu metafaz safhasında artış, anafaz ve telofaz safhalarında azalma meydana geldiği gözlenmiştir. Düzensiz kromozom dağılımı,

kromozom yapışması, köprü oluşumu, kromatinlerin eşit olmayan dağılımı, fragment oluşumu en çok gözlenen anormallikler arasındadır. Sonuçlar bakır klorür'ün kök ucu hücrelerindeki toksik etkilerini açıklar niteliktedir (İnceer ve ark., 2003).

Allium sativum ve *Vicia faba* bitkisinin köklerinde sülfür dioksitin hidratlarının genotoksisitesi incelenmiştir. Bu çalışmada sodyum sülfid ve soydum bisülfid'in karışımının çeşitli konsantrasyonları kullanılmıştır. *Vicia faba* anafaz aberasyon testi, hem *Vicia faba* hem de *Allium sativum* türünde mikronukleuslar test yöntemleri ile ifade edilmiştir. Her iki bitki türünde de mikronukleus ve kromozomal aberasyonların sayısı kontrol grupları ile karşılaştırılmış ve kontrole göre oldukça yüksek bulunmuştur. *Allium sativum* kök meristemlerinde piknotik hücreler ortaya çıkmış sonuçlar ifade edilmiştir. Kimyasalın dozlarında meydana gelen artış mikronukleus, kromozomal değişiklik, çekirdek değişikliği olan hücrelerin sayılarında artış meydana getirmiş ve hücre bölünmesinde gecikmeler yaşanmıştır (Meng ve Yi., 2003).

Çöplük gazı sızıntı suyunun bitki kök tiplerinde meydana getirdiği genotoksisite üzerine yapılan bir araştırmada, sızıntı suyuyla hazırlanan test solüsyonlarına maruz kalan kök hücrelerinde kontrole göre sızıntı suyu mitotik indeksi azaltmış, mikronukleus sıklıklarını ve anafaz kusurlarının önemli derecede artmasına sebep olmuştur. Sonuçlar sızıntı suyunun bitki hücrelerinde genotoksik bir ajan olduğunu ve organizmalar üzerinde genotoksik bir risk oluşturduğunu saptamıştır (Sang ve Li., 2004).

Vicia faba köklerinde chromium trioxide (CrO_3)'in mutajenik etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada mikronukleus ve kromozom aberasyon testi kullanılarak bitkinin kök tiplerinde mikronukleus, kromozomal aberasyonların sayısında artışa bakılmış, mitotik indeks hesaplanmıştır. *Vicia faba* tohumları kimyasalın konsantrasyonlarına 4 saat boyunca maruz bırakılmıştır. Kimyasalın en yüksek konsantrasyonu mitotik indekste ciddi bir düşüşe sebep olmuştur. Artan konsantrasyona paralel olarak ise mikronukleus sayısında ve kromozom anormalliklerinin sayısında artış meydana gelmiştir. Profazda mikronukleus, fragment oluşumu; çok kutupluluk; metafazda düzensiz kromozom dağılımı, ekvatorial tabla üzerinde kromozomların iki parçaya ayrılması; anafazda kalın kromozom, köprü oluşumları; telofazda mikronukleus, kromozom fragmenti, kalın, köprü gibi hasarlar meydana gelmiştir (Qian, 2004).

Ağır metal (Pb, Zn, Cd, Cu, As) ve siyanid (CN) ile kirlenmiş nehir suyu üzerinde yapılan sitogenetik bir araştırma, mikronukleus ve anafaz analizleri kullanılarak, mitotik ve faz indekslerinin hesaplanması ile Güneybatı Bulgaristan'ın Panagjurishte bölgesinde yürütülmüştür. In vivo deney materyali olarak *Allium cepa* kullanılmıştır. Elde edilen

veriler hücre çoğalmasında kontrol grubuna göre bir azalma ve normal mitoz-mikronukleus, anafaz ve telofaz köprüleri ile fragmentler, geç kalan kromozomlar ve bir c-mitotik etkisinin meydana geldiğini göstermiştir. Sitogenetik analizler ağır metal ve siyanid ile kirlenmiş suların biyolojik görüntülenmesinin etkili ve uygun olduğunu kanıtlamak için yapılmıştır (Ivanova ve ark., 2005).

Önemli çevre kirleticilerden biri olan kurşun ($PbCl_2$)'un mercimek (*Lens culinaris* Medik) tohumlarının çimlenmesi, kök büyümesi ve kök ucu hücrelerinin mitoz bölünmeleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Denemelerde Pb^{+2} 'un farklı konsantrasyonları kullanılmıştır. Düşük Pb^{+2} konsantrasyonları ile muamele edilen tohumların çimlenmesinde kontrole göre belirgin bir farkın olmadığı, ancak yüksek konsantrasyonlarda çimlenmenin azaldığı gözlenmiştir. Ayrıca uygulanan tüm konsantrasyonlarda, kök büyümesi kontrole göre engellenmiştir. Kurşunun konsantrasyon artışına paralel olarak, hücre bölünmesinin azaldığı, c-mitoz, kalgın kromozom, multipolar anafaz ve köprü gibi çeşitli mitotik anormalliklerin arttığı bulunmuştur (Kıran ve Şahin., 2005).

Çeşitli organizmalarda sitogenetik etkileri olan çevresel kirleticilerden cadmium nitrate ($CdNO_3$)'ın etkilerinin belirlenmesinde test materyali olarak *Allium sativum* ve *Vicia faba* bitkilerinin kullanıldığı bir çalışmada, bitkiler ($CdNO_3$)'ın 4 farklı solüsyonlarına maruz bırakılmış ve her iki bitki türünde mikronukleus biyolojik testiyle sitogenetik zararlar değerlendirilmiştir. Test konsantrasyonlarına ilaveten pozitif ve negatif kontrol grupları da hazırlanmıştır. Sitolojik analizlere ilaveten lipid peroksidasyon testleri de yapılmıştır. Kimyasal hem *Allium sativum* hem de *Vicia faba* mikronukleus sıklığını artırmış, *Vicia faba* türünde mitotik indekste düşüşe, mitotik safhalarda bozukluklara ve oksidatif stres meydana getirdiği için lipid peroksidasyon miktarında artışa sebep olmuştur (Çelik ve ark., 2006).

Serbest radikallerin temizlenmesi ve antioksidan aktivitesi gibi kimyasal ve biyolojik aktivitelere sahip olan bir bitki flavonoidi olan Quercetin'in kullanıldığı bir çalışmada atrazine ile oluşturulan kromozom kırıklarına karşı kullanıldığında flavonoidin bir koruma sağlayıp sağlamayacağına bakılmıştır. Quercetin'in 0,1-20 $\mu g/mL$ konsantrasyonları toksikolojik etkiye sebep olmamıştır. Daha sonra 2,5-5,0 ve 7,5 $\mu g/L$ atrazine'in kromozomlarda kırıklara yol açan etkileri üzerine 0,5 ve 5 $\mu g/mL$ quercetin'in etkilerine bakılmıştır. 0,5 $\mu g/mL$ quercetin 7,5 $\mu g/L$ atrazine'in oluşturduğu toplam aberasyonların sıklığını önemli düzeyde azaltırken, quercetin'in her iki konsantrasyonu da 7,5 $\mu g/L$ atrazine ile teşvik edilen fragmentlerin sıklığını önemli ölçüde azaltmıştır. Bu çalışma

quercetin gibi bitki flavonoidlerinin atrazine'in genotoksik etkilerine karşı koruma sağlayabileceğini göstermiştir (Mastrangelo ve ark., 2006).

Allium cepa kök meristem hücrelerinin mitotik indeksinde boronun etkisinin bakıldığı araştırmada ilk olarak LD₅₀ değeri belirlenmiş ve kökler borik asitin çeşitli test konsantrasyonlarına maruz bırakılmıştır. Her doz uygulaması için mitotik indeks ve mitotik faz sıklıkları hesaplanmıştır. En yüksek mitotik indeks değerleri 50 ppm'lik dozda 48 saatlik uygulamada; en düşük değerler ise 24 saat 400 ppm uygulamada bulunmuştur. C-metafaz, prometafaz ve geç kromozom parçaları, poliploidi, kromozom köprüleri, kalgın kromozom, dağılmış anafaz- telofaz, mikronukleus, iki nukleuslu hücreler belirlenmiştir. Yapılan araştırma boronun organizma üzerinde genotoksik olduğunu göstermiştir (Konuk ve ark., 2007).

Sodyum benzoat (SB), sitrik asit (CA), borik asit (BA), potasyum sitrat (PC) ve sodyum sitrat (SC) gibi gıda koruyucu maddelerinin kullanıldığı bir araştırmada; bu kimyasalların *Allium cepa* bitkisinin kökleri üzerindeki genotoksik etkileri çalışılmıştır. *Allium cepa* kökleri bu kimyasalların farklı konsantrasyon ve sürelerine maruz bırakılmıştır. Konsantrasyon ve uygulama zamanlarının artmasına bağlı olarak mitotik indekste düşüş gözlenmiştir. Mitotik safhalarda c- mitoz, mikronukleus, kromozom kırıkları, kromozom yapışması anafaz köprüleri gibi farklı kromozomal anormallikler gözlenmiştir (Türkoğlu, 2007).

Selenyum endüstriyel, çevresel, biyolojik, toksikolojik açıdan önemli bir metaldir. Selenyum metali toprakta ve suda çevre kirliliğine sebep olup insan sağlığını ve gelişmesini etkileyebilir. Bu çalışmada *Vicia faba* micronukleus testi ve kardeş kromatit değişiklikleri testleri kullanılarak selenyum bileşiklerinin sodium selenite (Na₂SeO₃), sodium biselenite (NaHSeO₃)'in mümkün olan genotoksik etkilerine bakılmıştır. Her iki bileşenin de konsantrasyonunun artışına bağlı olarak MN ve SCE sıklığında artış olduğu, bileşiklerin yüksek konsantrasyonlarda uygulanmasının mitotik indeksi ve mitotik aktiviteyi düşürdüğü bulunmuştur. Sonuçlar bu metalin genotoksik olduğunu, insan sağlığı için de risk oluşturacağını desteklemektedir (Yi ve Si ., 2007).

Çevresel kirleticilerden olan bakır klorür (PbCl₂)'nin Anadolu Kara Çamı (*Pinus nigra ssp. pallasiana*) türünde etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada bitki tohumları (PbCl₂)'ün farklı konsantrasyonlarını içeren çözeltilere maruz bırakılmıştır. Kimyasalın artan konsantrasyonuyla birlikte bölünen hücre sayısı azaldığı için mitotik indekste düşüş gözlenmiş aynı zamanda kromozomal değişiklikler bulunmuştur. Bu kromozomal değişiklikler arasında mikronukleus, kromozom kırıkları, köprü oluşumu, çok kutuplu

anafaz, c-mitoz gibi aberasyonlar gözlenmiştir. Yapılan çalışma toprağa karışan ve bu yolla bitkinin kök sisteminden giren bunun sonucunda birtakım morfolojik ve kromozomal değişikliklere sebep olan ağır metallerin etkilerinin belirlenmesini açıklar niteliktedir (Hatipoğlu ve ark.,2008).

Bir sıvı gübre ve bitki büyüme düzenleyicisi olan Shaffer A'nın genotoksik etkisi *Vicia faba* kök ucu hücrelerinde değerlendirilmiştir. Sonuçlar kimyasalın aşırı dozda ve uzun süre uygulanmasında kontrol grubuna göre mitotik indeksi önemli derecede azalttığını göstermiş ve veriler istatistiksel olarak hesaplanmıştır. Özellikle Shaffer A'nın 200 ml/l konsantrasyonun 6 ve 12 saatlik uygulamasında mitotik indekste önemli ölçüde azalma meydana geldiği bulunmuştur. Fragment oluşumu, kromozom yapışması, anafaz köprüsü, mikronukleus, çok kutuplu anafaz, eşit olmayan dağılımı gibi kromozomal anormalliklere rastlanmıştır. Sonuçlar uygulanan kimyasalın genotoksik etkilerinin varlığını doğrular niteliktedir (Koca, 2008).

Bu çalışmada; Guaeca gölündeki su kalitesinin incelenmesinde *Allium cepa* kök hücrelerinde mikronukleus testlerine ve kromozom aberasyonlarına başvurulmuştur. Bu göl Brezilya'da bulunmaktadır. Göle petrol ürünleri petrol boru hattından toprağa sızıntı yoluyla karışmaktadır. Petrol hidrokarbonlarının ve polisiklik aromatik hidrokarbonların kimyasal analizleri 4 farklı göl bölgesinden temmuz 2005 (yağmursuz mevsim), şubat 2006 (yağmurlu mevsim) alınan su örneklerinden yapılmıştır. Mikronukleus ve kromozom aberasyonları en sık yağmursuz mevsimde topraktan alınan su örneklerinde, toprağın çatlamaya başladığı zamanlarda gözlenmiştir. Buda petrol suyunun olası genotoksik etkilerini göstermektedir (Leme ve Marin-Morales., 2008).

Stresli ve stressiz koşullar altında çimlendirilen arpa tohumlarına bir bitki büyüme düzenleyici olan triacontanol uygulaması yapılmıştır. Bu çalışmada tuzlu koşullar altında çimlendirilen arpa (*Hordeum vulgare* L.) tohumlarının kök uçlarında mitotik indeks ve kromozom davranışları üzerine triacontanol (TRIA) ön uygulamasının etkileri araştırılmıştır. Konsantrasyon artışına paralel olarak tuzun, kontrol grubuna göre önemli derecede mitotik indeksi azalttığı ve kromozom anormalliklerine sebep olduğu bulunmuştur. Mikronüklues, düzensiz metafaz, düzensiz anafaz, anafazda kromozom köprüleri, telofazda yanlış kutuplaşma gibi kromozomal anormallikler bulunmuştur TRIA ön uygulaması tuz stresinin mitotik indeks üzerindeki engelleyici etkisini engelleyemese de kromozom anormalliklerinin sayısını büyük ölçüde azaltmıştır. Elde edilen veriler istatistiksel açıdan değerlendirilmiştir (Tabur ve Demir., 2008).

Vicia faba L. kök ucu hücrelerine fenol'ün farklı konsantrasyonlarının sitotoksik etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada test materyali olarak kullanılan bakla tohumlarında çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu ve mikronukleus (MN) sıklığı sitotoksitenin belirlenmesinde kullanılmış ve elde edilen veriler istatistiksel olarak hesaplanmıştır. Aynı zamanda sitogenetik analizlere ilaveten, fenol ile muamele edilen bakla tohumlarının kök ucu meristemlerinde DNA analizleri gerçekleştirilmiştir. Tohumlar kontrol ve fenol uygulama grupları olarak iki gruba ayrılmış ve 7 gün süresince fenol'ün üç farklı dozu ile muamele edilmiştir. Sonuçta, fenol'ün tüm uygulama grubu tohumlarda doza bağlı olarak çimlenme yüzdesi, kök uzunluğu azalttığı, MN oranını ise attırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca, fenol ile muamele edilen tohumlarda DNA ürünü kontrol grubundakilerden daha düşük olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, elde edilen veriler fenol'ün bakla kök ucu hücreleri üzerinde sitotoksik etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Yalçın ve ark., 2008).

Bu çalışmada, akciğer tümörleri nedeniyle radyoterapiye (RT) maruz kalan kanser hastalarının periferik kan örneklerindeki morfolojik hasarları ve mikronukleus (MN) sıklığı belirtmeye çalışılmıştır. Sitolojik analizler, γ -radyasyonuna maruz kalan hastaların beyaz kan hücrelerinde gerçekleştirilmiştir. MN testi, radyasyon hasarının bir belirteci olarak kullanılmıştır. Ayrıca, sigara alışkanlığı ve yaş gibi farklı faktörlerin etkileride MN testi kullanılarak araştırılmıştır. MN sayımı, tek nükleuslu lenfositlerde gerçekleştirilmiştir. Lökositlerin sayısı ve morfolojik özelliklerini belirlemek amacıyla periferik kan yayma preparatları hazırlanmıştır. Sonuçlar, γ -radyasyonuna maruz kalan kanser hastalarının lökositlerdeki MN sıklığı ve morfolojik hasarların, kontrol grubundakilerden oldukça yüksek olduğunu göstermiştir ve fark istatistiksel olarak önemlidir. Lökositlerde vakuolleşme, membran kusurları ve sitoplazmada patolojik oluşumlarda artış gibi morfolojik değişiklikler belirlenmiştir. Ayrıca, radyasyon dozuna bağlı olarak MN sıklığında artış ve lökositlerin sayısında ise bir azalma gözlenmiştir. Sonuç olarak, morfolojik hasarlar ve MN sıklığının, RT'nin etkilerini araştırmak için çok hassas ve kullanışlı biyolojik belirteçler olduğu gösterilmiştir (Çavuşoğlu ve ark., 2009).

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Bitkisel materyal

Araştırmamızda; bitkisel materyal olarak Truva Tarım firmasından elde edilen *Allium cepa* L., ile *Vicia faba* L. ve *Nicotiana tabacum* L. bitkilerinin sertifikalı tohumları kullanılmıştır.

3.1.1. *Allium cepa* L. (Soğan)

Işıklanma süresi ve sıcaklık, soğan yetiştirmeyi kısıtlayan aynı derecede önemli iki faktördür. Baş soğan elde edebilmek için soğanın isteği olan minimum sıcaklık ve gün uzunluğunun olması gerekmektedir. Gün uzunluğuna, baş bağlama için ihtiyaç duyar. Bitkinin erken gelişme devresinde serin havaya gerek vardır. Fakat baş bağlama ve başın büyümesi için sıcaklığın fazla olması şarttır. Erken gelişme döneminde ortalama 12,8 °C, baş bağlamaya başladığı zaman 18-21 °C, başın olgunlaşması için 24-27 °C optimum sıcaklık ister. Soğan bitkisi -8°C ve hatta -10 °C sıcaklıklara dayanır. Tohumun çimlenmesi için minimumu toprak sıcaklığı 0 °C'dir. Optimum çıkış 20-25 °C'de olmaktadır.

Soğan besin değeri yeterli, hafif karakterli topraklardan başlayarak, tınlı ve pek ağır olmamak koşuluyla hafif killi topraklarda da yetiştirilebilir. Doğal olarak gevşek yapılı, yeterince su tutabilen, kök sisteminin yayıldığı alan derin, humuslu ve kolayca işlenebilen tınlı, verimli topraklar soğan için tercih edilir. Soğanlar yüksek asiditeye karşı oldukça duyarlıdır. Ph 6,0- 6,5 arasında olmalıdır.

(http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/modul_pdf/621EEH069.pdf)

3.1.2. *Vicia faba* L. (Bakla)

Toprak üstünde 70- 150 cm boyundaki gövdesi dört köşeli ve içi boş, yaprakları karşılıklı, çiçekleri üç-beş adedi bir arada toplu halde, tohumları farklı renk ve büyüklükte yıllık bir bitki. Kökü, tahminen 170 cm kadar derine iner. Bu asıl kök üstünde bir çok yan kökler ve bu yan köklerin üstünde de içlerinde bakteriler bulunan “nodozite” adı verilen yumruları ihtiva eder.

Üç-dört derecede çimlenir ve rutubetli iklimleri sever, fazla soğuklara dayanamaz. Çiçek zamanındaki fazla yağmurlar verimin azalmasına sebep olur. Çiçek zamanında havanın açık ve güneşli geçmesi verimi çoğaltır. Fazla su isteyen bir bitki olduğu için ağır toprakları sever. İklimi yağışlı yerlerde kumlu topraklarda da yetişir. Üst tabakası derin kireçli killi topraklar bakla yetiştirilmesine en uygun topraklardır.

Meyveleri ham olarak koparırsa, sebze olarak kullanılabilir. Olgunlaşmış halde yenilebilen kısmı ancak tohumlarıdır. Ayrıca iyi bir hayvan yemi olarak da faydalanılmaktadır. Kuru tohumlarına eski tabiriyle “bakliyat” da denilir. Tohumlarının özelliği nişasta ve proteince zengin olmalarıdır. Halk arasında öksürüğe karşı kullanılmaktadır (www.turkcebilgi.com/bakla/ansiklopedi).

3.1.3. *Nicotiana tabacum* L. (Tütün)

Tütün (*Nicotiana*) *Solanaceae* (patlıcangiller) familyasından *Nicotiana* cinsinden yaprakları sigara yapımında kullanılan bir yıllık otsu bitki türlerine verilen ad. Haziran-Ağustos ayları arasında pembemsi renkli çiçekler açan 0,75-1,5 m boylarında, bir yıllık kültür bitkisidir. Gövdeleri dik, silindir şeklinde, tüylü ve yapışkanlıdır. Yapraklar sapsız veya kısa saplı, büyük oval, tüylü ve yapışkan, özel kokulu ve acı lezzetlidir. Çiçekler tepede salkım durumunda bulunurlar. Tüp şeklinde pembemsi- kırmızı renkli, tüylü ve beş sivri dişli çiçeklere sahiptir. Meyveleri uzunca ve oval şekilli küçük tohumludur.

Tütün yapraklarında tanen, zank, nişasta, reçine ve alkoloitler bulunur. Bu alkoloitler içinde miktrarı en fazla olan nikotin alkoloitidir ve kötü kokuludur. Tütün yaprağından hazırlanan infüzyonlar vücut parazitlerine karşı sürülmek suretiyle kullanılabilir. Nicotinin sülfat tuzları zirai mücadelede böcek öldürücü olarak, yaprakları keyif verici olarak sigara imalinde kullanılır. Ayrıca tütün yaprağı özel bir şekilde fermente edilerek kokulandırılıp, toz edilerek enfıye adı verilen keyif verici ve aksırtıcı bir ürün elde edilir. Tütün tohumları yağ bakımından zengindir. Yerli tütünlerimizdeki yağ oranı %35- 45 kadardır. Tütün yağı boya ve sabun sanayide kullanılır, zehirli madde taşımaz (<http://tr.wikipedia.org/wiki/Tütün>).

Tütün bitkisinin kökleri kazık şeklinde olup, sağlam bir yapıya sahiptir. Tütün kökleri toprağa çok iyi tutunurlar. Oldukça derinlere iner ve toprakta çok iyi yayılırlar. Tütün bitkisi, kuvvetli yağışlardan veya sulamalardan sonra esen sert rüzgarlardan fazla zarar görmez. Kök sisteminin iyi gelişmiş olması tütünün topraktan yeteri kadar besin maddesi ve su almasında kolaylık sağlar. Tütün köklerinin boyu, dağılımı ve topraktaki gelişimi çeşit karakteri olmakla beraber, ekolojik şartlarda da yakından ilgilidir. Kökler, derin ve

besin maddelerince zengin hafif topraklarda, iklimin sıcak ve nemli olduğu bölgelerde daha iyi gelişir. Bunun aksi durumlarda ise, kökler zayıf kalır ve iyi gelişemez. Tütün bitkisinin kökleri toprağın 30- 60 cm derinliğine kadar inebilir.

Tohumlar tohum kapsüllerinin içinde bulunan yalancı meyve zarı üzerinde oluşurlar. Tütün tohumları böbrek şeklinde olup, son derece küçüktürler. Tütün tohumları kahverengiden siyaha kadar değişen bir renk varyasyonu gösterirler. Tütün tohumlarında %10-15 kadar su, %30-35 kadar yağ bulunup, geri kalan kısmı karbonhidrat ve proteinlerden ibarettir. Tütün yağı boya, sabun ve parfümeri sanayide kullanılmaktadır. Veremli hastaların tedavisinde kullanılan Phytin maddesi de tütün tohumlarından elde edilmektedir. Tütün tohumları çimlenme kabiliyetlerini uzun zaman koruyabilmektedirler. Çimlenme minimum 13-15 °C optimum 27-28 °C'dir. Tütün yaprağından sigara ve pipo yapılır, enfiye olarak kullanılır, nikotin elde edilir buda tıpta ve tarımsal mücadele ilaçlarının yapımında kullanılır (http://www.agri.ankara.edu.tr/fcrops/1297_tutun.doc).

3.2. Yöntem

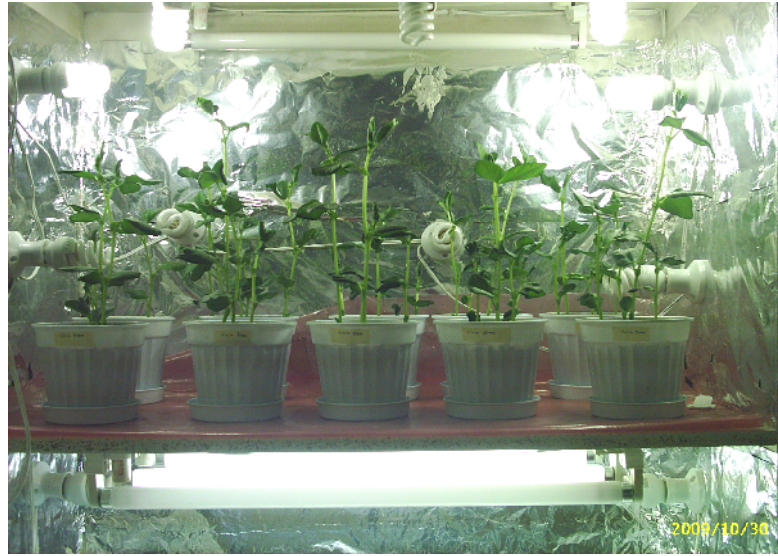
3.2.1. Bitki yetiştirme

Bitkiler, sertifikalı tohumlardan kontrollü laboratuvar koşullarında saksı ve su ortamlarında yetiştirilmiştir. Saksı denemelerinde perlit ve toprak karışımı (1:3), su denemelerinde ise deney tüplerinde bitkilerin yetiştirilmesi sağlanmıştır. *Allium cepa* L. bitkisi için ise küçük arpacık soğanları, içerisinde saf su bulunan küçük deney tüplerinde köklendirilmiştir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. *Allium cepa* L.

Nicotiana tabacum L. bitkisi ve *Vicia faba* L. bitkisinin tohumları saksılara ekilmiştir. Tohum ekiminden sonra saksılar 16 saat ışık, 8 saat karanlık uzun gün koşullarındaki bitki yetiştirme dolabına aktarılarak dolabın sıcaklığı $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de sabit olarak ayarlanmıştır. Bitkilerin gelişmeleri için gerekli olan periyotlar belirlenmiştir (Şekil 3.2 ve Şekil 3.3).



Şekil 3.2. *Vicia faba* L.

Buna göre *Nicotiana tabacum* bitkisinin 1,5 aylık bir süreçte gelişmesi ve köklenmesi sağlanmıştır. *Vicia faba* için gerekli olan büyüme ve köklenme süreci 2 hafta olarak *Allium cepa* için ise 1 hafta olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.3. *Nicotiana tabacum* L.

3.2.2. Kimyasal uygulaması

Çalışma kapsamında, genotoksisitenin bitkilerdeki genetiksel etkilerinin belirlenmesi amacı ile genotoksik potansiyele sahip olan ve yöremizde yaygın olarak kullanılan iki farklı pestisit, Mancozeb WP 80 (fungusit) *Allium cepa* ve *Nicotiana tabacum* bitkilerinde; Cypermethrin (insektisit) *Vicia faba* bitkisinde kullanılmıştır. Mancozeb WP 80'nin kullanım miktarı 1 litre suda *Allium cepa* için 2 g/L; *Nicotiana tabacum* için 0,9 g/L; Cypermethrin'in *Vicia faba* için kullanımı ise 1 litre suda 0,4 ml/L'dir. İlaç üzerindeki etikette verilen kullanım miktarı esas alınmıştır. Dolayısıyla önerilen doz, dozun artan konsantrasyonları, buna ek olarak her deneme grubu için kontrol grubu da hazırlanmıştır. Mancozeb WP 80 (fungusit) adlı pestisit *Allium cepa* ve *Nicotiana tabacum* bitkilerinin köklerine; Cypermethrin (insektisit) adlı pestisit ise *Vicia faba* bitkisinin köklerine farklı konsantrasyonlarda uygulanmıştır. *Allium cepa* bitkisinin köklerine 24, 48, 72 saat süreyle Mancozeb adlı fungusitin 2g/L, 4g/L, 6 g/L ; *Nicotiana tabacum* bitkisine 24, 48, 72, 96 saat süreyle 0,9g/L -1,8g/L -2,7g/L -3,6 g/L konsantrasyonlarda ; *Vicia faba* bitkisinin köklerine ise Cypermethrin adlı insektisit 24, 48, 72, 96 saat süreyle 0,4ml/L- 0,8ml/L- 1,2ml/L- 1,6 ml/L konsantrasyonlarda uygulanmıştır.

3.2.3.Genotoksisite testleri

3.2.3.4. Mitotik aktivitenin hesaplanması *Allium cepa* L., *Vicia faba* L. ve *Nicotina tabacum* bitkilerinde kök ucu hücreleri ve mikronukleus testi

Araştırmamızda Mancozeb'in 2g/L, 4g/L, 6g/L'lik dozları 24, 48 ve 72 saat olmak üzere 3 farklı süre ile *Allium cepa* bitkisinin köklerine uygulanmıştır. Uygulama için küçük soğanların en dış kabukları dikkatlice soyulmuştur. Her bir uygulama grubu için 11 test tüpü ve 11 soğan ayrılmıştır. Tüm tüplere saf su konulmuştur. Her bir test tüpü üzerine kök uçları aşağıya gelecek şekilde bir soğan yerleştirilmiş ve tüpler 25°C±2 oda sıcaklığında tutulmuştur. Kontrol grubu deneme sonuna kadar her gün düzenli olarak değişen saf su içerisinde bırakılmıştır.

Mancozeb'in 0,9g/L -1,8g/L -2,7g/L -3,6 g/L'lik dozları 24, 48, 72, 96 saat olmak üzere 4 farklı süre ile saksılarda yetiştirilen *Nicotiana tabacum* bitkisinin köklerine uygulanmıştır. Cypermethrin'in 0,4ml/L - 0,8ml/L- 1,2ml/L- 1,6 ml/L'lik dozları dozları 24, 48, 72, 96 saat olmak üzere 4 farklı süre ile saksılarda yetiştirilen *Vicia faba* bitkisinin köklerine uygulanmıştır. Uygulama süresince her 24 saatte bir tüplerin içeriği yenileri ile

değiştirilmiştir. Yine kontrol grubu deneme sonuna kadar her gün düzenli olarak değiştirilen saf su içerisinde bırakılmıştır.

Uygulamanın sonlandırıldığı her bitkiye ait yaklaşık 2cm uzunluğa gelen kökler sabahın erken saatlerinde kesilerek alınmıştır. Daha sonra kök uçları fiksasyon için etil alkol-glasiyel asetik asit (3:1) karışımı içerisine konmuş ve preparat hazırlanıncaya kadar buzdolabında bekletilmiştir. Birkaç gün bekledikten sonra fikse edilmiş kök uçları 1N HCl ile 10-13 dk hidroliz edilmiş, hidroliz işleminden sonra saf su içerisine alınmıştır. Daha sonra saf sudan çıkartılan kökler asetocarmine boyası içerisine konulmuş ve +4°C'deki dolaba kaldırılmıştır. Birkaç gün bekledikten sonra boya içerisinden alınan kök uçları incelenmek için daha koyu renkte boyanan 2 mm'lik kısımları bir bisturi yardımı ile kesilerek küçük parçalara ayrılmıştır. Kesilen kök uçlarının üzerine 1-2 damla asetocarmine damlatılarak lamel kapatılmıştır. Preparat kurutma kağıdı arasına alınarak ezme işlemi yapılmış ve mikroskopta incelenmiştir.

Çalışmamız kapsamında farklı süre ve konsantrasyonlarda fungusit ve insektisit uyguladığımız ve kontrol grubuna ait olan *Vicia faba* L., *Allium cepa* L. ve *Nicotiana tabacum* L. bitkilerinin kök uçlarına ait mitotik fotoğraflar bilgisayar ortamında OLYMPUS CX31 marka araştırma mikroskobu ile çekilerek aşağıda sunulmuştur.

BÖLÜM 4

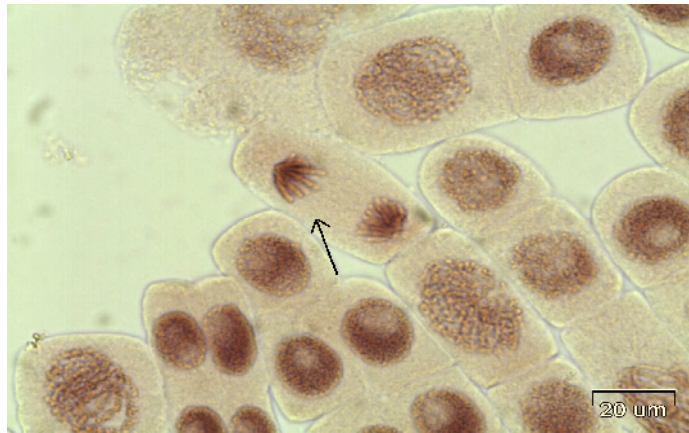
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

***Allium cepa* L. Mitotik Kontrol Fotoğrafları;**

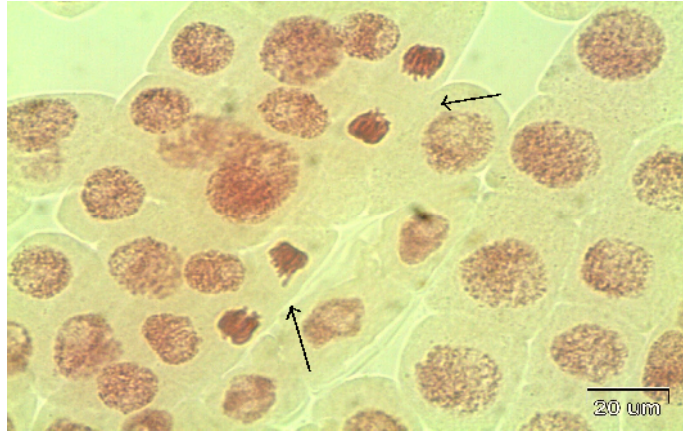
Mancozeb *A. cepa* bitkisinin sulama suyuna 2 g/L, 4 g/L, 6 g/L olarak 24, 48, 72 saat süre ile uygulanmıştır. Mancozeb uygulanan bitki gruplarında konsantrasyon dozuna ve süresine bağlı olarak çeşitli kromozomal anormallikler gözlenmiş fakat kontrol gruplarında herhangi bir anormalliğe rastlanmamıştır. Kontrol grubu mitotik profaz, metafaz, anafaz ve telofaz safhası (Şekil 4.1, Şekil 4.2, Şekil 4.3).



Şekil 4.1. *Allium cepa* L. mitotik profaz ve metafaz safhası (kontrol grubu).



Şekil 4.2. *Allium cepa* L. mitotik anafaz safhası (kontrol grubu).



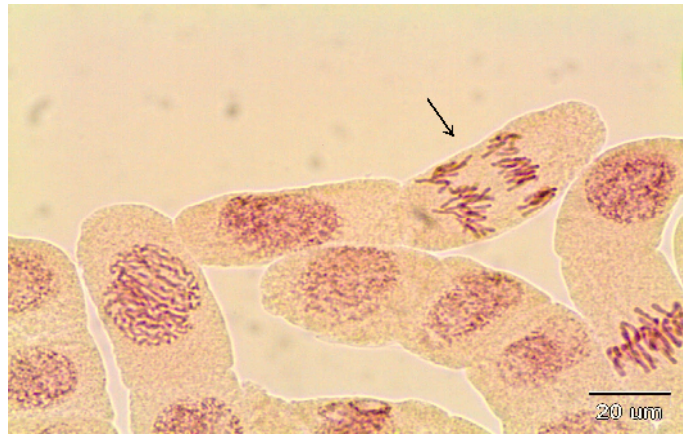
Şekil 4.3. *Allium cepa* L. mitotik telofaz safhası (kontrol grubu).

***Allium cepa* L. Mancozeb Uygulama Fotoğrafları;**

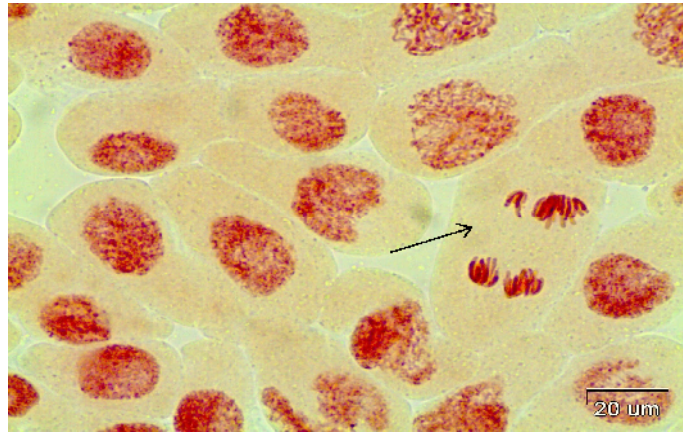
Mancozeb'in *A. cepa* bitkisinin sulama suyuna 2 g/L 24, 48, 72 saat süre ile uygulanması sonucu mitotik anafazda köprü oluşumu, anafazda düzensiz kromozom dağılımı, tetrapolar oluşumu gibi kromozomal anormalliklere rastlanmıştır (Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6).



Şekil 4.4. *Allium cepa* L. mitotik anafazda köprü oluşumu (2g/L-24 saat'lik uygulama).

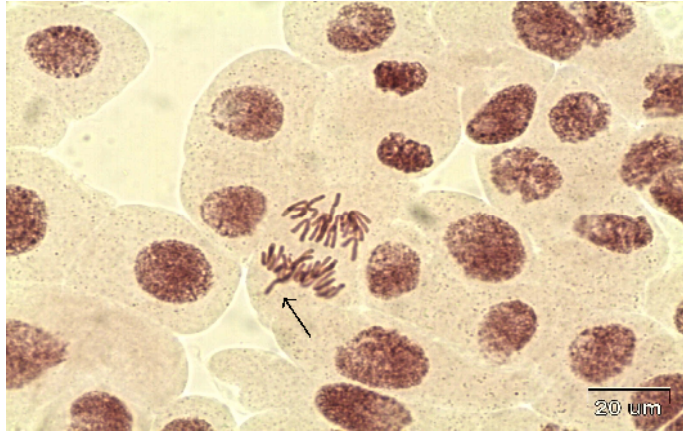


Şekil 4.5. *Allium cepa* L. mitotik anafazda düzensiz kromozom dağılımı (2g/L-48'lik saat uygulama).



Şekil 4.6. *Allium cepa* L. mitotik tetrapolar oluşumu (2g/L-72'lik saat uygulama).

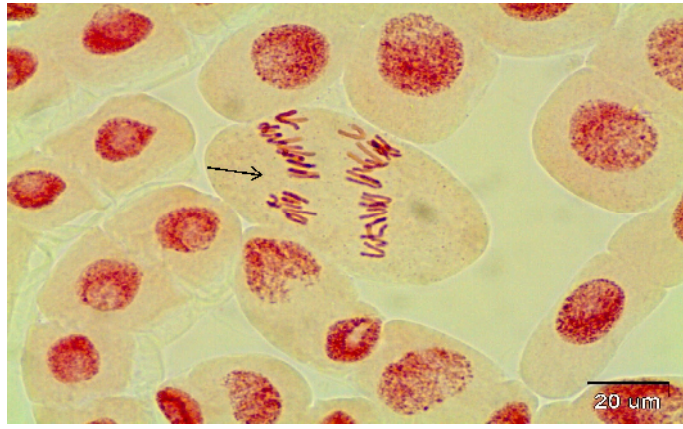
Mancozeb'in *A. cepa* bitkisinin sulama suyuna 4 g/L 24, 48, 72 saat süre ile uygulanması sonucu mitotik anafazda kalgın kromozom, mitotik anafazda kalgın kromozom, kutup kayması ve metafazda kalgın kromozom, kromozom kırığı, kromozom kırıkları ve kromozom deformasyonu gibi kromozomal anormalliklere rastlanmıştır (Şekil 4.7, Şekil 4.8, Şekil 4.9).



Şekil 4.7. *Allium cepa* L. mitotik anafazda kalgın kromozom (4g/L-24'lik saat uygulama).



Şekil 4.8. *Allium cepa* L. mitotik anafazda kalgın kromozom, kutup kayması ve metafazda kalgın kromozom, kromozom kırığı (4g/L-48'lik saat uygulama).

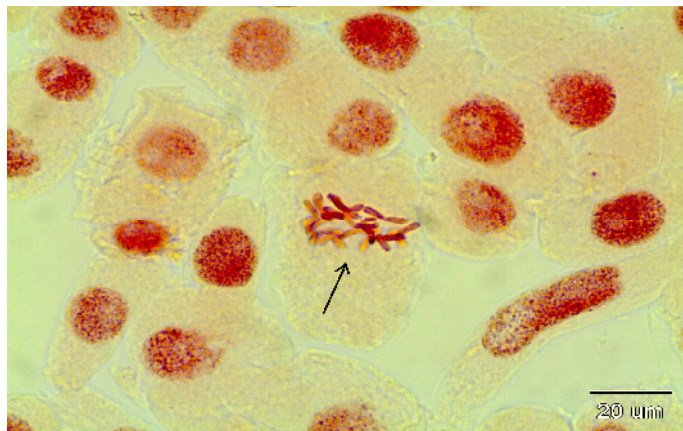


Şekil 4.9. *Allium cepa* L. mitotik kromozom kırıkları ve kromozom deformasyonu (4g/L-72 saat'lik uygulama).

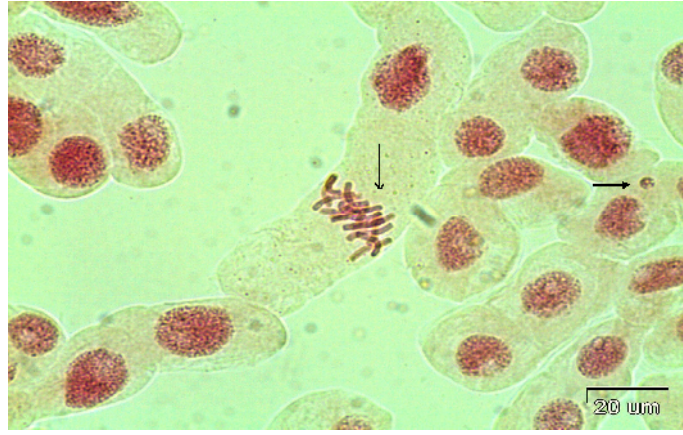
Mancozeb'in *A. cepa* bitkisinin sulama suyuna 6 g/L 24, 48, 72 saat süre ile uygulanması sonucu mitotik metafazda tabla kayması, c- mitoz oluşumu, c-mitoz ve mikronukleus oluşumu gibi kromozomal anormalliklere rastlanmıştır (Şekil 4.10, Şekil 4.11, Şekil 4.12).



Şekil 4.10. *Allium cepa* L. mitotik metafazda tabla kayması (6g/L-24 saat'lik uygulama).



Şekil 4.11. *Allium cepa* L. mitotik c-mitoz oluşumu (6g/L-48 saat'lik uygulama).



Şekil 4.12. *Allium cepa* L. mitotik c- mitoz ve mikronukleus oluşumu (6g/L-72 saat'lik uygulama).

***Vicia faba* L. Mitotik Kontrol Fotoğrafları;**

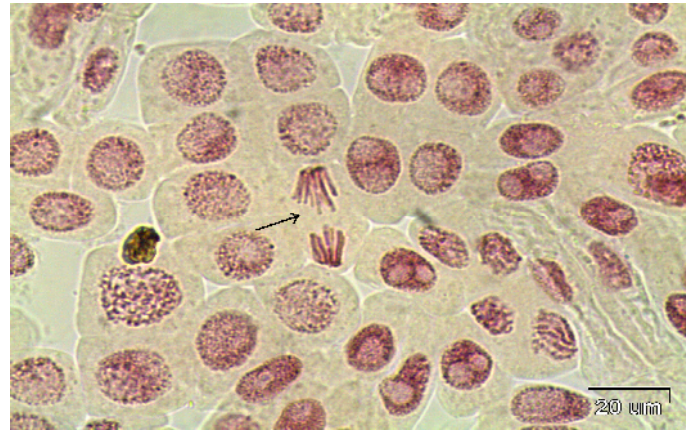
Cypermethrin *V. faba* bitkisinin sulama suyuna 0,4 ml/L- 0,8 ml/L- 1,2 ml/L- 1,6 ml/L olarak 24, 48, 72, 96 saat süre ile uygulanmıştır. Cypermethrin uygulanan bitki gruplarında konsantrasyon dozuna ve süresine bağlı olarak çeşitli kromozomal anormallikler gözlenmiş fakat kontrol gruplarında herhangi bir anormalliğe rastlanmamıştır. Kontrol grubu mitotik profaz, metafaz, anafaz ve telofaz safhası (Şekil 4.13, Şekil 4.14, Şekil 4.15, Şekil 4.16).



Şekil 4.13. *Vicia faba* L. mitotik profaz safhası (kontrol grubu).



Şekil 4.14. *Vicia faba* L. mitotik metafaz safhası (kontrol grubu).



Şekil 4.15. *Vicia faba* L. mitotik anafaz safhası (kontrol grubu).

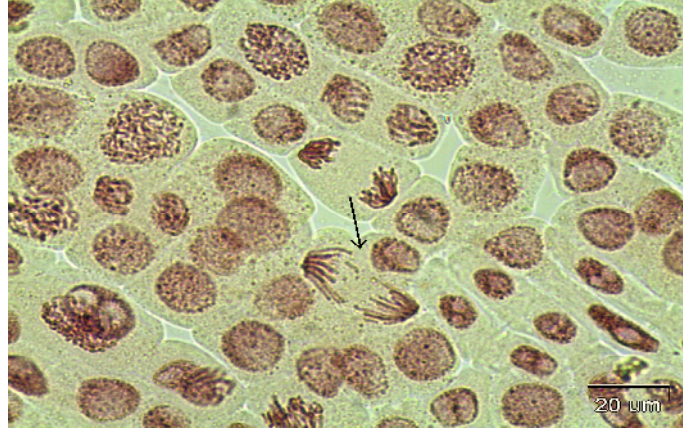


Şekil 4.16. *Vicia faba* L. mitotik telofaz safhası (kontrol grubu).

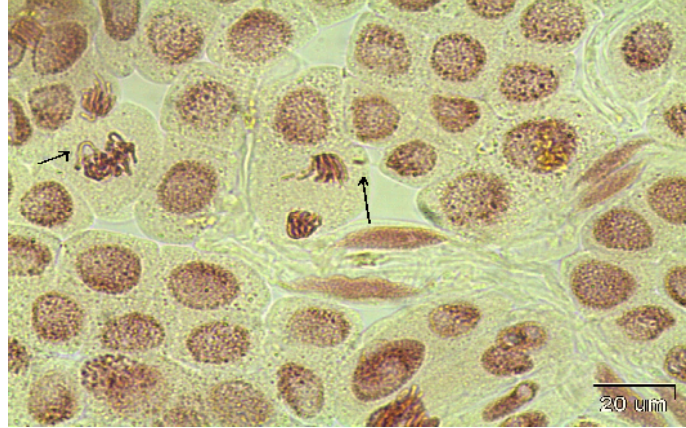
***Vicia faba* L. Cypermethrin Uygulama Fotoğrafları**

Cypermethrin'in *V. faba* bitkisinin sulama suyuna 0,4 ml/L 24, 48, 72, 96 saat süre ile uygulanması sonucu mitotik anafazda kromozom kırığı, anafazda kromozom kırığı ve metafazda kalgın kromozom, anafazda kromozom kırığı ve kutup kayması, anafazda kutup

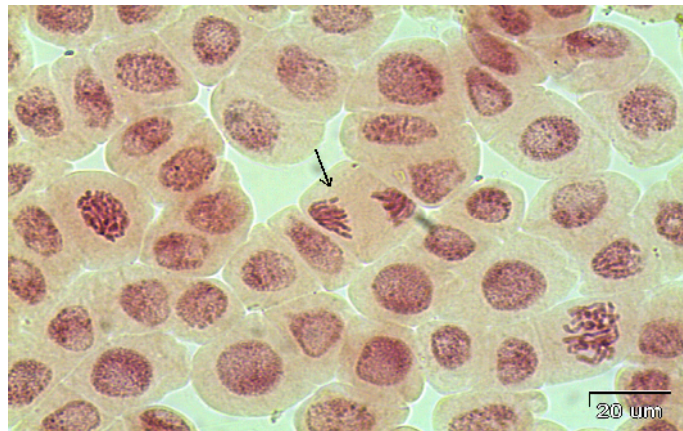
kayması ve ayrılmama gibi kromozomal anormalliklere rastlanmıştır (Şekil 4.17, Şekil 4.18, Şekil 4.19, Şekil 4.20).



Şekil 4.17. *Vicia faba* L. mitotik anafazda kromozom kırığı (0,4 ml/L- 24 saat'lik uygulama).



Şekil 4.18. *Vicia faba* L. mitotik anafazda kromozom kırığı ve metafazda kalgın kromozom (0,4ml/L- 48 saat'lik uygulama).

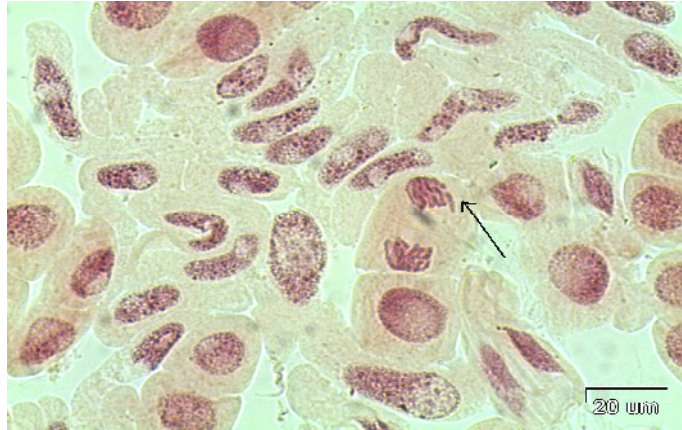


Şekil 4.19. *Vicia faba* L. mitotik anafazda kromozom kırığı ve kutup kayması (0,4 ml/L- 72 saat'lik uygulama).



Şekil 4.20. *Vicia faba* L mitotik anafazda kutup kayması ve ayrılmama (0,4 ml/L-96 saat'lik uygulama).

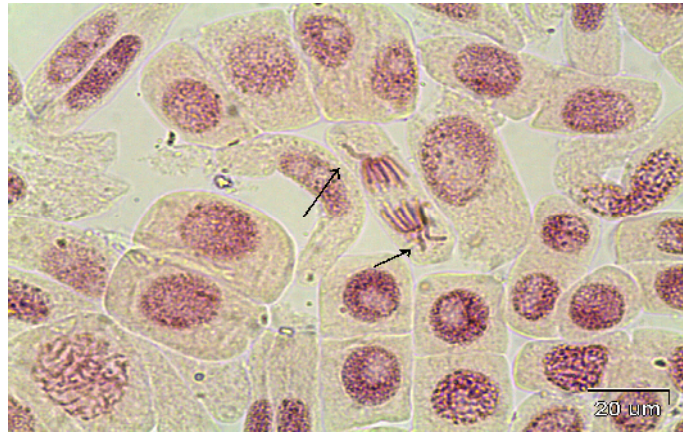
Cypermethrin'in *V. faba* bitkisinin sulama suyuna 0,8 ml/L 24, 48, 72, 96 saat süre ile uygulanması sonucu mitotik telofazda kutup kayması ve kromozom kırığı, telofazda ve anafazda kutup kayması, anafazda kalgın kromozom, anafazda kutup kayması gibi kromozomal anormalliklere rastlanmıştır (Şekil 4.21, Şekil 4.22, Şekil 4.23, Şekil 4.24).



Şekil 4.21. *Vicia faba* L.mitotik telofazda kutup kayması ve kromozom kırığı (0,8ml/L-24 saat'lik uygulama).



Şekil 4.22. *Vicia faba* L. mitotik telofazda ve anafazda kutup kayması (0,8 ml/L-48 saat'lik uygulama).



Şekil 4.23. *Vicia faba* L. mitotik anafazda kalgın kromozom (0,8 ml/L- 72 saat'lik uygulama).



Şekil 4.24. *Vicia faba* L. mitotik anafazda kutup kayması (0,8 ml/L- 96 saat'lik uygulama).

Cypermethrin'in *V. faba* bitkisinin sulama suyuna 1,2 ml/L 24, 48, 72, 96 saat süre ile uygulanması sonucu mitotik anafazda köprü oluşumu, kromozom kopması, halka

kromozom ve telofazda kutup kayması, profazda düzensiz kromozom dağılımı gibi kromozomal anormalliklere rastlanmıştır (Şekil 4.25, Şekil 4.26, Şekil 4.27, Şekil 4.28).



Şekil 4.25. *Vicia faba* L. mitotik anafazda köprü oluşumu (1,2 ml/L- 24 saat'lik uygulama).



Şekil 4.26. *Vicia faba* L. mitotik kromozom kopması (1,2 ml/L-48 saat'lik uygulama).

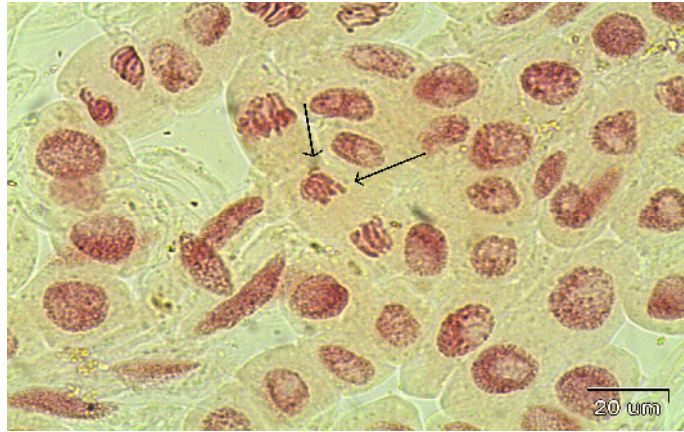


Şekil 4.27. *Vicia faba* L. mitotik halka kromozom ve telofazda kutup kayması (1,2 ml/L-72 saat'lik uygulama).



Şekil4.28. *Vicia faba* L. mitotik profazda düzensiz kromozom dağılımı (1,2 ml/L-96 saat'lik uygulama).

Cypermethrin'in *V. faba* bitkisinin sulama suyuna 1,6 ml/L 24, 48, 72, 96 saat süre ile uygulanması sonucu mitotik telofazda kromozom kırığı ve kalın kromozom, anafazda ve metafazda kalın kromozom, anafazda ayrılmama ve kromozom kırığı, kromozom deformasyonu gibi kromozomal anormalliklere rastlanmıştır (Şekil 4.29, Şekil 4.30, Şekil 4.31, Şekil 4.32).



Şekil 4.29. *Vicia faba* L. mitotik telofazda kromozom kırığı ve kalın kromozom (1,6 ml/L-24 saat'lik uygulama).



Şekil 4.30. *Vicia faba* L. mitotik anafazda ve metafazda kalın kromozom (1,6 ml/L-48 saat'lik uygulama).



Şekil 4.31. *Vicia faba* L. mitotik anafazda ayrılmama ve kromozom kırığı (1,6ml/L-72 saat'lik uygulama).

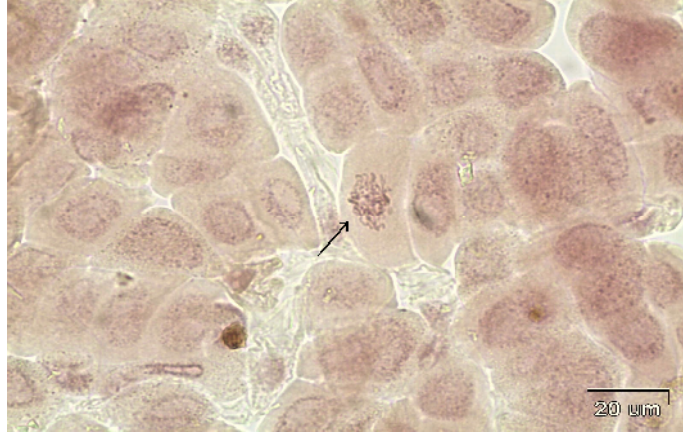


Şekil 4.32. *Vicia faba* L. mitotik kromozom deformasyonu (1,6 ml/L-96 saat'lik uygulama).

***Nicotiana tabacum* L. Mitotik Kontrol Fotoğrafları;**

Mancozeb *N. tabacum* bitkisinin sulama suyuna 0,9 g/L- 1,8 g/L- 2,7 g/L- 3,6 g/L olarak 24, 48, 72, 96 saat süre ile uygulanmıştır. Mancozeb uygulanan bitki gruplarında

konsantrasyon dozuna ve süresine bağlı olarak çeşitli kromozomal anormallikler gözlenmiş fakat kontrol gruplarında herhangi bir anormalliğe rastlanmamıştır. Kontrol grubu mitotik profaz, metafaz, anafaz ve telofaz safhası (Şekil 4.33, Şekil 4.34, Şekil 4.35, Şekil 4.36).



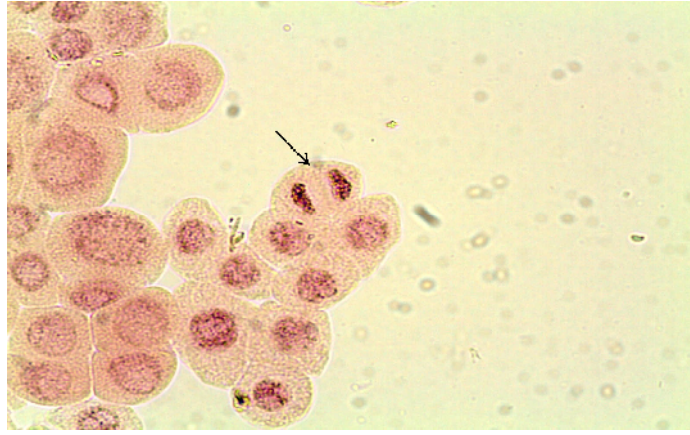
Şekil 4.33. *Nicotiana tabacum* L. mitotik profaz (kontrol grubu).



Şekil 4.34. *Nicotiana tabacum* L. mitotik metafaz (kontrol grubu).



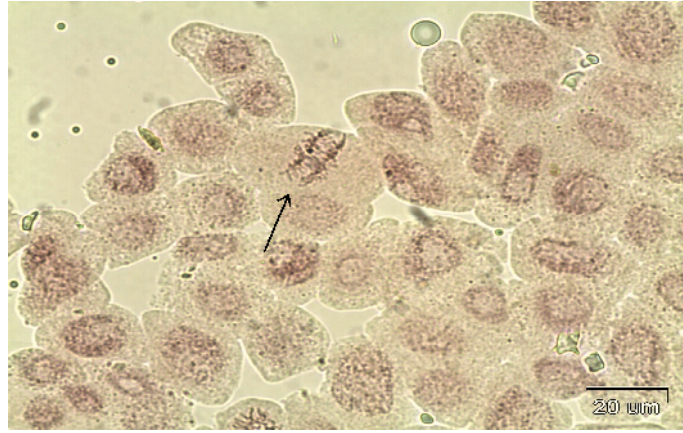
Şekil 4.35. *Nicotiana tabacum* L. mitotik anafaz (kontrol grubu).



Şekil 4.36. *Nicotiana tabacum* L. mitotik telofaz (kontrol grubu).

***Nicotiana tabacum* L. Mancozeb Uygulamaları Fotoğrafları**

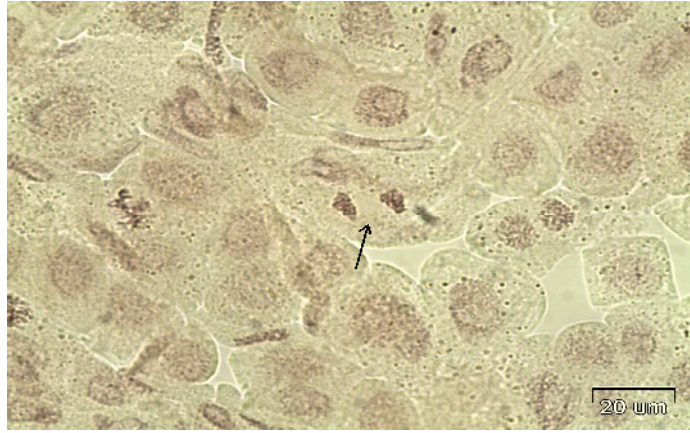
Mancozeb'in *N. tabacum* bitkisinin sulama suyuna 0,9 g/L 24, 48, 72, 96 saat süre ile uygulanması sonucu mitotik anafazda ayrılmama, metafazda tabla kayması, telofazda kutup kayması, kromozom yapışması gibi kromozomal anormalliklere rastlanmıştır (Şekil 4.37, Şekil 4.38, Şekil 4.39, Şekil 4.40).



Şekil 4.37. *Nicotiana tabacum* L. mitotik anafazda ayrılmama (0,9g/L-24 saat'lik uygulama).



Şekil 4.38. *Nicotiana tabacum* L. mitotik metafazda tabla kayması (0,9g/L-48 saat'lik uygulama).



Şekil 4.39. *Nicotiana tabacum* L. mitotik telofazda kutup kayması (0,9g/L-72 saat'lik uygulama).

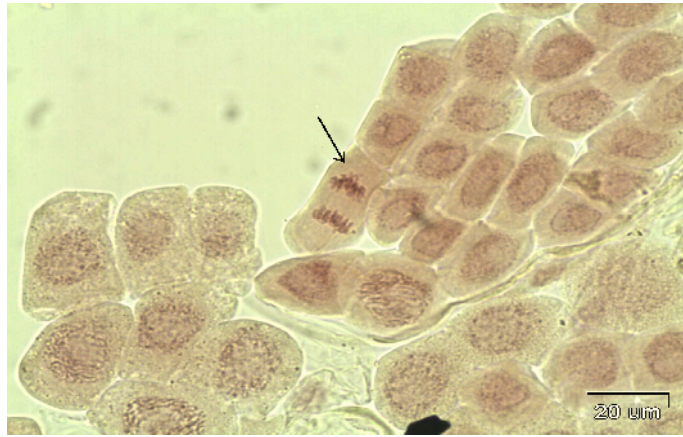


Şekil 4.40. *Nicotiana tabacum* L. mitotik kromozom yapışması (0,9g/L-96 saat'lik uygulama).

Mancozeb'in *N. tabacum* bitkisinin sulama suyuna 1,8 g/L 24, 48, 72, 96 saat süre ile uygulanması sonucu mitotik kromozom yapışması ve kromozom kırığı, anafazda kalgın kromozom, metafazda tabla kayması, metafazda poliploidi ve telofazda kutup kayması gibi kromozomal anormalliklere rastlanmıştır (Şekil 4.41, Şekil 4.42, Şekil 4.43, Şekil 4.44).



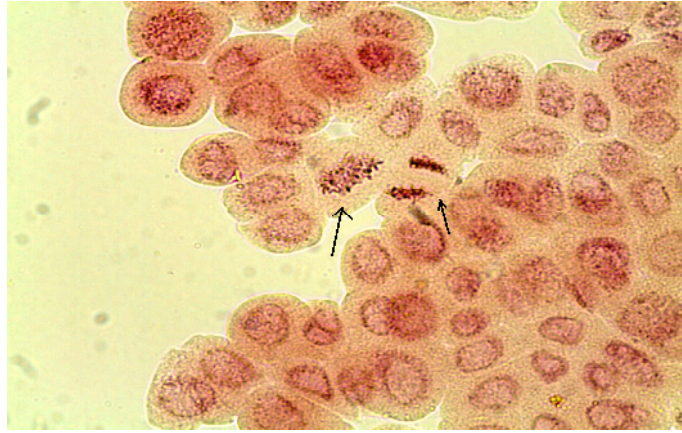
Şekil 4.41. *Nicotiana tabacum* L. mitotik kromozom yapışması ve kromozom kırığı (1,8g/L-24 saat'lik uygulama).



Şekil 4.42. *Nicotiana tabacum* L. mitotik anafazda kalın kromozom (1,8g/L- 48 saat'lik uygulama).

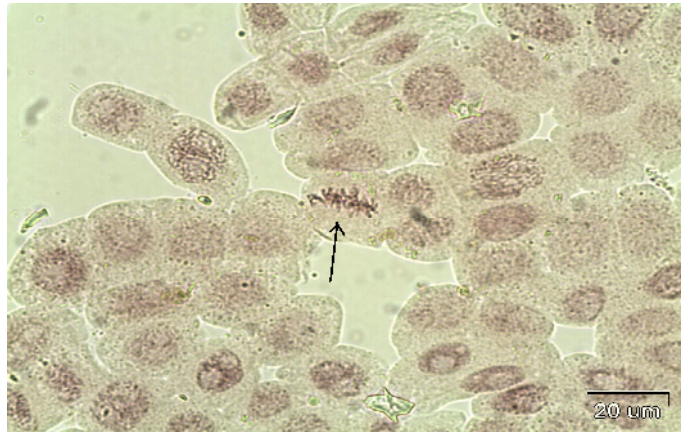


Şekil 4.43. *Nicotiana tabacum* L. mitotik metafazda tabla kayması (1,8g/L- 72 saat'lik uygulama).

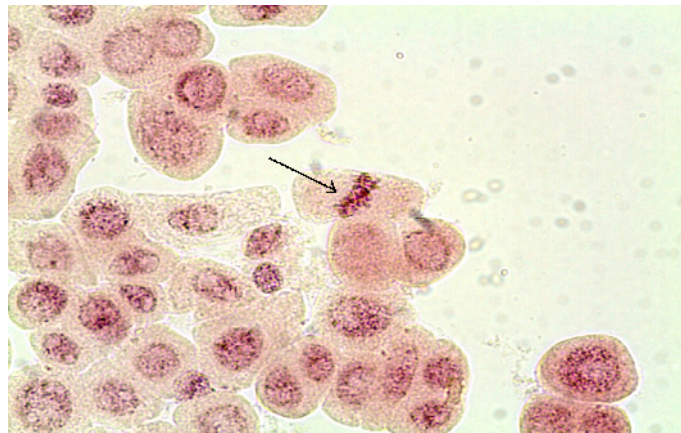


Şekil 4.44. *Nicotiana tabacum* L. mitotik metafazda poliploidi ve telofazda kutup kayması (1,8g/L- 96 saat'lik uygulama).

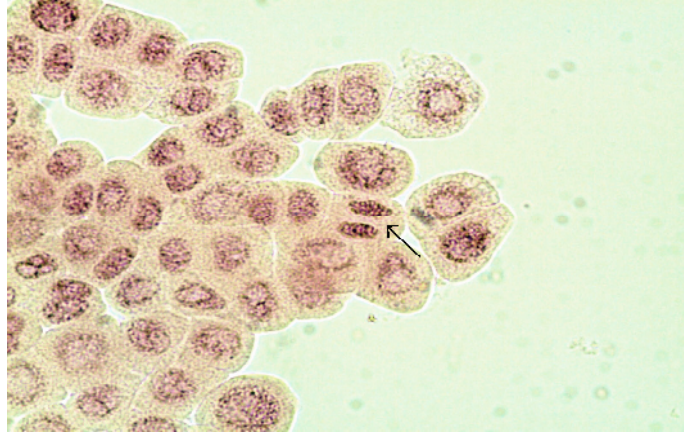
Mancozeb'in *N. tabacum* bitkisinin sulama suyuna 2,7 g/L 24, 48, 72, 96 saat süre ile uygulanması sonucu mitotik metafazda tabla kayması, metafazda poliploidi ve tabla kayması, telofazda enine bölünme, kromozom kopması gibi kromozomal anormalliklere rastlanmıştır (Şekil 4.45, Şekil 4.46, Şekil 4.47, Şekil 4.48).



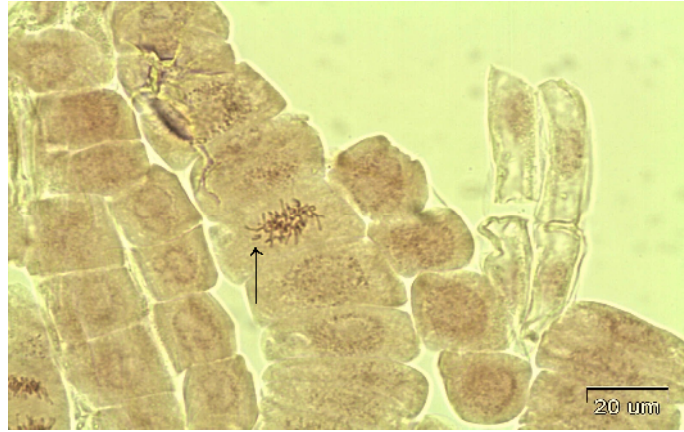
Şekil 4.45. *Nicotiana tabacum* L. mitotik metafazda tabla kayması (2,7g/L- 24 saat'lik uygulama).



Şekil 4.46. *Nicotiana tabacum* L. mitotik metafazda poliploidi ve tabla kayması (2,7g/L- 48 saat'lik uygulama).

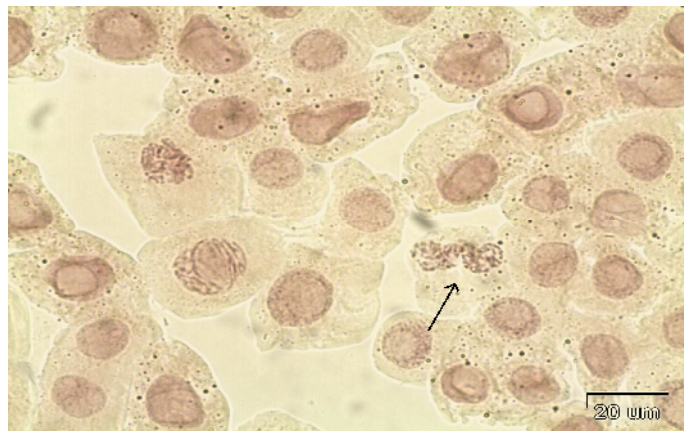


Şekil 4.47. *Nicotiana tabacum* L. mitotik telofazda enine bölünme (2,7g/L- 72 saat'lik uygulama).

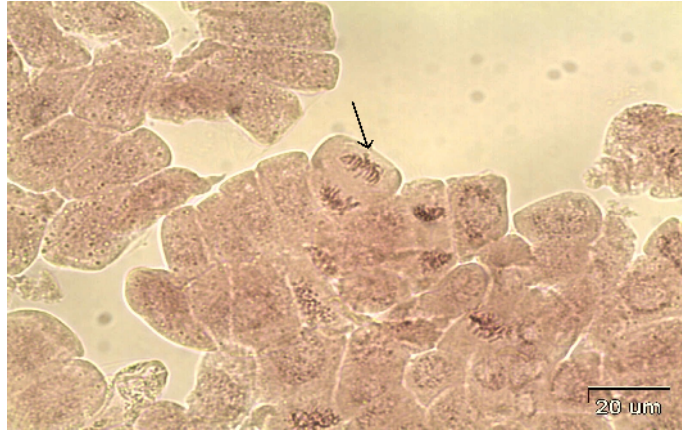


Şekil 4.48. *Nicotiana tabacum* L. mitotik kromozom kopması (2,7g/L- 96 saat'lik uygulama).

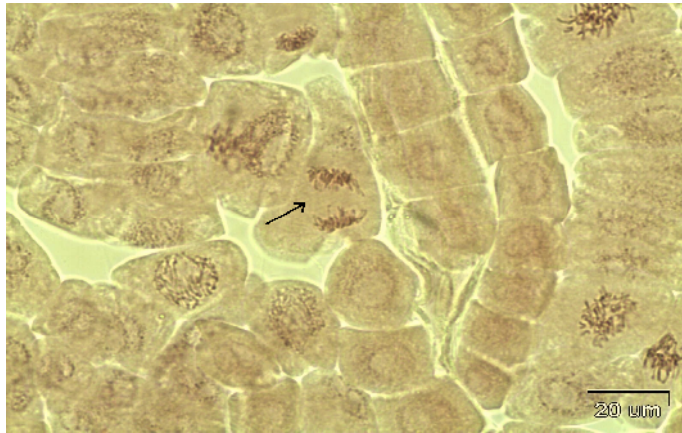
Mancozeb'in *N. tabacum* bitkisinin sulama suyuna 3,6 g/L 24, 48, 72, 96 saat süre ile uygulanması sonucu mitotik yıldız oluşumu, anafazda kalgın kromozom, anafazda kutup kayması, anafazda kalgın ve köprü oluşumu gibi kromozomal anormalliklere rastlanmıştır (Şekil 4.49, Şekil 4.50, Şekil 4.51, Şekil 4.52).



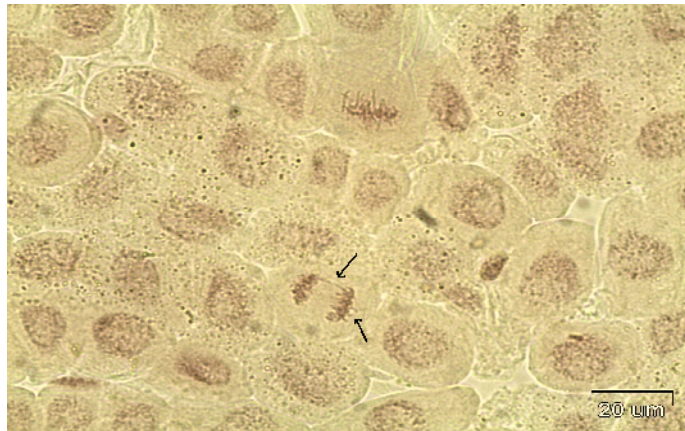
Şekil 4.49. *Nicotiana tabacum* L. mitotik yıldız oluşumu (3,6g/L- 24 saat'lik uygulama).



Şekil 4.50. *Nicotiana tabacum* L. mitotik anafazda kalgın kromozom (3,6g/L-48 saat'lik uygulama).



Şekil 4.51. *Nicotiana tabacum* L. mitotik anafazda kutup kayması (3,6g/L- 72 saat'lik uygulama).

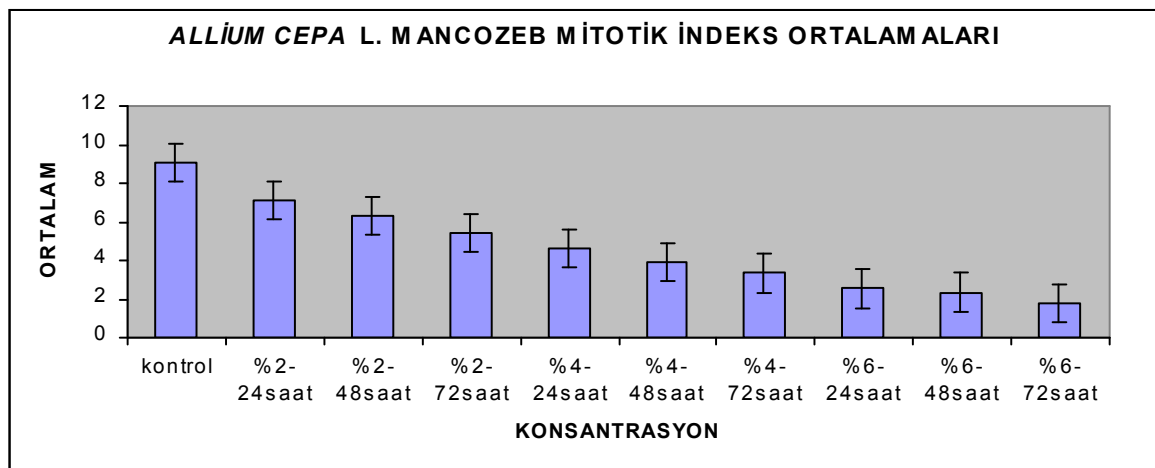


Şekil 4.52. *Nicotiana tabacum* L. mitotik anafazda kalgın ve köprü oluşumu (3,6g/L- 96 saat'lik uygulama).

Farklı süre ve konsantrasyonlarda pestisit uyguladığımız ve kontrol grubuna ait olan bitkilerin mitotik indeks ortalamaları hesaplanmış; tablo ve grafiklerle ifade edilmiştir (Çizelge 4.1, Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3).

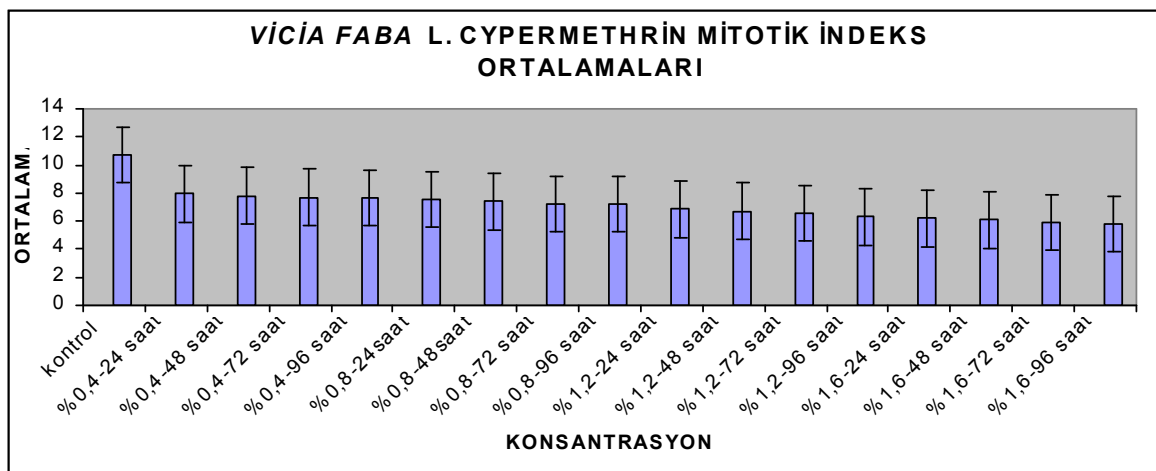
Çizelge 4.1. *Allium cepa* L. Mancozeb Uygulaması Mitotik İndeks Ortalamaları

<i>Allium cepa</i> - Mancozeb		
Uygulama Süresi (saat)	Doz (g/L)	Mitotik İndeks ortalamaları ve standart sapmalar
Kontrol	0	9,08 ± 2,61
24	2	7,12 ± 1,56
48		6,29 ± 1,23
72		5,40 ± 1,40
24	4	4,61 ± 0,80
48		3,90 ± 1,35
72		3,34 ± 1,76
24	6	2,55 ± 1,23
48		2,35 ± 0,52
72		1,77 ± 0,94



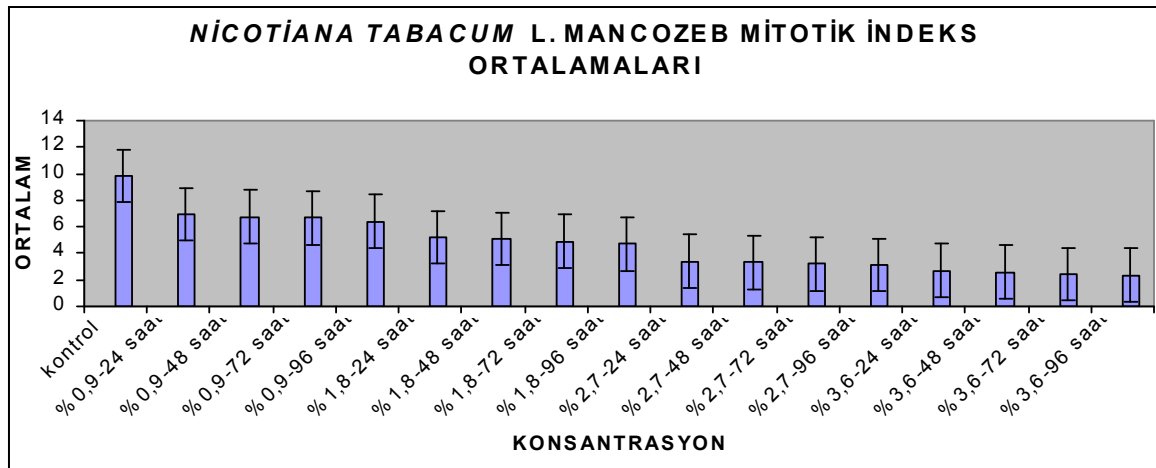
Çizelge 4.2. *Nicotiana tabacum* L. Mancozeb Uygulaması Mitotik İndeks Ortalamaları

<i>Nicotiana tabacum</i> -Mancozeb		
Uygulama Süresi (saat)	Doz (g/L)	Mitotik İndeks ortalamaları ve standart sapmalar
Kontrol	0	9,81 ± 3,10
24	0,9	6,93 ± 1,69
48		6,76 ± 1,71
72		6,67 ± 1,63
96		6,41 ± 1,96
24		1,8
48	5,11 ± 1,78	
72	4,89 ± 1,82	
96	4,70 ± 1,91	
24	2,7	3,40 ± 0,77
48		3,31 ± 0,90
72		3,20 ± 0,87
96		3,14 ± 0,82
24	3,6	2,70 ± 1,45
48		2,59 ± 0,93
72		2,41 ± 0,80
96		2,34 ± 0,68



Çizelge 4.3. *Vicia faba* L. Cypermethrin Uygulaması Mitotik İndeks Ortalamaları

<i>Vicia faba</i> -Cypermethrin		
Uygulama Süresi (saat)	Doz (ml/L)	Mitotik İndeks ortalamaları ve standart sapmalar
Kontrol	0	10,73 ± 3,00
24	0,4	7,96 ± 2,11
48		7,82 ± 2,06
72		7,70 ± 1,93
96		7,66 ± 1,88
24	0,8	7,57 ± 1,46
48		7,40 ± 1,58
72		7,24 ± 1,34
96		7,20 ± 1,67
24	1,2	6,85 ± 1,90
48		6,70 ± 1,86
72		6,54 ± 1,96
96		6,30 ± 1,77
24	1,6	6,21 ± 2,72
48		6,10 ± 2,77
72		5,92 ± 2,62
96		5,79 ± 2,60



4.2. Tartışma

Çevremizde bulunan fungusit ve insektisit türü zirai mücadele maddelerinin de içinde bulunduğu pek çok pestisit mutajenik ve kanserojenik özelliklere sahip oldukları bilinmektedir. Kullanılan bu maddelerin canlı organizmalara uygulanması sonucunda ya da canlıların bu maddelere maruz kalması durumunda genotoksik etkilerin ortaya çıktığı görülmektedir.

Bu konuda diğer araştırmacıların yaptığı çalışmalar gözden geçirildiğinde; Tridemorph fungusitinin *Allium cepa* kök meristem hücrelerinde mitoz bölünmeyi baskıladığını ve bu etkinin uygulanan konsantrasyon ve uygulama süresine bağlı olarak arttığını gözlemişlerdir. Bu fungusitin çok güçlü bir c-mitoz ajanı olduğu ve buna ilaveten, çok kutuplu anafaz, kromozom kontraksiyonu, düzensiz kromozom dağılımı ve mikronükleus oluşumlarına da neden olduğu bildirmişlerdir (Cortes ve ark., 1982).

Allium cepa bitkisinin kök meristem hücrelerinde yapısal ve sitolojik değişikliklere sebep olan Diuron herbisitinin kullanıldığı başka bir çalışmada; elektron mikroskobu altında kök tiplerinde meydana gelen yapısal ve hücresel değişiklikler belirlenmiştir. Kimyasal maddenin uygulama dozlarındaki artış hücre bölünmesinde inhibe edici etki göstermiş aynı zamanda mitotik bozukluklara sebep olmuştur. Mikrotübül iplikçiklerdeki dağılımlar sonucu metafaz hücrelerinde düzensizlikler, telofaz hücrelerinde tamamlanmamış hücre duvarı gibi oluşumlar gözlenmiştir (Gupta ve ark., 1998). Yaptığımız araştırma sonuçlarına göre de *A. cepa* türüne yapılan pestisid uygulamalarının doza ve zamana bağlı olarak mitotik bozukluklara sebebiyet verdiği ve daha önce yapılmış olan bilimsel araştırmalara ile paralellik gösterdiği anlaşılmıştır.

Alfa-siyano pyrethroid insektisitlerinden cypermethrin (CYP) ve fenvalerate (FEN) insektisitlerinin ticari formüllerinin sitogenetik etkileri *Allium cepa* kök meristem hücrelerinde değerlendirilmiştir. *Allium cepa* kök büyümesi testi ile EC₅₀ değerleri cypermethrin için 10 mg/L ve fenvalerate için 14 mg/L belirlenmiş ve test konsantrasyonları olarak EC₅₀ değeri, yarısı ve iki katı kullanılmıştır. Her iki bileşik, konsantrasyona bağlı olarak mitotik indekste düşüşe sebep olmuş ve kromozom aberasyonlarını 6 ve 24 saat uygulamalarında artış sağlamıştır. Her iki bileşik ile oluşan aberasyonların tipleri, CYP uygulamasında gözlenen kromozomların eşit olmayan dağılımı ve mikronükleuslu hücrelerinin dışında hemen hemen benzer bulunmuştur. CYP'ye maruz bırakılan hücrelerdeki anormal hücrelerin sıklığı FEN'e maruz bırakılan hücrelerdekinden daha fazla olduğundan daha toksik bulunmuştur. Daha önceki çalışmalarla uyumlu olan bu

incelemeler alfasiyano pyrethroid insektisitlerin genotoksik etkilerinin birincil mekanizmasının iğ ipliği hasarı olduğuna işaret etmektedir. Bununla birlikte, kromozom kırıklarının yüzdesi bu bileşiklerin klastojenik etkilerini belirtmektedir (Chauhan ve ark ., 1999). Araştırmamızda mitotik indeksde meydana gelen değişiklikler ve kromozomal anormalliklerin sebebi bu araştırmalar ile de desteklenmektedir.

Captan fungusinin mutajenik aktivitesinin belirlenmesinde *Allium cepa* test sisteminin kullanıldığı çalışmada kimyasalın uygulama dozu ve zamanının artışına bağlı olarak kontrol grubu ile karşılaştırıldığında mitotik indekste düşüş meydana gelmiştir. Kromozomal anomalilerin hücre bölünmesinin bütün safhalarındaki yüzdesi, mitotik indeks değerleri istatistiksel olarak hesaplanmış ve tablo halinde verilmiştir. Profaz ve metafazda kromozom yapışması; anafazda köprü oluşumu, 2 ve 3 nukleuslu hücreleri içeren mitotik sapmalara çok fazla rastlanmıştır (Shahid Shaukat ve Gill, 2000).

İsoproturon herbisitinin toksisitesinin belirlenmesinde *Allium sativum* bitkisinin kullanılması ile yapılan çalışmada araştırmacılar kullanılan isoproturon herbisitinin test konsantrasyonlarını, herbisitinin EC₅₀ değerini belirleyerek seçmişlerdir. Kök uçları farklı isoproturon konsantrasyonlarına maruz bırakılmış ve EC₅₀ değeri kök büyümesi için belirlenmiştir. İsopturon herbisiti, kökün geç büyümesine sebep olmasının yanında, köklerde sertleşme ve renk solukluğu gibi morfolojik değişikliklere de sebep olmuştur. *A. sativum* kök uçlarının, EC₅₀ değerini de içeren çeşitli isoproturon konsantrasyonlarına maruz bırakılması konsantrasyona bağlı olarak uygulamalarda mitotik indeksi önemli düzeyde azaltmış, mitotik anormalliklerin ve kromozom kırıklarının artmasına sebep olmuştur (Chauhan ve ark., 2001).

Neem bitkisinden elde edilen ve bir biyopestisit olarak kullanılan Azadirachtin yaprak, tohum çekirdeği ve tohum kabuğu sulu ekstraktlarından elde edilen farklı konsantrasyonları, *Allium cepa* kök meristemlerinin mitotik aktivitesini inhibe etmiştir. Neem bileşenlerinin DNA sentezini (DNA/nükleoprotein dengesi) etkilediği ve ardından mitozda inhibisyona neden olduğu bildirilmiştir. Neem tohum kabuğu ekstraktının hücre bölünmesini inhibe etme yeteneği en az, tohum çekirdeği ekstraktının daha çok etkili olduğu bulunmuştur. Faz indeks verilerinin analizi, tüm muamelelerin ortalama profaz yüzdesini azalttığı, metafaz ve telofazların yüzdesini kontroldekilere göre arttırdığı saptanmıştır. Ayrıca ekstraktlar, *A. cepa* bölünmeyen hücrelerinde interfaz safhasında gözlenen mikronükleus ve multinükleus hücreleri ile bölünen hücrelerinde gözlenen köprüler, kromozom yapışması, düzensiz metafaz, kalgın kromozom, poliploidi ve düzensiz anafaz-telofaz gibi farklı kromozom aberasyonlarına sebep olmuştur. Köprüler

bölünen hücrelerde en sık görülen aberasyon tipidir. Yapılan çalışmada Neem'in tohum çekirdeği ekstraktının, yaprak ve tohum kabuğu ekstraktlarından daha fazla kromozom aberasyonlarına neden olduğu kanıtlanmıştır (Soliman, 2001).

Cumicidin ve Curocron insektisitlerinin farklı konsantrasyonları *Vicia faba* bitkisine uygulanmıştır. Her iki bileşende mitotik aktivitenin azalmasına yol açmış, kromozomal anormalilere sebep olmuştur aynı zamanda hücre bölünmesini de engellemiştir. Kromozomal anormalilerin yüzdesi insektisitlerin zaman ve konsantrasyonunun artışına paralel olarak artmıştır. C-metafaz, düzensiz kromozom dağılımı, köprü oluşumu ve kalgın kromozom en sık rastlanan anormaliler arasındadır. Her iki insektisit mutajenik etkileri olmasına rağmen Cumicidin, Curocron'a göre anormalilerin oluşumunda ve mitoz bölünme üzerinde daha etkili bulunmuştur. Sonuçlar kimyasal ürünlerin kullanılmasında ilk olarak sitogenetik çalışmaların yapılmasının önemli olduğuna yol göstermektedir (AL-Shehri ve AL-Wadi, 2002).

Pentachlorophenol (PCP), 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) ve 2-chloro-2,6-diethyl-N- (butoximethyl) acetanilid (butachlor)'in genotoksitesisi test edilmiş ve c-mitoz, yapışıklık, kromozom kırıkları ve mitotik indeks *Allium cepa* test organizması kullanılarak belirlenmiştir. 2,4- D'nin yüksek konsantrasyonlarında (5-20 ppm) çengel şeklinde uç, c-tümörleri ve kök kırılması gibi 2,4-D'ye özgü morfolojik değişiklikler saptanmıştır. Bu anormallikler, PCP ve butachlor uygulanmış gruplarda belirlenmemiştir. Tüm kimyasallar kromozom aberasyonlarını önemli seviyede arttırmıştır. En yüksek kromozom aberasyon sıklığı (%11,90) 3 ppm PCP'de gözlenmiştir. Fazla sayıdaki c-anafazları, butachlorun potansiyel iğ iplikleri inhibitörü olarak etki ettiğini gösterirken kırıklar, köprüler, yapışmalar ve kalgınlar potansiyel bir klastojen olarak gösterilen PCP'de çok sıklıkla rastlanan anormalliklerdir (Ateeq ve ark., 2002).

Stomp 330 herbisitinin kalıntısının riskleri *Allium cepa* köklerinde değerlendirilmiştir. Herbisit mitotik indekste düşüş ve karyokinetik iplik anormallikleri meydana getirmiştir. En çok gözlenen anormallikler kalgın kromozom, anafaz ve telofaz köprüleri, orta lamelin yerdeğiştirmesi, mikronukleus ve interfaz nukleusudur. Dahası köklerde makroskobik ve histolojik düzensizlikler gözlenmiştir. Bu düzensizlikler daha çok hücrelerde gözlenen bozukluklar şeklindedir. Sonuçlar Stomp 330 herbisitinin çok düşük konsantrasyonlarda bile sitotoksik ve genotoksik etkilerine işaret etmiştir. Bu çalışma herbisit kalıntılarının içme suyu ve yiyecek kontaminasyonuna uğraması ile insanları da içeren tüm tüketicilerde sağlığa zararları olacağını desteklemektedir (Kowalska-Wochna ve ark., 2002).

Racer (Flurochloridone) herbisitinin farklı konsantrasyonlarına maruz bırakılan *Allium cepa* türünün kök ucu meristem hücrelerinde mitotik indeksin uygulanan kimyasalın konsantrasyonuna ve süresine bağlı olarak mitotik indeksin düşüş gösterdiğini bildirmişlerdir. Buna ilaveten, herbisitinin c-metafaz, kalgın kromozomlar, kromozom yapışması, köprüler, fragmentler, çok kutupluluk ve poliploidi gibi anormallikleri önemli oranda sayıca arttığını bulmuşlardır. İnterfazda ise mikronükleus oluşumlarını gözlemişlerdir (Yüzbaşıoğlu ve ark., 2003).

Atrazine herbisitinin *Allium cepa* kök meristem hücrelerinde konsantrasyon artışına bağlı olarak somatik hücrelerde kromozomal varyasyonlarda artışa neden olduğu, ancak bu artışın sadece en yüksek test konsantrasyonunda (5 µg/L) önemli düzeyde olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada, yapısal kromozom hasarları analizinde, ilk olarak kromozom kırıklarının gözlemlendiği ve kromozom kırığı içeren hücrelerin yüzdesinin konsantrasyona bağlı olarak arttığı gösterilmiştir. Kromozom kırıklarında artma, 1 ve 5 µg/L test konsantrasyonlarında önemli düzeyde bulunmuştur (Bolle ve ark., 2004).

Uygulama dozu ve süresine bağlı olarak anormalliklerin sayısındaki artışı destekleyen bir başka çalışmada depolama sırasında sebze tomurcuklarının büyüme düzenleyicisi olan maleik hidrazid herbisitinin *A. cepa* kök ucu meristem hücreleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Kimyasal uygulanan *A. cepa* kök uçlarında, farklı uygulama süresi ve konsantrasyonlarında meydana gelen mitotoksik ve kromozomda kırıklara yol açan etkileri belirlenmiştir. Maleik hidrazid'in konsantrasyonu ve uygulama süresinin artışıyla birlikte mitotik indekste bir inhibe edici etki gözlenmiştir. Tüm konsantrasyonlarda kromozom yapışması, anafaz köprüleri, kromozom kırıkları ve mikronükleus gibi kromozom anormalliklerinin önemli derecede arttığı belirlenmiştir (Marcano ve ark., 2004).

Diuron'un *Allium sativum* kök ucu hücrelerinde sitogenetik etkilerini araştırmak üzere yaptıkları çalışmada, araştırmacılar mitotik anormallikler ve kromozomal anormalliklerin sayısında doza bağlı önemli artışın olduğunu ve Diuron ile DNA molekülü arasında bir etkileşim olduğunu ileri sürmüşlerdir (Saxena ve ark., 2004).

Isoproturon'un farklı konsantrasyonlarının (35-280 ppm) *Allium sativum* kök meristem hücrelerinde uygulanması sonucunda mitotik indekste doza bağımlı olarak düşüşe sebep olmuş kromozom kırıkları gibi mitotik aberasyonlara sebep olduğunu, Isoproturon'un genotoksik potansiyelinin olduğunu bulmuşlardır (Chauhan ve ark.,2001). Isoproturon'un Deltamethrin (insektisid) ile birlikte kullanımının *Allium cepa* kök meristem hücrelerinde kromozom kırıkları, kromozom yapışması, çok kutuplu anafaz, kromozom köprüleri, kalgın kromozomlar, düzensiz kromozom dağılımı, iki ve çok

nukleuslu hücrelere neden olduğunu, birlikte kullanıldıklarında organellerde yapısal değişimlere neden olduğunu ve bitki hücrelerinde geri dönüşümsüz hasarlar meydana getirdiğini bildirmişlerdir (Chauhan ve Gupta, 2005).

Avenoxan herbisitinin *Allium cepa* bitkisinin mayotik kromozomları ve polen verimsizliği üzerine sitogenetik etkileri üzerine çalışılmıştır. *Allium cepa* kök ucu meristemleri avenoxan herbisitinin konsantrasyonlarına maruz bırakıldığında, kontrole göre tüm uygulamalarda anormal hücrelerin sayısında belirgin bir şekilde artış gözlenmiştir. Herbisit ile teşvik edilen anormallikler yapışıklık, köprüler, kalgın kromozom, univalentler, quadrivalentler ve mikronükleustur. Avenoxan herbisitinin polen verimsizliğine de neden olduğu ve bu verimsizliğin kromozom anormalliklerin artışıyla paralel olduğu bildirilmiştir (Kaymak ve Muranlı, 2005).

Dinocap fungusunun genotoksik etkileri *Allium cepa* bitkisinde çalışılmıştır. Fungusun LD50 değeri belirlenmiş ve daha sonra *Allium cepa* köklerine farklı konsantrasyonlarda uygulanmıştır. Her doz ve uygulama süresi için mitotik indeks, mitotik fazların sıklığı ve kromozomal anormallikler belirlenmiştir. Bütün uygulamalarda konsantrasyon artmasına bağlı olarak mitotik indeks azalmıştır. Kromozom yapışması, c-mitoz, kromozom köprüleri, kalgın kromozom, çok kutupluluk, poliploidi, fragment oluşumları gibi anormallikler tespit edilmiştir. Ayrıca interfazda mikronükleuslu ve iki çekirdekli hücreler de gözlenmiştir (Çelik ve ark., 2005).

Avenoksan herbisitinin sitogenetik etkileri *Allium sativum* ve *Allium cepa* türlerinde araştırılmıştır. Bitkilerin kökleri 3, 6 ve 12 saat boyunca herbisit farklı konsantrasyonları ile uygulanmıştır. Belli uzunluğa gelen kökler asetorsein boyasıyla ezme preparat hazırlandıktan sonra boyanmıştır. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında mitotik indekste önemli ölçüde azalma görülmüştür. C-mitoz, kromozom yapışması, deformasyon, köprü oluşumu, çok kutuplu hücreler anormallikler gözlenmiştir. Her iki bitkinin kimyasala maruz bırakıldığı 12 saatlik denemelerde herhangi bir kromozomal anomaliğe rastlanmamıştır (Kaymak ve ark., 2006).

Vicia faba kök ucu hücrelerinde Glifosat ve Metribuzin herbisitlerinin dört farklı süre boyunca düşük ve yüksek dozları kullanılarak sitolojik etkileri çalışılmıştır. Bu iki pestisitte mitotik indeks ve kök uzunluğunda azalma gözlenmiştir. Mitozda meydana gelen kromozomal varyasyonların sayısında artış gözlenmiştir. Konsantrasyon ve zamana bağlı mitotik bozukluklar meydana gelmiştir. Mikronükleuslu hücreler, çok kutuplu hücreler, kalgın kromozom köprü oluşumu ve yapışkanlık gibi kromozomal anomali tipleri görülmüştür. Konsantrasyon artışıyla oluşan kromozom kırıkları pestisitlerin klastojenik

etkilerini desteklemektedir (Shehata ve AL-Harbi, 2003). Araştırmamızda *Vicia faba* türün üzerinde yapılan denemelerde de bu araştırmalara paralel sonuçlar elde edilmiştir.

Çevresel kimyasalların meydana getirdiği genotoksik, kanserojenik etkilerinin belirlenmesinde yoğun şekilde bitki test sistemlerinin kullanıldığı bilinmektedir. *Vicia faba* kök meristem hücrelerinde Dichlorvos (DDVP) insektisitinin klastojenik ve mitodepresif etkilerinin belirlediği bir çalışmada bitki kökleri insektisit konsantrasyonlarına 2 saat süresince maruz bırakılmıştır. Pozitif kontrol olarak maleik hidrazid, negatif kontrol olarak saf su kullanılmıştır. DDVP'nin tüm konsantrasyonlarında mitotik indeks değerleri pozitif kontrolden yüksek, kontrol grubuyla karşılaştırılığında ise iki kat düşük bulunmuştur. Kromatit kırıkları, kromatit değişiklikleri gibi kromozomal bozukluklar gözlenmiştir. Mikronukleusun sayısında 10 μ M'dan itibaren artış gözlenmiştir (Kontek ve ark.,2007).

Dichlorvos (DDVP) insektisinin *Allium cepa* L.'da kök uzunluğu, kök sayısı, mitoz bölünme ve kromozomlar üzerine olan etkileri araştırılmıştır. DDVP'nin farklı dozları 3 farklı süre ile *Allium cepa* bitkisinin köklerine uygulanmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda kontrol gruplarına göre uygulama gruplarının kök sayısının süreye bağlı olarak azalma gösterdiği görülmüştür. Uygulama gruplarının kök uzunlukları kontrol grupları ile karşılaştırıldıklarında uzunluğun genellikle doz ve süreye bağlı olarak azalma gösterdiği belirlenmiştir. Elde edilen verilere göre DDVP'nin *Allium cepa* bitkisinin köklerinde mitotik indeksi azalttığı saptanmıştır. Mitotik indeksin azalması süre artışına bağlı bir paralellik gösterirken doz artışına bağlı bir paralellik göstermediği bulunmuştur. İnsektisit *Allium cepa* bitkisinin köklerine uygulanması sonucu kromozomlarda hasarlar meydana gelmiştir. En fazla gözlenen kromozom hasarları kromozom yapışması, kutup kayması ve fragment oluşumudur. Bundan başka anafaz köprüsü ve mikronükleus oluşumları da görülmüştür (Soykan (Sarı) 2007).

Ziraatta yaygın olarak kullanılan hem fungusit hem de insektisit olan 4,6-Dinitro-o-cresol (DNOC) pestisitinin *Allium cepa* kök hücrelerinde genotoksik etkileri belirlenmesinde kullanıldığı araştırmada; deneyler 3, 6, 12 ve 24 saat boyunca DNOC' un 250, 500 ppm'lik sulandırılmış solüsyonları kullanılarak 2 tekrarlı olarak yapılmıştır. Ayrıca çalışmada negatif kontrol olarak saf su, pozitif kontrol olarak ise EMS (etil metan sülfonat) kullanılmıştır. Artan zaman ve konsantrasyona paralel olarak kimyasal mitotik indeksi inhibe edici etki göstermiştir. Bütün test konsantrasyonları ve uygulama zamanlarında bulunan c- mitoz (kimyasalın iplik oluşumunu engellemesi sonucu olan),

kromozom kırıkları, kromozom köprüleri DNOC'un klastojenik (kromozomlarda kırılmalara yol açan) etkilerinin varlığını göstermiştir (Çelikler ve ark., 2008).

Barley (*Hordeum vulgare* L.) türünde hücre döngüsünün farklı safhalarında Alphamethrin ve Monocrotophos insektisitlerinin genotoksik etkilerinin araştırıldığı çalışmada pozitif ve negatif kontrol olarak etil metan sülfonat ve saf su kullanılmıştır. Elde edilen veriler insektisitlerin (alfametrin ve monokrotophos) yüksek dozlarının toksiste ürettiği, kromozomal sapmalar ve mitotik safhalar ürettiğini işaret etmiştir. Kromozom yapışması, mikronukleus alphamethrin uygulamasında monocrotophos' göre daha yüksek bulunmuştur. Aynı zamanda S- fazında aberasyonların sayısının fazla olması S-fazının hücre döngüsünün G1 ve G2 fazları ile karşılaştırıldığında daha duyarlı olduğunu göstermiştir (Srivastava ve ark., 2008).

Allium cepa kök meristemlerinde Quizalofop-P-ethyl (QPE)'nin sitogenetik etkileri değerlendirilmiştir. *Allium cepa* kök gelişim testinde etkili konsantrasyon değeri EC50 değeri yaklaşık olarak belirlenmiştir. Sitolojik deneyler EC50/ 2 – EC50- EC50×2 kontrol grubuyla beraber tamamlanmıştır. Herbisit konsantrasyonunun arttıkça mitotik indekste azalma gözlenmiştir. Anafaz- telofaz hücrelerinde kromozom yapışması, köprüler, kalgın kromozomlar, C-anafaz, çok kutupluluk ve fragment oluşumu bütün hücrelerde bulunan kromozomal aberasyonlara göre hesaplanmıştır. Kromozomal aberasyonların sayısı QPE konsantrasyonunun artmasıyla beraber artmıştır. Mikronukleus hücreleri interfaz safhasında bulunmuştur. Mikronukleus sıklığı diğer test konsantrasyonlarıyla karşılaştırıldığında en yüksek dozda fazla bulunmuştur (Yıldız ve Arıkan, 2008).

Dursban 4 insektisitinin ve Antracol WP 7 fungusitinin konsantrasyonları kimyasalların genotoksik potansiyellerinin değerlendirilmesinde standart olarak kullanılan *Allium cepa* kök meristem hücrelerinde çalışılmıştır. Anafaz hücrelerinde kalgın kromozom, köprü, çok kutuplu kromozom, kromozom kırıkları ve mikronukleus bulunmuştur. Sonuçlar *Allium cepa* kök ucu meristemlerinde Dursban 4 ve Antracol WP 7' nin sebep olduğu kromozom anormaliklerine ve mikronukleus oluşumuna sebep olduğunu ispatlamaktadır (Ergene ve ark. 2009).

Allium cepa bitkisinin kök tiplerinde ve anterlerinde Raxil fungusitinin genotoksik etkilerinin yapıldığı çalışmada Raxil'in farklı konsantrasyonları 4 farklı süre boyunca bitkinin köklerine ve anterlerine uygulanmıştır. Hem açan hem de açmayan çiçek tomurcuklarında kimyasalın etkilerine bakılmıştır. Bütün konsantrasyonlar ve uygulama periyotları kök ucu meristem hücrelerinde, anterlerde kromozomal varyasyonların sayılarında artışa; mitotik indeks ve polen verimliliğinde düşüşe sebep olmuştur. Mitotik

hücrelerde anafaz ve telofaz safhasında fragment oluşumu, köprü, kalgın kromozom, yapışkan kromozom, düzensiz anafaz; mayotik hücrelerde ise telofaz I'de kalgın kromozom, diyat ve tetratlarda mikronukleus, telofaz II köprü gibi anormaliklere sebep olmuştur (Kaymak ve Rastgele. 2009).

Allium cepa ve *Vicia faba* bitkilerinin somatik hücrelerinde Atrazine herbisitinin sitogenetik etkisine bakıldığı bir araştırmada test organizmalarının EC₅₀ belirlenmiştir. *Allium cepa* ve *Vicia faba* bitkileri atrazine kimyasalının farklı dozlarına maruz bırakılmıştır. Atrazine'in doza bağımlı artışına paralel olarak mitotik indeksi önemli ölçüde inhibe etmiş aynı zamanda mitotik ve kromozomal aberasyonlara sebep olmuştur. En çok gözlenen kromozomal aberasyonlar kırık ve fragment oluşumu; mitotik aberasyonlar ise c-metafaz, kromozom yapışması, köprü oluşumu, kalgın kromozom, poliploidi, eşit olmayan ayrılmasıdır. Mitotik aberasyonların sayısı kromozomal aberasyonlardan çok daha yüksek çıkmıştır. Deneyin sonuçları atrazine'nin bitkilerde genotoksik etkilerine işaret etmektedir. Diğer test sistemleri ile karşılaştırıldığında her iki bitki test sisteminde çok daha duyarlı olduğu bulunmuştur (Mishra ve Srivastava, 2009).

Illoksan herbisitinin (Diclofop- Methyl) ticari formunun genotoksik potansiyeli *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde kromozomal anormaliler kullanılarak belirlenmiştir. EC₅₀ değeri, büyüme engelleme testi kullanılarak 150,00 mg/L olarak belirlenmiştir ve kökler 37,50-75,00 ve 150,00 mg/L konsantrasyonları anormal hücre frekansını kontrole göre önemli düzeyde arttırdığını göstermektedir bu artış 24 ve 48 saatlik uygulamalarda doza bağlıdır. Diğer taraftan illoksan herbisiti mitotik indeksi tüm uygulamalarda kontrole göre anlamlı oranda düşürmüştür. Mitotik indeksteki düşüş 24 ve 48 saatlik uygulamalarda düşük oranda doza bağlıdır. İloxan mitotik safhaların frekansını etkilememiştir. Ön muameleli kök uçlarında illoxan anormal hücre frekansını doza bağlı olarak önemli oranda arttırmıştır. Kromozom yapışması, kalgın kromozom, c-mitoz, kromozom köprüleri, çok kutupluluk, fragment oluşumu gibi anormallikler bulunmuştur. Bu çalışmada illoxanın mitotik indeksi düşürdüğü klastojenik anormalilere sebep olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmanın verileri kimyasalların muhtemel genotoksik etkilerinin belirlenmesinde bitki test sistemlerinin önemli test sistemi olarak kullanılacağını göstermektedir. (Yüzbaşıoğlu ve ark., 2009)

Allium cepa bitkisi üzerinde Glyphos adlı herbisit ve Dichlorvos adlı insektisitinin mitotik safha oranları, mitotik indeks ve kromozomlar üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada *Allium cepa*'nin kökleri Glyphos'un ve DDVP'nin konsantrasyon serileri ile 24 saat muamele edilmiştir. Bu kimyasalların bütün dozları *Allium cepa*'nin kök uçlarında

hücre bölünmesi üzerinde baskılayıcı etki göstermiş ve mitotik indeks üzerinde bir azalmaya neden olmuştur. Ayrıca çeşitli kromozomal değişikliklere de sebep olmuştur. Bu anormallikler sırasıyla vakuollü nükleus, çok kutuplu nükleus, C-mitoz, anafaz köprüsü, kromozom yapışması, kromozom kırığı ve kalgın kromozom; DDVP’de en sık görülen kromozom anormalliği vakuollü nükleus olarak bulunmuştur. Sonuç olarak bu çalışmada elde edilen bulgular Glyphos ve DDVP’nin *Allium cepa* L. kök ucu hücrelerinde sitotoksik ve genotoksik etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Fındıklı ve Türkoğlu, 2010).

Üç buğday (*Triticum aestivum* L.) varyetesi HUW 234, HUW 468 ve HUW 533 ‘nin mitoz bölünmede meydana bozukluklar ve kromozomlar üzerine 2,4-diklorofenoksi asetik asit ve izoproturon herbisitinin etkisi çalışılmıştır. Önceden ıslatılmış tohumlar 50-100-200-400-800 ve 1200 ppm lik konsantrasyonları hem tek olarak hem de her iki kimyasalın olacak karışımı olacak şekilde herbisit uygulamaları ile muamele edilmiştir. Hem 2,4-D hem de izoproturon mitoz üzerine oldukça inhibitör etkisi olduğu ve çok kutupluluk, kromozom yapışması, kromozom köprüleri ve anafaz ve telefazda fragmentler, kalgın kromozom gibi kromozom bozukluklarına sebep olduğu gözlenmiştir. Kromozom anormallikleri her herbisit için tek olarak veya her ikisinin karşımının uygulanması halinde en yüksek dozda çok fazla gözlenmiştir. İzoproturon daha toksik olduğu bulunmuştur. Bütün varyetelerde en fazla kromozom anormalliğine raslanmıştır. Her iki herbisit doza bağlı mitotik indeksi (MI) düşürmüş ve mitotik bozukluklara neden olmuştur. Yapılan istatistiksel çalışmalar HUW 468 buğday varyetesinin kullanılan herbisitlere karşı daha hassas olduğunu göstermiştir (Kumar ve ark., 2010).

Araştırmamız Cypermethrin’in *Vicia faba* L., Mancozeb’in *Allium cepa* L. ve *Nicotiana tabacum* bitkilerinin kök ucu meristem hücrelerinde hücre bölünmesini olumsuz etkilediğini ve kromozomlarda çeşitli anormalliklere neden olduğunu göstermiştir. Bulgularımız pestisitlerin mitotik indeksi azaltan ve kromozomlarda hasarlara sebep olan genotoksik potansiyelin varlığını gösteren ve daha önce yapılmış olan diğer çalışmalar ile paralel sonuçlara sahiptir.

BÖLÜM 5**SONUÇLAR VE ÖNERİLER**

Çalışmamızda zararlı böceklere karşı bir insektisit olarak kullanılan Cypermethrin'in *Vicia faba*'da; Mancozeb WP 80 ise *Nicotiana tabacum* ve *Allium cepa* bitkilerinde mitoz bölünme ve kromozomlar üzerine olan etkileri araştırılmıştır.

Araştırmamızda 24, 48, 72 ve 96 saat süresince 0,9 ml/L- 1,8ml/L- 2,7 ve 3,6ml/L lik Cypermethrin'in *Vicia faba*'ya; Mancozeb WP 80'nin *Allium cepa* 24, 48 ve 72 saat 2g/L, 4g/L, 6 g/L; *Nicotiana tabacum* bitkisinde ise 0,4 g/L- 0,8g/L- 1,2g/L- 1,6g/L uygulanması neticesinde araştırma yapılan bitkilerimizde normal mitoz bölünmelerin yanı sıra uygulamaların artan konsantrasyon ve zamanına paralel olarak çeşitli mitotik anormallikler gözlenmiş, pestisitlerin konsantrasyon ve zaman uygulamasının artmasıyla birlikte mitotik indeksin kontrol grubuna göre düşüş gösterdiği bulunmuş, standart sapmalarla ifade edilmiş ve sonuçlar tablolarla ve grafiklerle gösterilmiştir. Mitotik indeks değerleri *Allium cepa* türünde 9,08'den 1,77'e; *Nicotiana tabacum* türünde 9,81'den 2,34'e; *Vicia faba* bitkisinde ise 10,73'den 5,79'e düşmüştür. Mitotik indekste meydana gelen azalma, bu maddelerin sitotoksik olduğunu ve hücre bölünmesini inhibe ettiğini göstermektedir.

Gözlenen kromozom anormallikleri arasında en fazla profaz safhasında deformasyon, fragment oluşumu; metafaz safhasında tabla kayması, düzensiz kromozom dağılımı, kromozom kırıkları; anafaz safhasında düzensiz kromozom dağılımı, kalgın kromozomlar, kutup kayması, köprü oluşumu, çok kutupluluk, kromozomlarda ayrılmama; telofaz safhasında kutup kayması, kalgın kromozom, kromozom kırıkları, enine bölünme ve c-mitoz saptanmıştır. Ayrıca poliploidi ve kromozom yapışmaları da görülmüştür.

Allium cepa L., *Vicia faba* L. ve *Nicotiana tabacum* L. bitkilerinde kök ucu mitozu testinde konsantrasyon ve sürenin artmasına paralel olarak kimyasalların genotoksik etki göstermesinden dolayı mitotik indekste önemli derecede düşüş meydana gelmiştir. Aynı zamanda kimyasalların hücrelerde meydana getirmiş olduğu sitotoksik etkilerden dolayı kromozomal aberasyonlar ortaya çıkmış ve bu aberasyonların kimyasallar uygulama konsantrasyonlarının ve toprakta kalıcılık süresinin artmasına bağlı olarak arttığı gözlenmiştir.

Çalışmamızda zararlı böceklere karşı bir insektisit olarak kullanılan Cypermethrin'in *Vicia faba* 'da; funguslara karşı kullanılan bir fungusit olan Mancozeb'in ise *Allium cepa*

ve *Nicotiana tabacum* bitkilerinde mitoz bölünme ve kromozomlar üzerine olan klastojenik ve anojenik etkilerinin araştırılmasının yanı sıra, mitotik indekste meydana gelen değişimlere neden olduğu belirlenmiştir.

Yöremizde de çiftçiler ile yapılan görüşmelerde bu tip pestisitlerin bilinçsizce kullanıldığı öğrenilmiştir. Ekolojik problemlere yol açabilecek bu uygulamaların azaltılması amacıyla bilgilendirme toplantılarının yapılması gerekmektedir. Pestisitlerin kullanımını azaltmak için yeni yetiştirme yöntemlerinin geliştirilmesi ve uygulanması ile ilgili çalışmalar yapılmalıdır.

Bu çalışmanın sonunda elde edilen veriler yurdumuzda ve özellikle yoğun tarım yapılan bölgelerde yaygın olarak kullanılan bu insektisit uygulama süresi ve doz arttıkça olumsuz etkilerinin arttığını, hedef dışı canlılar üzerinde de zararlı etkilerinin olduğunu ve böylece insanlara kadar uzanacak zararlarının olabileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, bu pestisitlerin kullanımında dikkatli olunması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Ağar S., Aydınoğlu H., Temel O., İkizunal K ve Ece H., 1991. Pestisit Kullanımının Tarihçesi, Bugünü ve Geleceği. *Türk. Entomol. Derg.*, 15 (4) : 247-256.
- Akı C. ve Karabay N., 2004. ‘*Genetik Laboratuvar Uygulama Kitabı*’, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Rektörlük Basımevi, Yayın No: 38.
- Almassy Z., Krepinski A.B., Bianco A. ve Köteles G.J., 1987. The Present State and Perspectives of Micronucleus Assay in Radiation Protection. A review. *Appl. Radiat. Isot.*, 38, 241-249.
- AL-Shehri A.M. ve AL-Wadi H.M., 2002. Chromotoxic effects of Cumicidin and Curacron İnsectisides on *Vicia faba* L. *Scientific Journal of King Faisal University (Basic and Applied Sciences)* Vo.3 No.1 Dhu Al Hajjah 1422.
- Amin A., 2002. Cytotoxicity Testing of Sewage Water Treatment Using *Allium cepa* Chromosome Aberrations Assay. *Pakistan J. Biol. Sci.* 5, 1184-1888.
- Anonymous., 1987. Regulating Pesticides in Food. The Delaney Paradox National Academy Pres., Washington DC, 272 pp.
- Anonymous., 1998. Copper. Environmental Health Criteria. No: 200.
- Anonymous., 2003. European Agrochem Market Declines, *Agrow*, 416: 9.
- Arıkan E.S., 2006. Quizalofop-P-Ethyl Herbisitinin *Allium cepa* Kök Meristem Hücreleri Üzerine Sitogenetik Etkileri, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yüksek Lisans Tezi), 67s.
- Ashby J., De Serres F.J., Shelby M.D., Margolin B.H., Ishidate M. ve Becking G.C., 1988. Evaluation of Short-term Tests for Carcinogens. Report on the International Programme on Chemical Safety’s Collaborative Study on in vivo Assays, Vols.I/II, Cambridge University Press, Cambridge.
- Ateeq B., Farah M.A., Ali M.N. ve Ahmad W., 2002. Clastogenicity of Pentachlorophenol, 2,4-D and Butachlor Evaluated by *Allium* root Tip Test. *Mut. Res.* 514, 105-113.
- Aybeke M., Sıdal U.,Olgun G. ve Kolankaya D., 2000. Zeytinyağı Fabrikası Atık Suyunun Buğday (*Triticum aestivum* L.) Kök Ucu Hücrelerindeki Mitoz Bölünme ve Total Protein Miktarı Üzerine Etkisi. *Turk J Biol* 24 127–140© Tübitak.
- Aydınoğlu H., Dursun H. Y. ve Bayraktar L., 2002. Bitki Koruma Ürünleri. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü 336 s.
- Bolognesi C. ve Morasso G., 2000. Genotoxicity of Pesticides: Potential Risk for Consumers. *Trends Food Sci. Technol.* 11, 182-187.

- Bolle P., Mastrangelo S., Tucci P. ve Evandri M.G. 2004. Clastogenicity of Atrazine Assessed with the *Allium cepa* Test. *Environ. Mol. Mutagen.* 43, 137-141.
- Bucker- Davis F., 1998. Effects of Environmental Synthetic Chemicals on Thyroid Function. *Thyroid*, 8: 827-856.
- Buschini A., Poli P. ve Rossi C. 2003. *Saccharomyces cerevisiae* as an Eukaryotic Cell Model to Assess Cytotoxicity and Genotoxicity of Three Anticancer Anthraquinones. *Mutagenesis*.18, 25-36.
- Calborn T., 1998. Endocrine Disruption from Environmental Toxicants. In: *Environmental and Occupational Medicine Third Edition*. Lippincott- Raven Pulishes, Philadelphia.
- Chandra S., Chauhan L.K.S., Murthy R.C., Saxena P.N., Pande P.N. ve Gupta S.K. 2005. Comparative Biomonitoring of Leachates from Hazardous Solid Waste of Two Industries Using *Allium cepa*. *Sci. Total Environ.* 347, 46-52.
- Chauhan L.K.S., Saxena P.N. ve Gupta S.K. 1999. Cytogenetic Effects of Cypermethrin and Fenvalerate on the Root Meristem Cells of *Allium cepa*. *Environ. Exp. Bot.* 42, 181-189.
- Chauhan S.P., Magann E.F. ve Carroll C.S. 2001. Mode of Delivery for the Morbidly Obese with Prior Cesarean Delivery: Vaginal versus repeat cesarean section. *Amer. J. Obstet. Gynecol.* 185, 349-354.
- Chauhan L.K.S., Saxena P.N., Sundararaman V. ve Gupta S.K., 1998. Diuron-induced Cytological and Ultrstructural Alterations in the Root Meristem Cells of *Allium cepa*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 62, 152-163.
- Chauhan L.K.S., Saxena P.N. ve Gupta S.K., 2001. Evaluation of Cytogenetic Effects of İsoproturon on the root Meristem Cells of *Allium sativum*. *Biomedical and Environmental Science*, 14(3), 214-219.
- Chauhan L.K.S. ve Gupta S.K., 2005. Combined Cytogenetic and Ultrastructural Effects of Substituted Urea Herbicides and Synthetic Pyrethroid İnsecticides on the Root Meristem Cells of *Allium cepa*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 82, 27- 35.
- Coats R.J., 1991. Pesticide Degradation Mechanism and Environmental Activation. In: *Pesticide Transformation Products Fate and Significance in the Environment*. ACS Symposium Series, 459, American Chemical Society, Washington D. C.
- Collins A.R., 2002. The Comet Assay. Principles, Applications, and Limitations. *Methods Mol. Biol.* 203, 163-77.

- Constantine M.J. ve Owens E.T., 1982. Introduction and Perspectives of Plant Genetic and Cytogenetic Assays, A report of the US Environmental Protection Agency Genotox Program. *Mut. Res.* 99, 1-12.
- Cortes J.L., Pham X.Y. ve Tounsi A., 1982. Mass Effects in Weak Decays of Heavy Particles. *The Amer. Phys. Soc.* 25, 188-194.
- Çavuşoğlu K., Arıca Ş. ve Kurtman C., 2009. The Frequency of Micronuclei and Morphological Effects on White Blood Cells Following Radiotherapy *F.Ü.Sağ.Bil.Tıp Derg.* 23 (1): 15 – 20
- Çelik M., Yüzbaşıoğlu D., Ünal F., Arslan O. ve Kasap R., 2005. Effects of Dinocap on the Mitosis of *Allium cepa* L. *Cytologia* Vol 70 No. 1 13-22.
- Çelikler S., Aydemir N., Summak Ş., Yılmaz D. ve Özer Ö., 2008. Evaluation of Clastogenicity of 4,6-Dinitro-*o*-cresol (DNOC) in *Allium* Root Tip Test *J.Biol. Environ. Sci.*, 2(5), 59-63.
- Çelik A., Ünyayar S., Çekiç F.Ö. ve Gözel A., 2006. Cadmium-induced Genotoxicity, Cytotoxicity and Lipid Peroxidation in *Allium sativum* and *Vicia faba*. *Mutagenesis* vol. 21 no. 1 pp. 77–81.
- Dağ S.S., Aykaç V.T., Gündüz A., Kantarcı M. ve Şişman N., 2000. Türkiye’de Tarım İlaçları Endüstrisi ve Geleceği. Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi, Ankara, Cilt 2, 933-958.
- De Waard M.A., Georgopoulos S.G., Hollaman D.W., Ishii H., Leroux P., Ragsdale N.N. ve Schwinin F.J., 1993. Chemical Control of Plant Diseases: Problem and Prospects. *Annu. Rev. Phytopathol.* 31, 403-421.
- Demirel S. ve Zamani A.G., 2002. Mikronukleus Tekniği ve Kullanım Alanları, *Genel Tıp Derg.* 12(3), 123-127.
- Duan C-Q., Hu B., Jiang X-H., Wen C-H., Wang Z. ve Wang Y-X., 1998. Genotoxicity of Water Samples from Dianchi Lake Detected by the *Vicia faba* Micronucleus Test. *Mutation Research* 426.121–125.
- Elliot T., 1980. Established Pyrethroid Insecticides. *Pestic. Sci.*, 11: 119-128.
- El-Ghamery A.A., El-Kholy M.A. ve El-Yousser A., 2003. Evaluation of Cytological Effects of Zn²⁺ in Relation to Germination and Root Growth of *Nigella sativa* L. and *Triticum aestivum* L. *Mut. Res.* 537, 29-41.
- El-Shahaby O.A., Abdel Migid H.M., Soliman M.I. ve Mashaly I.A., 2003. Genotoxicity Screening of Industrial Wastewater Using the *Allium cepa* Chromosome Aberration Assay. *Pakistan J. Biol. Sci.* 6, 23-28.

- EPA., 1999 a. Summary of OPP Reduced-risk Pesticides İnitavite. US EPA, 2 s.
- EPA., 1999 b. Fısal Year 1999 Work Plan. US EPA, 4 s.
- Ergene A., Tan S., Yılmaz F., Topçu S., Kaya A., Arslanoğlu I. ve Yalçın E., 2009. Cytogenetic Damage in *Allium cepa* Root Meristems İnduced by Dursban 4 and Antracol 7 WP Pesticides. *New Biotechnology*. Volume 255.
- Evseeva T.I., Geras' kin S.A. ve Shuktomova I.I., 2003. Genotoxicity and Toxicity Assay of Water Sampled from a Radium Production İndustry Storage Cell Territory by Means of *Allium*-test. *J. Environ. Radioact.* 68, 235-248.
- FAO., 1993. Pesticide Residues in Food- 1993 FAO Plant Production Paper, 122.
- Fenech M. ve Morley A.A., 1985. Measurement of Micronuclei in Lymphocytes. *Mutation Research*, 147,29-36.
- Fenech M., Holland N., Chang W.P., Zeiger E. ve Bonassi S., 1999. The Human Micronucleus Project-An İnternational Collaborative Study on the Use of the Micronucleus Technique for Measuring DNA Damage in Humans. *Mutation Research*, 428, 271-283.
- Fındıklı Z. ve Türkoğlu Ş., 2010. Glyphos ve DDVP' nin *Allium cepa* L.' da Mitoz Bölünme ve Kromozomlar Üzerine Etkisi. *C.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi* Cilt 31 Sayı 2.
- Fiskesjö G., 1985. The *Allium* Test as a Standard in Environmental Monitoring. *Hereditas* 102, 99-112.
- Graf U., Wurgler F.E., Katz A.J., Frei H., Juon H., Hall C.B. ve Kale P.J. 1984. Somatic Mutation and Recombination Test in *Drosophila melanogaster*. *Environ. Mutagen.* 153-188.
- Grant W.F., 1978. Chromosome Aberrations in Plants as a Monitoring System. *Environ. Health Perspectives*, 27, 37-43.
- Grant V., 1981. Plant Speciation. Columbia University Pres, New York.
- Grant W.F., 1886. Plants also Offer an Alternative to Animal Research. *Can. Res.* 19(2), 71.
- Grant W.F., 1994. The Present Status of Higher Plant Bioassays for the Detection of Enviromental Mutagens. *Mut. Res.* 310, 175-185.
- Gupta S. K., Chauhan L. K. S., Saxena P. N. ve Sundararaman V., 1998. Diuron-Induced Cytological and Ultrastructural Alterations in the Root Meristem Cells of *Allium cepa*. *Pesticide Biochemistry And Physiology* 62, 152–163 Article NO. PB982379.

- Harte J., Holdren C., Schneider C. ve Shirley C., 1991. Toxics A to Z, A Guide to Everyday Pollution Hazards. University of California Press.
- Hatipoğlu A., Yücel E., Sözen E. ve Güner Ş. T., 2008. The Effects of the Lead (PbCl₂) on Mitotic Cell Division of Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) *Biological Diversity and Conservation* 1 / 2 124-129.
- Isaenko O.A., Karr T.L. ve Feder M.E., 2002. Hsp70 and Thermal Pretreatment Mitigate Developmental Damage Caused by Mitotic Poisons in *Drosophila*. *Cell Stress Chaperones* 7, 297-308.
- Ivanova E., Staikova T. A. ve Velcheva I., 2005. Cytogenetic Testing of Heavy Metal and Cyanide Contaminated River Waters in a Mining Region of Southwest Bulgaria. *Journal of Cell and Molecular Biology* 4: 99-106.
- İnceer H., Ayaz S., Beyazoğlu O. ve Şentürk E., 2003. Cytogenetic Effects of Copper Chloride on the Root Tip Cells of *Helianthus annuus* L. *Turk J Biol* 27 43-46 © Tübitak.
- İnceer H. ve Beyazoğlu O., 2000. Bakır Klorür'ün *Vicia hirsuta* (L.) S.F. Gray Kök Ucu Hücreleri Üzerine Sitogenetik Etkileri. *Turk J Biol* 24 553-559© Tübitak
- Kakko I., 2004. Toxic Mechanisms of Pyrethroids Studied In Vitro. Academic Dissertation. Finland. Acta Universitatis Tamperensis 1018.
- Karabay Ü., 2000. Bazı Sinerjistik Etkili İnkstisitlerin Memeli Sistemleri Üzerinde Toksik Etkilerinin Araştırılması (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kaymak F. ve Rastgele Göç P., 2009 Genotoxic Effects of Raxil on Root Tips and Anthers of *Allium cepa* L. *Caryologia* Vol. 62, no. 1: 1-9.
- Kaymak F. ve Muranlı F.D., 2005. The Cytogenetic Effects of Avenoxan on *Allium cepa* and its Relation with Pollen Sterility. *Acta Biol. Hung.* 56, 313-321.
- Kaymak F., Muranlı Gökalp F. D. ve Tartar G., 2006. Genotoxic Effects of Avenoxan on *Allium cepa* L. and *Allium sativum* L. *Caryologia* Vol. 59, no. 3: 241-247.
- Katı O. ve Onaran M.A., 2009. Tarımsal Alanlarda Kullanılan Kimyasal İnkstisitlerin Sitotik ve Mitotik Etkileri. Türkiye III. Bitki Koruma Kongresi, Van.
- Kıran Y. ve Şahin A., 2005. The Effects of The Lead on The Seed Germination, Root Growth, and Root Tip Cell Mitotic Divisions of *Lens Culinaris Medik.* *G.U. Journal of Science* 18(1):17-25.
- Kilbey B.J., Legator M., Nicholson W. ve Ramel C., 1984. Handbook of Mutagenicity Test Procedures. 2nd edition, Elsevier, Amsterdam.

- Kihlman B.A. ve Andersson H.C., 1984. Root tips of *Vicia faba* for the Study of the Induction of Chromosomal Aberrations and Sister Chromatid Exchanges. In: Kilbey, B.J., Legator, M., Nichols, W. and Ramel, C. (Eds.) Handbook of Mutagenicity Test Procedures, pp.531-554, Elsevier, Amsterdam, New York, Oxford.
- Kirsh-Volders M., Sofuni T., Aardema M., Albertini S., Eastmond D., Fenech M., Ishidate J.M., Kirchner S., Lorge E., Morita T., Norppa H., Surrales J., Vanhauwaert A. ve Wakata A., 2003. Report from the In Vitro Micronucleus Assay Working Group. *Mutation Research*, 540, 153-163.
- Koca S., 2008. The Cytogenetic Effects Of Sheffer A, A Liquid Fertilizer And Growth Regulator in Root Tip Cells of *Vicia faba* L. C.B.Ü. *Fen Bilimleri Dergisi* 4.1 121 – 126.
- Kumar S., Arya S. K., Roy B. K. ve Singh A. K., 2010. The Effects of 2,4-Dichlorophenoxy Acetic acid and İsopturon Herbicides on the Mitotic Activity of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Root Tips. *Turk J Biol* 34 55-66© Tübitak doi:10.3906/biy-0802-5.
- Kong M.S. ve Ma T.H., 1999. Genotoxicity of Contaminated Soil and Shallow Well Water Detected by Plant Bioassays. *Mut. Res.* 426, 221-228.
- Kontek R., Kontek B. ve Osiecka R., 2007. Clastogenic and Mitodepressive Effects of the Insecticide Dichlorvos on Root Meristems of *Vicia faba*. *J Appl Genet* 48(4), pp. 359–361
- Konuk M., Liman R. ve Ciğerci H., 2007. Determination of Genotoxic Effect of Boron on *Allium Cepa* Root Meristematic Cells. *Pak. J. Bot.*, 39(1): 73-79.
- Kowalska-Wochna E., Tylicki A. ve OŚCIEŁOWICZ A., 2002. The Mitotic Activity of *Allium cepa* L. Root Cells And The Disturbance of Mitotic Spindle Formation Induced by Low Doses of the Herbicide Stomp 330 EC. *Cell. Mol. Biol. Lett.* Vol. 7, 2002, *Supplement*
- Leme M.,D. ve Marin-Morales A.M., 2008. Chromosome Aberration and Micronucleus Frequencies in *Allium cepa* Cells Exposed to Petroleum Polluted Water—A case Study. *Mutation Research* 650 80–86.
- Lorbeer J. W., Delen N. ve Tosun N., 2001. Chemical control. Pp. 199-203, In: Encyclopidia of Plant Pathology, Vol. 1. Eds: O. C. Maloy and T.D. Murray. John Wilay and Sous, New York, 598 pp.

- Ma T.H., Xu Z.D., Xu C., McConnell H., Rabago E.V., Arreola G.A. ve Zhang H., 1995. The Improved *Allium/Vicia* Root Tip Micronucleus Assay for Clastogenicity of Enviromental Pollutants. *Mut. Res.* 334, 185-195.
- Mamber S.W., Kolek B., Brookshire K.W., Bonner D.P. ve Fung-Tomc J., 1993. Activity of Quinolones in the Ames Salmonella TA102 Mutagenicity Test and Other Bacterial Genotoxicity Assays. *Antimicrob. Agents Chemother.* 37, 213-217.
- Marcano L., Carruyo I., Del Campo A. ve Montiel X., 2004. Cytotoxicity and Mode of Action of Maleic Hydrazide in Root Tips of *Allium cepa* L. *Environ. Res.* 94, 221-226.
- Mastrangelo S., Tomassetti M., Carratu M.R., Evandri M.G. ve Bolle P., 2006. Quercetin Reduces Chromosome Aberrations Induced by Atrazine' in the *Allium cepa* Test. *Environ. Mol. Mutag.* 47, 254-259.
- Mishra K.K ve Srivastava K., 2009. Cytogenetic Effects of Commercially Formulated Atrazine on the Somatic Cells of *Allium cepa* and *Vicia faba*. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 93 8–12.
- Nielsen M.H. ve Rank J., 1994. Screening of Toxicity and Genotoxicity in Wastewater by the Use of the *Allium* test. *Hereditas* 121, 249-254.
- Oksam A.J., Vijftines R. N.A. ve Graveland C., 1997. Additinal E. U. Policy Instrumensfor Plant Protection, Wageningen Agricultural University, Wageningen, the Netherlands.
- Ono H., Tamura H., Yamashita Y., Tamura K. ve Iwakura K., 2006. In vitro Chromosome Aberration Test and in vivo Micronucleus Test of Ca-type Garcinia Extract. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi.* 47, 80-84.
- Öncüer C., 2004. Tarımsal Zararlılarla Savaş Yöntemleri ve İlaçları. Genişletilmiş 5. Baskı. Adnan Menderes Üniversitesi Yayınları, No:19, 424s, Aydın.
- Öztürk S. ve Özge N., 1978. Bitki Koruma İlaçları, Eser Matbaası, Ankara, 331 s.
- Öztürk S., 1997. Tarım İlaçları. Genişletilmiş 2. Baskı. Ak Basımevi, İstanbul. 553 s.
- Papapoulou P., Vlastos D., Stephanou G., Demopoulos N.A., 2001. Linuron Cytogenetic Activity on Human Lymphocytes Treated in vitro. Evaluation of Clastogenic and Aneugenic Potential Using Cytokinesis Block Micronucleus Assay in Combination with Fluorescence in situ Hybridization (FISH), *Fresenius Environmental Bulletin*, 10(5), 431-437.

- Pavlica P., Papes D. ve Nagy B., 1991. 2,4- Dichlorophenoxyacetic acid Causes Chromatin and Chromosome Abnormalities in Plant Cells and Mutation in Cultured Mammalian Cells. *Mut. Res.* 263, 77-81.
- Pavlica P., Besendorfer V., Rosa J. ve Papes D., 2000. The Cytotoxic Effect of Wastewater from the Phosphoric Gypsum Depot on Common Oak (*Quercus robur* L.) and Shallot (*Allium cepa* var. *ascalonicum*). *Chemosphere* 41, 1519-1527.
- Qian Xiao-wei., 2004. Mutagenic Effects of Chromium trioxide on Root Tip Cells of *Vicia faba*. *Qian / J Zhejiang Univ SCI* 2004 5(12):1570-1576.
- Ragsdale N.N. ve Sisler H.D., 1994. Social and Political Implication of Maninging Plant Disease in the United States. *Annu. Rev. Phytopathol.* 32, 545-557.
- Rank J. ve Nielsen M.H., 1997. *Allium cepa* Anaphase-telophase Root Tip Chromosome Aberration Assay on N-methyl-N-nitrosourea, Maleic hydrazide, Sodium azide, and Ethyl methanesulfonate. *Mut. Res.* 390, 121-127.
- Rank J. ve Nielsen, M.H., 1998. Genotoxicity testing of wastewater sludge using the *Allium cepa* anaphase-telophase chromosome aberration assay. *Mut. Res.* 418, 113-119.
- Redei G.P., 1982. Mutagen Assay with Arabidopsis: A report of the US Environmental Protection Agency Gene-Tox Program. *Mut. Res.* 99, 243-255.
- Rencüzoğulları E., Kayraldız A., İla H.B., Çakmak T. ve Topaktaş M., 2001. The Cytogenetic Effects of Sodium Metabisulfite, a Food Preservative in Root Tip Cells of *Allium cepa* L. *Turk J Biol* 25 361-370 © Tübitak
- Sang N. ve Li G., 2004. Genotoxicity of Municipal Landfill Leachate on Root Tips of *Vicia faba*. *Mutation Research* 560 159–165.
- Saxena P.N., Chauhan L.K.S., Chandra S. ve Gupta S.K., 2004. Genotoxic Effects of Diuron Contaminated Soil on the Root Meristem Cells of *Allium sativum*: A Possible Mechanism of Chromosome Damage. *Toxicology Mechanisms and Methods*, 14(5), 281-286.
- Saxena P.N., Chauhan L.K.S. ve Gupta S.K., 2005. Cytogenetic Effects of Commercial Formulation of Cypermethrin in Root Meristem Cells of *Allium sativum*: Spectroscopic Basis of Chromosome Damage. *Toxicology* 216, 244-252.
- Shahid Shaukat S. ve Gill S. A. R., 2000. Genotoxic Effects of Captan Fungicide on Root Meristems of *Allium cepa* L. *In vivo Pakistan Journal of Biological Sciences* 3 (1): 114-117.

- Shehata I. A. ve AL-Harbi H.F., 2003. Genotoxic Effect of Two Herbicides Glyphosate and Metribuzin on Mitosis in *Vicia faba L. Saudia. J. Biol. Sci., Vol. 10, No. 2.*
- Silva M.M., Vergani C.E., Giampaolo E.T., Neppelenbroek K.H., Spolidorio D.M. ve Machado A.L., 2006. Effectiveness of Microwave Irradiation on the Disinfection of Complete Dentures. *Int. J. Prosthodont.* 19, 288-293.
- Sivikova K., Holeckova B. ve Dianovsky J., 2005. Chromosome Damage İnduced by Benzene After the Use of Conventional and FISH Chromosome Painting. *Neoplasma* 52, 79-84.
- Smaka-Kincl V., Stegnar P., Lovka M. ve Toman M.J., 1996. The Evaluation of Waste, Surface and Ground Water Quality Using the *Allium* Test Procedure. *Mut. Res.* 368, 171-179.
- Srivastava K.A., Singh P. ve Singh K.A., 2008. Sensitivity of the Mitotic Cells of Barley (*Hordeum vulgare L.*) to İnsecticides on Various Stages of Cell Cycle. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 91 186–190.
- Soliman M.I., 2001. Genotoxicity Testing of Neem Plant (*Azadirachta indica A. Juss.*) Using the *Allium cepa* Chromosome Aberration Assay. *J. Biol. Sci.* 1, 1021-1027.
- Soykan (Sarı) H., 2007. Dichlorvos'un (DDVP) *Allium cepa L.* Kök Ucu Meristem Hücrelerinde Mitoz Bölünme ve Kromozomlar Üzerine Etkileri. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Soyöz M. ve Özçelik N., 2003. Zirai Mücadelede Kullanılan Pestisitlerin Sitogenetik Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 10-(1) / 6 – 9.
- Sumasundaram L., ve Coats R.J., 1991. Pesticide Transformation Products in the Environment. ACS Symposium Series, Washington D. C.
- Steinkellner H., Kong M.S., Helma C., Ecker S., Ma T.H., Horak O., Kundi M. ve Knasmüller S., 1998. Genotoxic Effects of Heavy Metals: Comparative Investigation with Plant Bioassays. *Environ. Mol. Mutagen.* 31, 183-191.
- Tabur S. ve Demir K., 2008 Tuz Stresi Altındaki Mitotik İndeks ve Kromozom Anormallikleri Üzerine Triakontanol Ön Uygulamasının Etkileri. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 1 (1): 11-15.*
- Tıprıdamaz R., Gömürgen A.N., Kolankaya D. ve Doğan M. 2003. Determination of Toxicity of Pulp-Mill Effluents by Using *Allium* Test. *Tarım Bilimleri Dergisi* 9 (1) 93-97.
- Tice R.R., Agurell E., Anderson D., Burlinson B., Hartmann A., Kobayashi H., Miyamae Y., Rojas E., Ryu J.-C. ve Sasaki Y.F. 2000. Single Cell Gel/Comet Assay:

- Guidelines for In Vitro and In Vivo Genetic Toxicology Testing. *Environ. Mol. Mutagen.* 35, 206-221.
- Tijo J. H. ve Levan A., 1950. The Use of Oxyquinoline in Chromosome Analysis. *Anal. Estac. Exh. Dei.* 2 (1): 21-64.
- Turabi M.S., 2004. Türkiye Cumhuriyeti'nde Tarımsal İlaç, Teşçil ve Ruhsat Sistemi. Tarımsal İlaçlar ve Organik Tarım Konferansı, KTMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Lefkoşa, KKTC.
- Türker Rehber A. ve Sezer B., 2005. İndirect Determination of Maneb (manganese ethylenebisdiithiocarbamate) in Some Foods By Flame Atomic Absorption Spectrometry. *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi* 18(1): 93-101).
- Türkoğlu Ş., 2007. Genotoxicity of Five Food Preservatives Tested on Root Tips of *Allium cepa* L. *Mutation Research* 626 4-14.
- Van't Hof J. ve Schairer L.A. 1982. Tradescantia Assay System for Gaseous Mutagens Report of the US Environmental Protection Agency GeneTox Program. *Mut. Res.* 99, 303-315.
- Ware G. ve W., 1980. "Pesticides : Chemical Tools". Pesticides Theory and Application, New York, 3-15.
- Ware G. ve W., 1994. The Pesticide Book, 4 th Edition. Thomsan Publication, California. 386 pp.
- WHO., 2005. Safety of Pyrethroids for Public Health Use. World Health Organization (Who / Cds / Whopes / Gcdpp / 2005.10) (Who/Pcs / Ra2005. / 1).
- Worthing C. R., 1987. "The Pesticide Manual". A world Compendium, Great Britain, 1077s.
- Xing W.J. ve Zhang Z.L., 1990. A Comparison of SCE Test in Human Lymphocytes and *Vicia faba*: A Hopeful Technique Using Plants to Detect Mutagens and Carcinogens.
- Yalçın E., Çavuşoğlu K., Dönmez S., Kaymaz K., Özdemir G., Özgörür Z., Balcı D., Aslan B. ve Çakır M., 2008. *Vicia faba* L. (Fabaceae) Kök Ucu Hücrelerinde Fenol Tarafından Teşvik Edilen Sitotoksitenin Belirlenmesi. *Sdü Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi (E-Dergi)*. 3(2) 139-148
- Yıldız M., Arıkan E.S. ve Terzi H., 2006. Farklı Kimyasal Maddelerin Etkili Konsantrasyonlarının *Allium* Kök İnhibisyon Testi ile Belirlenmesi", 18. Ulusal Biyoloji Kongresi (Uluslar arası Katılımlı), 26-30 Haziran, Kuşadası/Aydın.

- Yıldız M. ve Arıkan E.S., 2007. Pestisitlerin Sitotoksik Etkileri ve Bitki Biyotestleri. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi. Cilt/Vol.:8-Sayı/No:2:299-311.
- Yıldız M. ve Arıkan E.S., 2008 Genotoxicity Testing of Quizalofop-P-ethyl Herbicide Using the *Allium cepa* Anaphase-Telophase Chromosome Aberration Assay. *Caryologia* Vol. 61, no. 1: 45-52.
- Yi H. ve Meng Z., 2003. Genotoxicity of Hydrated Sulfur dioxide on Root Tips of *Allium sativum* and *Vicia faba*. *Mutation Research* 537 109–114.
- Yi H. ve Si L., 2007. *Vicia* root-Mirconucleus and Sister Chromatid Exchange Assays on the Genotoxicity of Selenium Compounds. *Mutation Research* 630 92–96
- Yücer M., 2003. Tarım İlaçları. Hasad Yayıncılık Ltd. Şti.
- Yücer M., 2005. Ruhsatlı Tarım İlaçları. Altan Matbası, İstanbul, 296 s.
- Yüzbaşıoğlu D., 2001. Illoxan ve Racer Herbisitlerinin *Allium cepa* L. Kök Ucu Hücrelerinde Mitoz Bölünmeye ve Kromozomlara Etkileri. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 104 s., Ankara.
- Yüzbaşıoğlu D., Ünal F., Sancak C. ve Kasap R., 2003. Cytological Effects of the Herbicide Racer “Flurochloridone” on *Allium cepa*. *Caryologia* 56(1), 97-105.
- Yüzbaşıoğlu D., Ünal F. ve Sancak C., 2009. Genotoxic Effects of Herbicide Illoxan (Diclofop-Methyl) on *Allium cepa* L. *Turk J Biol* 33 © Tübitak doi:10.3906/biy-0807-23.
- http://www.agri.ankara.edu.tr/fcrops/1297_tutun.doc
- <http://biology.hamline.edu/bio/Courses/3060cellbio06/lab/Project%204/tox.htm>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Cypermethrin>
- <http://extoxnet.orst.edu/pips/mancozeb.htm>
- <http://www.icsu-scope.org>
- http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/modul_pdf/621EEH069.pdf
- [http://www.pesticideinfo.org>Least/Non-Toxic Alternatives.](http://www.pesticideinfo.org>Least/Non-Toxic Alternatives)
- <http://www.sinoharvest.com/products/Mancozeb.shtml>
- www.turkcebilgi.com/bakla/ansiklopedi
- [http://tr.wikipedia.org/wiki/Tütun.](http://tr.wikipedia.org/wiki/Tütun)

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Türkiye’de yıllara göre pestisit tüketimi (kg veya l).....	4
Çizelge 3.2. AB ülkelerinde 1993-1995 tüketimlerine göre hektara isabet eden ortalama pestisit miktarları.....	5
Çizelge 3.3. 1999-2002’de Türkiye’de en yoğun tüketilmiş insektisitler, Akut Oral LD ₅₀ değerleri ve insektisit tüketimindeki payları.....	6
Çizelge 3.4. 1999-2002 yıllarında Türkiye’de en yoğun tüketilmiş fungusitler ve bu fungusitlerin yıllara göre fungusit tüketimindeki payları.....	7
Çizelge 3.5. ABD ve AB’de yasaklanmış, kısıtlanmış yada geri çekilmiş pestisitler ile bunların 2002 yılında Türkiye’deki tüketimler.....	8
Çizelge 4.1. <i>Allium cepa</i> L. Mancozeb uygulaması mitotik indeks ortalamaları.....	54
Çizelge 4.2. <i>Nicotiana tabacum</i> L. Mancozeb uygulaması mitotik indeks ortalamaları...	55
Çizelge 4.3. <i>Vicia faba</i> L. Cypermethrin uygulaması mitotik indeks ortalamaları.....	56

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. Cypermethrin'in kimyasal yapısı.....	18
Şekil 1.2. Mancozeb'in kimyasal yapısı.....	19
Şekil 3.1. <i>Allium cepa</i> L.....	32
Şekil 3.2. <i>Vicia faba</i> L.....	33
Şekil 3.3. <i>Nicotiana tabacum</i> L.....	33
Şekil 4.1. <i>Allium cepa</i> L. mitotik profaz ve metafaz (kontrol grubu).....	36
Şekil 4.2. <i>Allium cepa</i> L. mitotik anafaz (kontrol grubu)	36
Şekil 4.3. <i>Allium cepa</i> L. mitotik telofaz (kontrol grubu).....	36
Şekil 4.4. <i>Allium cepa</i> L. mitotik anafazda köprü oluşumu (2-24 saatlik uygulama)	37
Şekil 4.5. <i>Allium cepa</i> L. mitotik anafazda düzensiz kromozom dağılımı (2-48 saatlik uygulama).....	37
Şekil 4.6. <i>Allium cepa</i> L. mitotik tetrapolar oluşumu (2-72 saat uygulama)	37
Şekil 4.7. <i>Allium cepa</i> L. mitotik anafazda kalgın kromozom (4-24 saat uygulama).....	38
Şekil 4.8. <i>Allium cepa</i> L. mitotik anafazda kalgın kromozom, kutup kayması ve metafazda kalgın kromozom, kromozom kırığı (4-48saat uygulama)	38
Şekil 4.9. <i>Allium cepa</i> L. mitotik kromozom kırıkları ve kromozom deformasyonu (4-72 saat uygulama).....	38
Şekil 4.10. <i>Allium cepa</i> L. mitotik metafazda tabla kayması (6-24 saat uygulama).....	39
Şekil 4.11. <i>Allium cepa</i> L. mitotik c-mitoz oluşumu (6-48 saat uygulama).....	39
Şekil 4.12. <i>Allium cepa</i> L. mitotik mikronukleus oluşumu (6-72 saat uygulama).....	39
Şekil 4.13. <i>Vicia faba</i> L. mitotik profaz safhası (kontrol grubu).....	40
Şekil 4.14. <i>Vicia faba</i> L. mitotik metafaz safhası (kontrol grubu).....	40
Şekil 4.15. <i>Vicia faba</i> L. mitotik anafaz safhası (kontrol grubu).....	40
Şekil 4.16. <i>Vicia faba</i> L. mitotik telofaz safhası (kontrol grubu).....	41
Şekil 4.17. <i>Vicia faba</i> L. mitotik anafazda kromozom kırığı (0,4 ml/L- 24 saat'lik uygulama).....	41
Şekil 4.18. <i>Vicia faba</i> L. mitotik anafazda kromozom kırığı ve metafazda kalgın kromozom (0,4ml/L- 48 saat'lik uygulama).....	41

Şekil 4.19. <i>Vicia faba</i> L. mitotik anafazda kromozom kırığı ve kutup kayması (0,4 ml/L- 72 saat'lik uygulama)	42
Şekil 4.20. <i>Vicia faba</i> L. mitotik anafazda kutup kayması ve ayrılmama (0,4 ml/L-96 saat'lik uygulama).....	42
Şekil 4.21. <i>Vicia faba</i> L. mitotik telofazda kutup kayması ve kromozom kırığı (0,8ml/L- 24 saat'lik uygulama).....	42
Şekil 4.22. <i>Vicia faba</i> L. mitotik telofazda ve anafazda kutup kayması (0,8 ml/L-48 saat'lik uygulama).....	43
Şekil 4.23. <i>Vicia faba</i> L. mitotik anafazda kalgın kromozom (0,8 ml/L- 72 saat'lik uygulama).....	43
Şekil 4.24. <i>Vicia faba</i> L. mitotik anafazda kutup kayması (0,8 ml/L- 96 saat'lik uygulama)	43
Şekil 4.25. <i>Vicia faba</i> L. mitotik anafazda köprü oluşumu (1,2 ml/L- 24 saat'lik uygulama).....	44
Şekil 4.26. <i>Vicia faba</i> L. mitotik kromozom kopması (1,2 ml/L-48 saat'lik uygulama)	44
Şekil 4.27. <i>Vicia faba</i> L. mitotik halka kromozom ve telofazda kutup kayması (1,2 ml/L-72 saat'lik uygulama).....	44
Şekil 4.28. <i>Vicia faba</i> L. mitotik profazda düzensiz kromozom dağılımı (1,2 ml/L-96 saat'lik uygulama).....	45
Şekil 4.29. <i>Vicia faba</i> L. mitotik telofazda kromozom kırığı ve kalgın kromozom (1,6 ml/L- 24 saat'lik uygulama)	45
Şekil 4.30. <i>Vicia faba</i> L. mitotik anafazda ve metafazda kalgın kromozom (1,6 ml/L-48 saat'lik uygulama).....	45
Şekil 4.31. <i>Vicia faba</i> L. mitotik anafazda ayrılmama ve kromozom kırığı (1,6ml/L-72 saat'lik uygulama)	46
Şekil 4.32. <i>Vicia faba</i> L. mitotik kromozom deformasyonu (1,6 ml/L-96 saat'lik uygulama).....	46
Şekil 4.33. <i>Nicotiana tabacum</i> L. mitotik profaz (kontrol grubu)	46
Şekil 4.34. <i>Nicotiana tabacum</i> L. mitotik metafaz (kontrol grubu)	47
Şekil 4.35. <i>Nicotiana tabacum</i> L. mitotik anafaz (kontrol grubu)	47
Şekil 4.36. <i>Nicotiana tabacum</i> L. mitotik telofaz (kontrol grubu).....	47

Şekil 4.37. <i>Nicotiana tabacum</i> L. mitotik anafazda ayrılmama (0,9-24 saat'lik uygulama).....	48
Şekil 4.38. <i>Nicotiana tabacum</i> L. mitotik metafazda tabla kayması (0,9-48 saat'lik uygulama).....	48
Şekil 4.39. <i>Nicotiana tabacum</i> L. mitotik telofazda kutup kayması (0,9-72 saat'lik uygulama).....	48
Şekil 4.40. <i>Nicotiana tabacum</i> L. mitotik kromozom yapışması (0,9-96 saat'lik uygulama).....	49
Şekil 4.41. <i>Nicotiana tabacum</i> L. mitotik kromozom yapışması ve kromozom kırığı (1,8-24 saat'lik uygulama).....	49
Şekil 4.42. <i>Nicotiana tabacum</i> L. mitotik anafazda kalgın kromozom (1,8- 48 saat'lik uygulama).....	49
Şekil 4.43. <i>Nicotiana tabacum</i> L. mitotik metafazda tabla kayması (1,8- 72 saat'lik uygulama).....	50
Şekil 4.44. <i>Nicotiana tabacum</i> L. mitotik metafazda poliploidi ve telofazda kutup kayması (1,8- 96 saat'lik uygulama).....	50
Şekil 4.45. <i>Nicotiana tabacum</i> L. mitotik metafazda tabla kayması (2,7- 24 saat'lik uygulama).....	50
Şekil 4.46. <i>Nicotiana tabacum</i> L. mitotik metafazda poliploidi ve tabla kayması (2,7-48 saat'lik uygulama).....	51
Şekil 4.47. <i>Nicotiana tabacum</i> L. mitotik telofazda enine bölünme (2,7- 72 saat'lik uygulama).....	51
Şekil 4.48. <i>Nicotiana tabacum</i> L. mitotik kromozom kopması (2,7- 96 saat'lik uygulama).....	51
Şekil 4.49. <i>Nicotiana tabacum</i> L. mitotik yıldız oluşumu (3,6- 24 saat'lik uygulama)..	52
Şekil 4.50. <i>Nicotiana tabacum</i> L. mitotik anafazda kalgın kromozom (3,6-48 saat'lik uygulama).....	52
Şekil 4.51. <i>Nicotiana tabacum</i> L. mitotik anafazda kutup kayması (3,6- 72 saat'lik uygulama).....	52
Şekil 4.52. <i>Nicotiana tabacum</i> L. mitotik anafazda kalgın ve köprü oluşumu (3,6- 96 saat'lik uygulama).....	53

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Hande TOK

Doğum Yeri: ÇANAKKALE

Doğum Tarihi: 08.06.1985

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen- Edebiyat Fakültesi

Yüksek Lisans Öğrenimi: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce (İleri Seviye), Almanca (Başlangıç Seviye)

BİLİMSEL FAALİYETLER

a) Katıldığı Projeler:

Tok, H., Akı, C. *Vicia faba* L., *Allium cepa* L. ve *Nicotiana tabacum* L. Bitkilerinde Cypermethrin ve Mancozeb Pestisitlerinin Genotoksik Etkilerinin Belirlenmesi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu 2009/118.

İŞ DENEYİMİ

15.07.2006- 15.08.2006

Çanakkale Halk Sağlığı İl Müdürlüğü Biyokimya
Laboratuvarı

İLETİŞİM

handetok85@mynet.com