

**ILLOXAN VE RACER HERBİSİTLERİNİN *ALLIUM CEPA* L. KÖK
UCU HÜCRELERİNDE MİTOZ BÖLÜNMEYE VE
KROMOZOMLARA ETKİLERİ**

Deniz YÜZBAŞIOĞLU

**DOKTORA TEZİ
BİYOLOJİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

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

Temmuz 2001

ANKARA

114 727

Deniz YÜZBAŞIOĞLU tarafından hazırlanan ILLOXAN VE RACER HERBİSİTLERİNİN *ALLIUM CEPA* L. KÖK UCU HÜCRELERİNDE MİTOZ BÖLÜNMEYE VE KROMOZOMLARA ETKİLERİ adlı bu tezin Doktora Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

F. Ünal

Doç.Dr. Fatma ÜNAL

Tez yöneticisi

Bu çalışma jürimiz tarafından Biyoloji Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr. Orhan Arslan

Orhan Arslan

Üye : Doç.Dr. Fatma Ünal

F. Ünal

Üye : Prof.Dr. Zehiye Suludere

Z. Suludere

Üye : Doç.Dr. Cafer Sırrı Sevimay

Cafer Sırrı Sevimay

Üye : Doç.Dr. Cengiz Sancak

Cengiz Sancak

Bu tez Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

Cengiz Sancak

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	iv
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	vi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
3. MATERYAL VE METOT.....	28
3.1. Materyal	28
3.2. Metot	31
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	34
4.1. Sonuçlar.....	34
4.1.1. Illoxan	34
4.1.1.1. Büyümeyi azaltma testi	34
4.1.1.2. Mitotik indeks ve mitotik faz frekansları.....	35
4.1.1.3. Illoxanın neden olduğu anormalliklerin oranları ve tipleri.....	39
4.1.1.4. Kromozomal anormalliklerin tipleri ve oranları	49
4.1.2. Racer	54
4.1.2.1. Büyümeyi azaltma testi	54
4.1.2.2. Mitotik indeks ve mitotik faz frekansları.....	55

4.1.2.3.	Racerin neden olduğu anormalliklerin oranları ve tipleri.....	60
4.1.2.4.	Kromozomal anormalliklerin tipleri ve oranları.....	69
4.2.	Tartışma.....	74
KAYNAKLAR		93
ÖZGEÇMİŞ		105



**ILLOXAN VE RACER HERBİSİTLERİNİN *ALLIUM CEPA* KÖK UCU
HÜCRELERİNDE MİTOZ BÖLÜNMEYE VE KROMOZOMLARA
ETKİLERİ
(Doktora Tezi)**

Deniz YÜZBAŞIOĞLU

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Temmuz 2001**

ÖZET

Bu çalışmada illoxan ve racer herbisitlerinin, *A. cepa* kök ucu hücrelerinde mitoz bölünme ve kromozomlar üzerine olan etkileri incelenmiştir. Her iki herbisitinin LD₅₀ dozları büyüme inhibisyon testi ile belirlenmiş ve buna göre kullanılacak dozlar seçilmiştir. LD₅₀ dozu illoxan için 150 ppm, racer için ise 80 ppm olarak belirlenmiştir. Uygulama dozları her iki herbisit için de LD₅₀, LD_{50/2}, LD_{50/4} olarak alınmıştır. Bu dozlar 12, 24 ve 48 saat süreyle *A. cepa* kök uçlarına uygulanmıştır. Her bir doz ve süre için mitotik indeks ve mitotik faz frekansları hesaplanmıştır. Her iki herbisitinin de LD₅₀ dozlarının 48 saatlik uygulamalarından itibaren mitotik indekste bariz bir düşüş saptanmıştır. Illoxan ve racerin konsantrasyonu ve muamele süreleri arttırıldıkça toplam mitotik anormalliklerin arttığı gözlenmiştir. Mikronukleus oluşumu, iki çekirdekli hücreler, kromozomal yapışıklık, C-metafaz, fragmentler, köprüler, geri kalmış ya da ileri gitmiş kromozomlar ve multipolarlık şeklinde mitotik anormallikler tespit edilmiştir. Ayrıca fragment, kromozom kırıkları, kromatit kırıkları, kardeş kromatitlerde birleşme ve poliploidi gibi kromozomal anormallikler de gözlenmiştir.

Bilim Kodu : 401.01.03
Anahtar Kelimeler : Herbisit, mitoz bölünme, mitotik anormallikler, kromozomal anormallikler
Sayfa Adedi : VII+105
Tez Yöneticisi : Doç. Dr. Fatma Ünal

**EFFECTS OF HERBICIDES ILLOXAN AND RACER ON MITOSIS
AND CHROMOSOMES IN THE ROOT TIP CELLS OF *ALLIUM CEPA***

(Ph. D. Thesis)

Deniz YÜZBAŞIOĞLU

GAZI UNIVERSITY

INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

July 2001

ABSTRACT

The effects of illoxan and racer herbicides on mitosis and chromosomes in the root tips of *Allium cepa* were investigated. LD₅₀ values of both herbicides were determined using root growth inhibition test and then the treatment concentrations were selected. LD₅₀ value of illoxan and racer were determined as 150 ppm and 80 ppm, respectively. The treatment concentrations were choosed as LD₅₀, LD_{50/2}, LD_{50/4}. The roots of *A. cepa* were treated with these concentrations for 12, 24 and 48 hours. Mitotic indices and mitotic phase frequencies were calculated for each concentration and treatment period. The results indicated that both herbicides clearly reduced the mitotic indices at 48 hr treatment of LD₅₀ values. The total percentage of mitotic aberrations increased with increasing of concentrations and period of treatments for both of illoxan and racer herbicides. The most common types of mitotic abnormalities are micronuclei, chromosome stickiness, C-metaphase, fragments, bridges, laggards and multipolarity. Both herbicides induced chromosomal abnormalities as well. These abnormalities are: fragments, chromosome and chromatid breaks, sisterunion and poliploidy.

Science code : 401.01.03

Key Words : Herbicide, mitosis, mitotic abnormalities, chromosomal
aberrations.

Page number : VII+105

Adviser : Assoc. Pof. Dr. Fatma Ünal

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım sırasında büyük ilgi ve desteğini gördüğüm, bilgi ve görüşlerinden yararlandığım tez danışmanım, değerli hocam Doç.Dr. Fatma ÜNAL'a, tez izleme komitelerinde yer alan ve tezime katkıda bulunan değerli hocalarım Prof.Dr. Zekiye SULUDERE ve Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri bölümünden Doç.Dr.Cafer SEVİMAY'a, istatistik analizlerin yapımı esnasında benden bilgi ve zamanını esirgemeyen yine aynı bölümden değerli hocam Doç.Dr. Cengiz SANCAK'a ve manevi katkılarından dolayı eşim ve çalışma arkadaşlarıma teşekkür ediyorum.

Araştırmamız Gazi Üniversitesi Araştırma Fonu 05/99-07 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. Illoxan herbisitinin büyümeyi azaltma testi	35
Şekil 4.2. Illoxan ile muamele edilen <i>Allium cepa</i> kök ucu hücrelerinde mitotik indeksteki değişiklikler	38
Şekil 4.3. Illoxan ile muamele edilen <i>Allium cepa</i> kök ucu hücrelerinde profaz frekansındaki değişiklikler	38
Şekil 4.4. Illoxan ile muamele edilen <i>Allium cepa</i> kök ucu hücrelerinde metafazda görülen anormallikler.....	40
Şekil 4.5. Illoxan ile muamele edilen <i>Allium cepa</i> kök ucu hücrelerinde anafaz ve telofazda görülen anormallikler....	41-42
Şekil 4.6. Illoxan ile muamele edilen <i>Allium cepa</i> kök ucu hücrelerinde interfazda görülen anormallikler	43
Şekil 4.7. Illoxan ile muamele edilen <i>Allium cepa</i> kök ucu hücrelerinde anormal hücrelerin oranları	48
Şekil 4.8. Illoxan ile muamele edilen <i>Allium cepa</i> kök ucu hücrelerinde görülen kromozomal anormallikler	50
Şekil 4.9. Illoxan ile muamele edilen <i>Allium cepa</i> kök ucu hücrelerinde kromozomal anormallik oranları	53
Şekil 4.10. Racer herbisitinin büyümeyi azaltma testi	55
Şekil 4.11. Racer ile muamele edilen <i>Allium cepa</i> kök ucu hücrelerinde mitotik indeksteki değişiklikler	58
Şekil 4.12. Racer ile muamele edilen <i>Allium cepa</i> kök ucu hücrelerinde metafaz frekansındaki değişiklikler	59
Şekil 4.13. Racer ile muamele edilen <i>Allium cepa</i> kök ucu hücrelerinde anafaz frekansındaki değişiklikler	59
Şekil 4.14. Racer ile muamele edilen <i>Allium cepa</i> kök ucu hücrelerinde anormallik oranları	61

Şekil 4.15. Racer ile muamele edilen <i>Allium cepa</i> kök ucu hücrelerinde metafazda görülen anormallikler	62
Şekil 4.16. Racer ile muamele edilen <i>Allium cepa</i> kök ucu hücrelerinde anafaz ve telofazda görülen anormallikler ...	63-64
Şekil 4.17. Racer ile muamele edilen <i>Allium cepa</i> kök ucu hücrelerinde interfazda mikronukleus oluşumu	64
Şekil 4.18. Racer ile muamele edilen <i>Allium cepa</i> kök ucu hücrelerinde görülen kromozomal anormallikler	72
Şekil 4.19. Racer ile muamele edilen <i>Allium cepa</i> kök ucu hücrelerinde kromozomal anormallik oranları	73



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Illoxanın toksik özellikleri	20
Çizelge 2.2. Racerin toksik özellikleri	23
Çizelge 4.1. Illoxan herbisitinin büyümeyi azaltma testi sonuçları	34
Çizelge 4.2. Illoxan herbisitinin <i>Allium cepa</i> kök ucu hücrelerinde mitoz bölünme üzerindeki etkileri	37
Çizelge 4.3. Illoxan herbisitinin <i>Allium cepa</i> kök ucu hücrelerinde meydana getirdiği anormal hücre oranları	45
Çizelge 4.4. Illoxan herbisiti ile muamele edilen <i>A. cepa</i> kök ucu hücrelerindeki anormallik tipleri ve anormal hücre oranlarının kontrol ile karşılaştırılması	46
Çizelge 4.5. Illoxan ile muamele edilen <i>A. cepa</i> kök ucu hücrelerinde anormallik oranlarının dozlara göre karşılaştırılması	47
Çizelge 4.6. Illoxan ile muamele edilen <i>A. cepa</i> kök ucu hücrelerinde anormallik oranlarının sürelerle göre karşılaştırılması	47
Çizelge 4.7. Illoxan ile muamele edilen <i>A. cepa</i> kök ucu hücrelerinde kromozomal anormallikler ve anormal hücre oranlarının kontrol ile karşılaştırılması	51
Çizelge 4.8. Illoxan ile muamele edilen <i>A. cepa</i> kök ucu hücrelerinde kromozomal anormallik oranlarının dozlara göre karşılaştırılması	52
Çizelge 4.9. Illoxan ile muamele edilen <i>A. cepa</i> kök ucu hücrelerinde kromozomal anormallik oranlarının sürelerle göre karşılaştırılması.....	52
Çizelge 4.10. Racer herbisitinin büyümeyi azaltma testi sonuçları....	54

Çizelge 4.11.	Racer herbisitinin <i>Allium cepa</i> kök ucu hücrelerinde mitoz bölünme üzerindeki etkileri	57
Çizelge 4.12.	Racer herbisitinin <i>Allium cepa</i> kök ucu hücrelerinde meydana getirdiği anormal hücre oranları	65
Çizelge 4.13.	Racer herbisiti ile muamele edilen <i>A. cepa</i> kök ucu hücrelerindeki anormallik tipleri ve anormal hücre oranlarının kontrol ile karşılaştırılması	67
Çizelge 4.14.	Racer ile muamele edilen <i>A. cepa</i> kök ucu hücrelerinde anormallik oranlarının dozlara göre karşılaştırılması	68
Çizelge 4.15.	Racer ile muamele edilen <i>A. cepa</i> kök ucu hücrelerinde anormallik oranlarının sürelerle göre karşılaştırılması	68
Çizelge 4.16.	Racer herbisiti ile muamele edilen <i>A. cepa</i> kök ucu hücrelerinde kromozomal anormallikler ve anormal hücre oranlarının kontrol ile karşılaştırılması	70
Çizelge 4.17.	Racer ile muamele edilen <i>A. cepa</i> kök ucu hücrelerinde kromozomal anormallik oranlarının dozlara göre karşılaştırılması	71
Çizelge 4.18.	Racer ile muamele edilen <i>A. cepa</i> kök ucu hücrelerinde kromozomal anormallik oranlarının sürelerle göre karşılaştırılması	71

1.GİRİŞ

Bitkiler, hızla artan dünya nüfusunun temel besin kaynağını oluşturmaktadır. Bitkilerden, günümüzde beş milyardan fazla insan yararlanmaya uğraşırken, diğer taraftan binlerce bitki zararlısı –100 000 tür bitki patojeni (hastalıklara neden olan ajanlar), 10 000’den fazla böcek türü, ekinlere zarar veren 1000 yuvarlak solucan türü ve ekonomik olarak önemli 1800 yabancı ot türü- da bu bitkilerle rekabet etmektedir. Sonuçta, bir yandan çoğalan nüfusun, bir yandan da açlık çeken insanların ihtiyaçlarını karşılamak için tarımsal yollarla üretim zorlanmaktadır (Harte et al., 1991).

Günümüzde bütün dünyada, gerek halka açık arazilerde ve gerekse kapalı seralarda tonlarca pestisit kullanılmaktadır. Pestisit, kelime anlamıyla pest (= zararlı) öldürücü olarak tanımlanmaktadır. Pestisitler, böcek öldürücü (insektisit), yabancı ot öldürücü (herbisit), küf öldürücü (fungisit), rat ve fare öldürücü (rodentisit), kene öldürücü (akarisit), bakteri öldürücü (bakterisit), kuş öldürücü (avisit), yuvarlak kurt öldürücü (nematisit) olarak, kısaca insanın zararlı zannettiği şeyleri öldürmek için kullanılmaktadır (Harte et al., 1991).

Pestisitler ayrıca, göl ve yüzme havuzlarındaki algleri kontrol etmede, odundan üretilen yapılarda termit çoğalması ve çürüklerin oluşumunu engellemede kullanıldıkları gibi, golf sahalarına, çimenlik alanlara, oyun alanlarına ve meralara da püskürtülmektedir. Geniş kullanım amacı ve alanına sahip olmaları nedeniyle, pestisitler, neredeyse her yerde mevcuttur; içme sularında, yiyeceklerde, solunan havada ve topraklarda. Kısaca pestisitler, günlük hayatın vazgeçilmez bir parçasıdır. Bu nedenle de bütün canlılar bu kimyasallara maruz kalmaktadır.

Son elli yılda, insanlar, kendilerince istenmeyen zararlıların kontrolünde kullanılan kimyasallara gittikçe alışmışlar ve bu maddelere güvenir duruma gelmişlerdir. Oysa son yıllarda elde edilen bilimsel bulgular, pestisitlerin, hedef alınmayan canlılar üzerinde, direkt veya dolaylı yollarla, gelişmeyi durdurucu, hastalık yapıcı, mutajenik, kanser yapıcı ve hatta öldürücü olabileceğini göstermiştir. Buna en iyi örnek 1944-1969 yılları arasında, üretimi 2 milyon tonu geçmiş olan, hayvan dokularında birikerek, zamanla çeşitli böcek suşlarının direnç kazandığı ve kalıcı etkilerinin olduğu belirlenen DDT'dir. Bu tür etkilerinin belirlenmesiyle 1972 yılında ABD'de bu insektisit kullanımı yasaklanmasından sonra içerisinde Türkiye'nin de bulunduğu çok sayıda ülkede de DDT ve türevlerinin kullanılması yasaklanmıştır.

Tarımı yapılan ürünlerden insanların ve hedef alınmayan canlıların direkt veya dolaylı yollarla zarar görmemesi için, pestisitlerin mutajenik etkilerinin test metotlarından biriyle belirlenmesi gerekmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

Pestisitler ve Çevre Kirlenmesi

Dünyada ve ülkemizde çevre kirliliği konusu, temiz ve sağlıklı bir gelecek açısından en büyük ortak endişe haline gelmiştir. Türkiye OECD ülkeleri arasında en yüksek nüfus artış oranına sahiptir. Birleşmiş Milletlerin yaptığı nüfus tahminlerine göre, Türkiye nüfusunun 2025 yılında 92 milyona yükselmesi beklenmektedir. Bu durum, ülkemizin bugün olduğu kadar gelecekte de önemli çevre sorunları ile karşılaşacağını bir göstergesidir. Hızlı kentleşmenin yanı sıra, artan endüstriyel ve tarımsal faaliyetler de önemli çevre kirleticisi unsurlar haline gelmiştir. Pestisit ve diğer tarımsal amaçlı kimyasal maddelerin bilinçsizce kullanımı, gerekli çevresel önlemler ve arıtma tesisleri bulundurmada üretime geçen sanayi tesisleri hava, su ve toprak kirliliğini tehlikeli boyutlara çıkarmıştır (Topbaş vd., 1998).

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından yapılan bir araştırmaya göre, ileri tarım teknikleri uygulayan ülkelerdeki pestisit tüketimi ile Türkiye'nin durumu karşılaştırıldığında hektara düşen aktif madde miktarının Japonya'da 5.8 kg, ABD'de 3.5 kg, Almanya'da 2.5 kg, Polonya'da 0.7 kg ve Türkiye'de 0.4 kg olduğu tespit edilmiştir (Topbaş vd., 1998). Dünyada 1940'lı yıllarda 100 000 ton olan pestisit tüketimi 1965 yılında 1 milyon tona, 1978 yılında 4 milyon tona ulaşmıştır. FAO "2000'e doğru Tarım" adlı raporunda ise biyolojik ve entegre zararlı yönetimi sistemlerine rağmen bütün dünyada pestisit kullanımının artacağı bildirilmektedir (Ünal ve Gürkan, 2001).

Bitkisel üretimin artması, yeni alanların sulu tarıma girmesi ve GAP'ın tamamen faaliyete geçmesi, pestisit kullanımını daha da yoğunlaştıracak, böyle bir durum, konuyla ilgili olarak daha büyük bir özen ve dikkatin gösterilmesini, yeterli araştırmaların yapılmasını, gereken tedbirlerin alınmasını ve gerekli yaptırımların uygulanmasını gündeme getirecektir (Topbaş vd., 1998).

Pestisitlerin faydaları:

- 1- Tarımda kullanılmaları ile, gittikçe artan nüfusa karşı zaten yetersiz olan tarım ürünlerini zararlılardan korumaktadır.
- 2- Pestisitler, kemiriciler, böcekler ve diğer zararlıları yok ederken, ayrıca bu hayvanlarda taşınan vektör hastalıklara karşı savaşta da kullanılmaktadırlar. Malarya (sıtma), veba, sarı humma, viral ensefalitis, tifüs bu hastalıklar arasındadır.
- 3- Pestisitler tarım dışında kırsal alanlarda (ormanlarda), karayollarında yabancı otlara karşı, sivrisinek ve kemiricilere karşı resmi kuruluşlar tarafından kullanılmaktadır (Vural, 1984).

Her ne kadar pestisitler faydaları dikkate alınarak kullanılıyorlar ise de, bunların bir çok zararları olduğu da bilinmektedir.

Pestisitlerin zararları:

- 1- Pestisitlerle akut zehirlenmeler olmaktadır. Bu zehirlenmeler kaza yolu ile çocuklarda görüldüğü gibi, yanlış kullanılmaları ile halk arasında, tarımda uygulayanlarda ve endüstride çalışanlarda da olmaktadır.
- 2- Kronik zehirlenmeler, tarım sektöründe ve endüstride pestisit üretiminde çalışanlarda görüldüğü gibi, pestisit kalıntısı içeren

besinlerin yenmesiyle halk kitleleri arasında (epidemik olarak) rastlanmaktadır.

- 3- Pestisit kullanımı sonucu çevre kirliliği oluşmaktadır. Pestisitler kullanıldıkları yerlerde toprağı, suyu kirlittikleri gibi, bulundukları yerlerden biyolojik ve fiziksel yollarla çok uzak bölgelere kadar taşınmaktadırlar. Özellikle çevrede dayanıklı olanlar (biyolojik parçalanma hızları yavaş olanlar) ve lipide çözünenler, biyoekosistemlerde birikerek tüm canlılar için zararlı olmaktadır. Ayrıca bazılarının kanserojenik, mutajenik veya teratojenik (anormal doğumlara neden olması) özelliklerinin bulunması önemli bir çevre sorunu oluşturmaktadır. Bazı pestisitler, bazı hayvan türlerinde tümör oluşturduğu için kullanılmalarının sınırlandırılması istenmiştir. Bir kısım pestisitler, bazı memeli hayvan türlerinde teratojen oldukları görülmüştür. İnsanlarda, bazı bileşiklerin teratojen olduğu bilinmektedir ve bu maddelere maruz kalan hamile annelerin çocuklarında önemli nörolojik bozukluklar gözlenmiştir. Bazı pestisitler bitki, bakteri gibi bazı canlılarda mutajenik etkilere sahiptir (Vural, 1984).

Pestisitlerin Sınıflandırılması

Pestisitler kullanıldıkları zararlı grubuna göre isimlendirilmektedir:

Böcekleri öldürenlere insektisitler,
 Fungusları öldürenlere fungisitler,
 Yabancı otları öldürenlere herbisitler,
 Örümcekleri öldürenlere akarisit,
 Yaprak bitlerini öldürenlere afisitler,
 Kemiricileri öldürenlere rodentisitler,
 Nematodları öldürenlere nematisitler,

Salyangozları öldürenlere molluskusitler,
 Algleri öldürenlere algisitler,
 Kuşları öldüren veya kaçıranlara avenisitler denmektedir (Öztürk ve Özge, 1978).

Bunlardan en yaygın olarak kullanılanlar; insektisitler, fungusitler ve herbisitlerdir.

Insektisitler

Günümüzde pestisitler içerisinde en fazla kullanılmakta olan kimyasal maddeler insektisitlerdir. İnsektisitler genel olarak üç kimyasal grup altında toplanmaktadır (Topbaş vd., 1998).

Bunlardan klorlu hidrokarbonlar grubunun en önemli temsilcisi DDT (Diklor-Difenil-Trikloreten)'dir. Bu gruba ait endosulfan ve endosulfan+parathion-methyl insektisitleri meyve bahçelerinde, sebze, ayçiçeği, tütün, pamuk, patates, hububat ve mısır tarlalarında *Hoplocampa* sp., *Hyphantria cunea*, *Eriophyes vitis*, *Loxostege sticticalis*, *Aphis gossypii*, *Agrotis* sp., *Agriotes* sp. gibi böcek türlerine karşı yaygın olarak kullanılmaktadır (T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, 1999).

İkinci kimyasal grup olan organik fosfatlar, genellikle biyolojik yollarla zamanla bozulmaktadır. Toprak ve su içerisinde birikmeleri azdır. Ancak bu kimyasal maddeler, klorlu hidrokarbonlara oranla insanlar için daha zararlıdır. Bu gruba ait chlorpyrifos, malathion, parathion methyl en sık kullanılan insektisitlerdir. Bunlar turuncgil, fındık ve meyve bahçeleri, süs bitkileri, hububat, sebze, ayçiçeği, mısır, soya, pamuk ve tütün tarlalarında *Hyphantria*

cunea, *Agrotis* sp., *Agriotes* sp., *Gryllotalpa gryllotalpa*, *Zabrus* sp., *Lumbricus* sp., *Aphis* sp, *Tetranychus* sp. gibi zararlılar için kullanılmaktadır.

Üçüncü kimyasal grup olan karbamatlar; diğer öldürücü kimyasal maddelere oranla memeli hayvanlar üzerinde daha az toksik etkilere sahiptir. Carbaryl, carbosulfan ve methomyl bu grubun üyelerindendir. Bunlar çay, sebze ve meyve bahçelerinde, hububat, ayçiçağı, pamuk ,mısır tarlalarında zararlı olan *Pulvinaria floccifera*, *Bruchus* sp., *Anthonomus* sp., *Phyllotreta* sp., *Scolytus* sp., *Aphis* sp, türlerine karşı kullanılmaktadır(Topbaş vd., 1998; T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, 1999).

İnsektisitler, bir yandan tarımsal önemi olan bitkilere zarar veren böceklere karşı kullanılarak, onlardan çokca verim elde edilmesini sağlarken, diğer yandan, çeşitli canlılara ve sonuçta insana zararının olup olmadığını belirlemek için, laboratuvarlarda araştırma materyali olarak da kullanılmaktadır. Bu amaçla değişik türdeki bitkilere, insan lenfositlerine ve fare kemikiliği hücreleri çeşitli insektisitlerle muamele edilerek, bunların teratojenik, kanserojenik, mutajenik etkilerinin olup olmadığı belirlenmeye çalışılmaktadır.

Sentetik piretroidler grubundan deltametryn insektisitinin sitolojik etkilerinin olup olmadığı, varsa ne tür etkiler yaptığının belirlenmesi için *Allium cepa* kök uçları kullanılmıştır. Böyle bir muamele sonunda, mitotik indeksin insektisit dozuna bağlı olarak azaldığı, iğ dağınıklığı sonucu çeşitli anormalliklerin ortaya çıktığı gözlenmiştir. Yüksek konsantrasyonlarda kromozom ve kromatit kırıklarına rastlanması bu bileşiğin klasterojenik etkileri olduğunun göstergesi olarak düşünülmektedir (Chauhan et al., 1986).

Arpada sekiz organofosfor pestisitinin (anthio, diazinon, dursban, ekalux, methylparathion, phendal, rogor ve sumithion) etkileri incelenmiştir. Metafazda fragmentler, halka kromozomlar, ve C-mitoz, anafazda kromatin köprüler, geri kalmalar ve multipolar hücreler gözlenmiştir (Kaur and Grover, 1985).

A. cepa'da marshal insektisitinin genotoksik etkileri Topaktaş ve Rencüzoğulları (1996) tarafından araştırılmıştır. Marshalın 5×10^{-6} , 10^{-5} , 5×10^{-5} ve 10^{-4} (v/v) dozları, 2, 4 ve 6 saat süreyle uygulanmıştır. Mitotik indeks, muamele süresine bağlı olarak düşmüştür. C-mitoz, kromozomlarda yapışıklık, köprü, multipolarlık, geri kalmalar ve mikronukleus oluşumu gibi çeşitli anormalliklere neden olduğu belirlenmiştir.

Marshal ve etkin maddesi carbosulfanın insan lenfosit kültürlerindeki etkileri de incelenmiştir. Hücre kültürü her iki kimyasalın 10^{-6} , 5×10^{-6} , 10^{-5} ve 5×10^{-5} (v/v) dozları ile 12, 24 ve 48 saat süreyle muamele edilmiş ve her iki test maddesi de bütün sürelerde doza bağlı olarak mitotik indeksi düşürmüştür. Kromatid kırıkları, gaplar, fragmentler ve kromozom kontraksiyonu tespit edilmiştir (Topaktaş and Rencüzoğulları, 1993).

Profenofos insektisitinin sitogenetik etkileri insan lenfositlerinde araştırılmış ve bu insektisit SCE (Kardeş kromatit değişimi) oluşumunu artırmadığı halde, doza bağlı olarak kromozomal anormallikleri artırdığı gözlenmiştir. Yine doza bağlı olarak replikasyon indeksinin düştüğü tespit edilmiştir. En yaygın olarak kromatit kırıklarına rastlanmıştır (Topaktaş and Speit, 1989).

Fungisitler

Bu kimyasal maddeler insektisit ve herbisitlere oranla daha az miktarda kullanılmaktadır. Bu nedenle çevre kirlenmesine diğer iki grubun etkili olduğu kadar etkiye sahip değildirler. Bu grup içerisinde insan sağlığı yönünden en zararlı olan kimyasal madde organik civa bileşikleridir (Topbaş vd., 1998).

En yaygın olarak kullanılan fungisitler arasında bakır oksiklorür, bakır sülfat ve tebuconazole yer almaktadır. Bu fungisitler meyve , sebze, turuçgiller ile buğday ve arpa tarlalarında *Coryneum beijerinckii*, *Phytophthora infestans*, *Mycosphaerella* sp., *Alternaria solani*, *Erysiphe graminis*, *Tilletia* sp. ve *Ustilago nuda tritici* gibi zararlılara karşı kullanılmaktadır (Topbaş vd., 1998; T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, 1999).

Fungisitlerin sitotoksik etkilerinin incelendiği çalışmalar insektisit ve herbisitlere oranla daha azdır. Ancak fungisitlerin de diğer iki grubun etkilerine benzer etkiler gösterdiği, yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Nandi, 1985; Ahmad and Yasmin, 1992).

Cuman L fungisitinin albino erkek farelerin kemik iliği eritrositleri ve üreme hücrelerindeki etkileri incelendiğinde bu fungisit üç subletal dozunun (350, 700 ve 1050 mg/kg) üreme hücrelerinde kromozomal anormalliklerin sayısını artırdığı belirlenmiştir. Bu üç doz, eritrositlerde mikronukleus oranını da artırmıştır (Hemavathy and Krishnamurthy, 1988).

Dithane ve Denmart fungisitlerinin *Allium cepa* kök meristeminde mitotik aktiviteye ve kromozomlara etkileri araştırılmıştır. Her iki fungisit de mitozu inhibe etmiş ve metafazda yığılmaya sebep olmuştur. C-mitoza, kırıklara, köprülere ve yapışıklıklara neden olmuşlardır (Badr, 1988).

Herbisitler

Herbisitler, tarımda verim kaybına yol açan yabancı ot mücadelesinde kullanılan kimyasal maddelerdir. 1896 yılında, Bordo bulamacının omcalarda küllenme hastalığını önlemek için kullanılması esnasında tesadüfen bir çok yabancı otların üzerine sıçraması sonucunda otları öldürdüğü görülmüştür. Bu tarihten itibaren yabancı otların öldürülmesi üzerinde çalışmalar başlamıştır (Güneyli, 1973).

Yabancı ot olarak adlandırılan istenmeyen bitki türleri, kültürü yapılan bitkilerle, besin, ışık ve su kullanımı bakımından rekabet ederler ve neredeyse böceklerin zarara uğrattığı oranda ürünü yok ederler, bu da yaklaşık %10-15 gibi bir orana ulaşmaktadır. Herbisit üretimi ve kullanımı son 25 yılda hızla artmış ve insektisit kullanımını geçmiştir. Mısır, ayçiçeği, soya fasülyesi, pamuk ve pirinç ekimi yapılan hemen hemen bütün alanlarda en az bir herbisit kullanılmaktadır. Fakat herbisit kullanımı sadece çiftçilikle sınırlı değildir. Herbisitlerin bir kısmı halka açık alanlarda, demiryollarının bulunduğu alanlarda, yol kenarlarında, sulama kanallarında, golf sahalarında, elektrik hatlarında ve evlerin bahçelerinde yabancı otların temizlenmesinde kullanılmaktadır.

Herbisitlerin çevreye verdiği zararın diğer pestisitlerin toplamından daha fazla olduğu bildirilmiştir. Bugün çok fazla miktarda kullanılan 75 değişik bileşimde herbisit bulunmaktadır (Topbaş vd., 1998).

Herbisitler etkili maddelerinin kimyasal yapılarına göre şu şekilde sınıflandırılmaktadır:

- 1) Fenoksi bileşikleri
- 2) Karbamatlar
- 3) Üre bileşikleri
- 4) Sulfonil üreler
- 5) Anilinler
- 6) Amidler ve anilidler
- 7) Benzoik asitler
- 8) Picolinic asitler
- 9) Diazinler
- 10) Triazinler
- 11) Benzonitriller
- 12) Siklohekzonlar
- 13) İmidazolinonlar
- 14) Triazoller
- 15) Oxadiazoller
- 16) Amino fosfanatlar
- 17) Diğerleri

(Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, 1999).

Bu gruplara ait çeşitli herbisitlerin bitkilerde veya insan lenfosit hücrelerinde nükleik asitlere, kromozomlara ve mitoz bölünmeye etkilerinin araştırıldığı bir çok çalışma mevcuttur.

Triazin grubundan turbutryn herbisiti *Vicia faba* kök uçlarına, 4, 20, 100 ve 500 ppm'lik konsantrasyonlarda 3, 6, 12 ve 24 saat süreyle uygulanmıştır. Bütün muameleler bu herbisitin mitodepresif etkisinin olduğunu ve DNA ve RNA miktarını azalttığını göstermiştir. Turbutryn, çeşitli anormalliklere de neden olmuştur. Bunlara işdeki etkiler sonucu oluşan mitotik anormallikler ve

kromozom köprülerini de kapsayan kromozomal anormallikler dahildir (Badr, 1986).

Glean herbisitinin, *A. cepa* ve *V. faba* kök meristeminde mitoz, kromozomlara ve nükleik asitlere etkileri araştırılmıştır. Glean'in farklı muamelelerinin her iki bitkide mitotik bölünmeyi etkilediği, DNA ve RNA miktarında baskılayıcı etki yaptığı belirlenmiştir. Her iki bitkide de glean, kromozomal yapışıklık dahil, kromozomal sapmalara ve mitotik anormalliklere neden olmuştur (Badr and Ibrahim, 1987).

Atrazine, glyphosate ve maleic hydrazide herbisitlerinin farklı dozlarının farklı özelliklerdeki topraklarda, *Vicia faba*'da kök büyümesine ve mikronukleus oluşumuna etkisi incelenmiştir. İlaçların genotoksik etkisi mikronukleus oluşumuna, toksik etkileri ise büyümeyi engellemesine bakılarak tespit edilmiştir. Maleic hydrazide, genç bitkilere oldukça yüksek klastojenik etki yaparken, atrazine yalnızca organik materyal yönünden fakir toprakta büyüyen genç bitkilerde genotoksiktir. Glyphosate, farklı toprak şartlarında mikronukleus oluşumuna neden olmamış fakat önemli toksik etkiler oluşturmuştur (De Marco et al., 1992).

Hidalgo ve arkadaşları, 1989 yılında yaptıkları araştırmalarında, prophan ve chlorprophan herbisitlerinin *Allium cepa* köklerinde büyümeye ve mitoz etkilerini incelemiştir. Prophan herbisitinin 10^{-1} ila 10^{-5} M arasındaki konsantrasyonlarda ve 1 ila 6 saat muamele sürelerinde *A. cepa*'nın meristematik hücrelerinde mitotik anormalliklere neden olduğunu gözlemiştir. Chlorprophan da aynı koşullarda test edilmiş ve kök büyümesini baskıladığı, mitotik indeksi düşürdüğü, anormal kromozom dağılımlarına ve mikrotüpçük organizasyon bölgesinin değişmesi gibi anormalliklere neden olduğu tespit edilmiştir.

Butt ve Vahidy (1994) *A. cepa*'nın meristematik hücrelerine ronstar herbisitinin sitotoksik etkilerini incelemişlerdir. Bölünen hücreler ronstarın 1000, 2000, 3000 ve 4000 ppm dozlarına, 3, 6, 9 ve 12 saat sürelerle muamele edilmiştir. Muamele süresi ve konsantasyon arttıkça, mitotik indeksin düştüğünü gözlemişlerdir. Kromozomlarda yapışıklığa, fragmentasyonlara, C-mitoza, iki ve çok çekirdekli hücrelere ve poliploidiye rastlamışlardır.

A. cepa'nın kök ucu kromozomlarında maleic hidrazidenin SCE oluşumuna etkileri araştırılmıştır. Kromatit tipi anormalliklere ve SCE oluşumuna neden olduğu tespit edilmiştir (Cortes et al., 1987).

Arpada, gesagard (prometryn) ve igran (terbutryn) herbisitlerinin sitogenetik etkileri incelenmiştir. Arpa tohumları, herbisitlerin 10^{-2} g/ 100 cm³ sulu solüsyonuyla 12 ve 24 saat muamele edilmiş ve kök ucu hücrelerinde mitotik indeksi önemli ölçüde düşürdükleri gözlenmiştir. Gesagardın 12 saat muamelesiyle, C-metafaz oluşumu saptanmıştır. Gesagard ve igranın 24 saatlik muamelelerinde çok az miktarda C-metafaz tespit edilmiştir. Gesagardın kromozom kontraksiyonuna neden olduğu açıklanmıştır (Topaktaş and Rencüzoğulları, 1991).

İnsan lenfositlerinde prometryn (gesagard) herbisitinin SCE ve kromozom anormalliklerin oluşumuna neden olup olmadığı araştırılmıştır. SCE değerlerinin kontrole nazaran genellikle yükseldiği ancak aradaki farkın önemli olmadığı bulunmuştur. Kromozomal anormallikler ise doza bağlı olarak artış göstermiştir (Topaktaş and Speit, 1990).

A. cepa'da kök mitozuna tribünil (methabenzthiazuron) herbisitinin etkilerinin belirlenmesi için, bu herbisit 10-1000ppm arasındaki çeşitli

konsantrasyonları ile kök uçları 3, 6, 12 ve 24 saat muamele edilmiştir. Mitotik indeksin ve kromozomal anormalliklerin, konsantrasyon ve muamele süresiyle doğru orantılı olduğu tespit edilmiştir. Tribunilin kromozomlarda yapışıklığa, anormal profaza, ve yaygın olarak C-metafaza neden olduğu belirlenmiştir. Dağınık metafaz ve anafaz, yıldız metafaz, multipolar iğler, geri kalmalar, köprüler, kırıklar ve fragmentler gözlenen anormallikler arasındadır (El-Khodary et al., 1990).

El-Khodary ve arkadaşlarının (1989) yaptıkları çalışmada, garlon-4 herbisitinin *A. cepa* kök mitozuna sitolojik etkilerini incelemişlerdir. Kökler herbisit 28 ppm'den 38400 ppm'e kadar değişen konsantrasyonları ile 3, 6, 12 ve 24 saat muamele edilmiştir. Konsantrasyon arttıkça mitotik indekste azalma gözlenmiştir. En fazla rastlanan anormallik C-metafaz olmuştur. C-anafaz, geri kalmalar, tripolar anafaz, köprüler, mikronukleus ve iki çekirdekli hücreler de belirlenmiştir.

Carbetamex ve paradone plus herbisitlerinin 4 farklı konsantrasyonu (50, 100, 500 ve 5000 ppm) *A. cepa* kök meristemine 2, 5 ve 24 saat uygulanmıştır. Mitotik indeksin, konsantrasyon ve muamele süresinin artışına bağlı olarak düştüğü gözlenmiştir. En sık rastlanan anormallik C-metafazdır. İğdeki etki sonucu meydana gelen bir çok anormallik tipine de rastlanmıştır (Badr, 1983).

Mısır tohumları, pendimethalin ve oxyfluorfen herbisitlerinin 5, 25 ve 50 ppm dozları ile 6 ve 12 saat muamele edildiğinde her iki herbisit de çimlenmeyi azalttığı, doza bağlı olarak mayozu baskıladığı gözlenmiştir. Pendimethalin mitotik indeksi baskılaması, polen sterillliği ve kromozom anormallikleri yönünden oxyfluorfenden daha etkili olmuştur (Kumar et al., 1995).

Triazine grubundan taffacide herbisiti 5, 25 ve 50 ppm dozlarda 6 ve 12 saat süreyle, mısır tohumlarına uygulanmıştır. Konsantrasyon ve uygulama süresine bağlı olarak mitotik baskılanma gözlenmiştir. Fakat bu etki iyileştirme periyodu ile düzelmiştir. 6 saatlik muamelede fragmentler ve geri kalmalar saptanmıştır (Prasad et al., 1994).

A. cepa ve *V. faba* kök meristemlerinde atrazine herbisitinin hücre bölünmesi, kromozomlar ve nükleik asitlere etkileri araştırılmıştır. Her iki bitkide de atrazine herbisiti mitotik bölünmeyi azaltmaktadır. Mitotik indeksin, konsantrasyon ve muamele süresiyle doğru orantılı olduğu gözlenmiştir. *V.faba*'da mitotik indeksteki düşüşün, *A.ceph*'dan daha fazla olduğu saptanmıştır. Total anormallik yüzdesi de yüksek konsantrasyon ve süreye bağlı olarak artmıştır. Total anormallik yüzdesi *A.ceph*'da *V.faba*'dan daha yüksek olarak tespit edilmiştir. En sık rastlanan anormallikler, kromozomlarda yapışıklık, geri kalmış kromozomlar, C-mitoz, köprüler, düzensiz profaz, fragmentler ve mikronukleuslu hücreler olmuştur (El-Ghamery et al., 2000).

Eichhornia crassipes (su sümbülü) kök uçlarına, diuron ve metribuzin 1- 80 ppm arasında değişen dozlarda 24, 48 ve 72 saat süreyle uygulanmıştır. Metribuzin ve diuronun 40 ppm'lik dozlarının 24 ve 48 saat uygulanmasıyla mitozun tamamen inhibe olduğu gözlenmiştir. Kromozom ve kromatin anormalliklerine nadiren rastlanmıştır. Her iki herbisit de interfazı engellemiştir. Metribuzinin toksik etkisinin, diurondan daha fazla olabileceği ortaya çıkmıştır (Ashour and Abdou, 1990a).

İki farklı kültüre ait *Vicia faba* tohumları, bromoxynil, methabenzthiazuron, metribuzin ve terbutrynin dört farklı konsantrasyonunda 6 saat tutulmuştur. Kontrol tohumlar ise aynı sürede distile suda bekletilmiştir. Daha sonra tohumlar çimlendirilmiştir. Dört herbisit de mitotik indeksi düşürmüş ve farklı

kromozomal anormalliklere neden olmuştur. En sık gözlenen anormallikler C-metafaz, poliploidi, iki çekirdekli hücreler, yapışıklık ve tripolar telofazdır (Abdou and Ahmed, 1989).

Vicia faba'da igran, topogard ve eptam herbisitlerinin çimlenmeye, büyümeye ve mitoz etkileri incelenmiştir. Bütün herbisitler tohum çimlenmesini, kök ve filiz uzunluğunu ve mitotik aktiviteyi azaltmıştır. C-metafaza, tetraploidiye, iki çekirdekli hücrelere, yapışıklık ve iğ dağınkılığına neden olmuştur (Ashour and Abdou, 1990b).

Mercimekte, prometryn, trifluralin ve EPTC (eptam) herbisitlerinin sitoloji ve gelişme üzerine etkileri incelenmiştir. Bütün muameleler mitotik indeksin düşmesine ve interfazdaki hücrelerin sayısının artmasına neden olmuştur. Bütün herbisitler iğ oluşumunu inhibe etmiş, EPTC, çeşitli kromozom anormallikleri ile sonuçlanan klastojenik etkiler göstermiştir (Abdou and Ahmed, 1990).

Isoproturonun *A. cepa*'da kök meristemine etkileri incelendiğinde doza bağlı olarak kök büyümesi yavaşlamış ve mitoz azalmıştır. Isoproturonun klastojenik olmaktan ziyade oldukça fazla turbojenik (iğ zehiri) olduğuna karar verilmiştir. Çeşitli mitotik anormalliklerin yanı sıra, kromozom kırıklarına yol açması mutajenik olabileceğini akla getirmektedir (Chauhan and Sundararaman, 1990a). Ayrıca elektron mikroskobu çalışmaları, isoproturonun soğan kök ucu hücrelerinde nukleusu ve mikrotüpcükleri etkilediğini göstermektedir (Chauhan and Sundararaman, 1990b).

Brezilya'da pestisitlere maruz kalan 23 işçinin periferik lenfosit kültürlerinde kromozomal anormallik frekansları incelenmiştir. Pestisitlere maruz kalmamış kişilerden yaş, cinsiyet ve sigara içme alışkanlığı bakımından birbirine yakın

olanlar negatif kontrol olarak seçilmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, pestisitlere maruz kalan işçilerde kromozomal anormallik frekansında önemli bir artış tespit edilmiştir (Antonucci and Cólus, 2000).

Triazine grubu herbisitlerden atrazine, simazine ve cyanazine herbisitlerinin insan lenfosit kültürlerinde SCE ve kromozomal anormallik oluşumuna etkisi araştırılmış ve üç herbisitinde SCE ve kromozomal anormallikleri artırdığı belirlenmiştir (Kligerman et al., 2000a). Aynı araştırmacılar tarafından yapılan bir diğer çalışmada aynı herbisitler fare kemik iliğinde mikronukleus (MN) testine tabi tutulmuştur. Bu herbisitlerin hiç biri kemik iliğinde MN oluşumuna neden olmamıştır. Bu herbisitlerin genotoksik etkilerinin kemik iliği mikronukleus testi ile ölçülemediği düşünülmüştür (Kligerman et al., 2000b).

Bütün bu çalışmalar herbisitlerin nükleik asitleri, mitoz bölünmeyi ve kromozomları etkilediğini göstermektedir.

Herbisitler, etki durumlarına göre selektif (seçici) veya selektif olmayan (seçici olmayan) ilaçlar olarak nitelendirilir. Seçici olan herbisitler kültür bitkisine zarar vermeden yabancı otları öldüren veya büyümesini durduran kimyasal maddelerdir. Seçici olmayan herbisitler ise gerekli miktarda atıldığı zaman mevcut bütün bitkileri imha eden ilaçlardır. Genel olarak doz artırıldıkça herbisitlerin seçici olma durumları da ortadan kalkar. Seçici ilaçlar yabancı otların hububatta, sebzelerde, çayır ve meralarda, orman ve fidanlıklarda rekabetini önlemek için kullanılır. Selektif olmayan ilaçlar ise yol kenarında, demiryolunda, çit etrafında, endüstri sahalarında, askeri maksatlarla kullanılabilir.

Herbisitler kontak veya sistemik surette hareket ederek bitkileri öldürürler. Kontak olarak kullanılan herbisitler genellikle tek yıllık (annual) bitkilere etkili olup temas ettikleri bitki organlarını öldürürler. Sistemik ilaçlar ise tatbik noktasından hareketle meristematik bölgelere yayılarak bitkileri öldürürler. Sistemik ilaçlar bilhassa çok yıllık derin köklü yabancı otlara karşı tesirlidir. Kontak ilaçların tesiri akut olup derhal bitkiyi etkiler. Sistemik olanlar ise, genellikle kronik bir etki gösterir (Güneyli, 1973).

Bazı herbisitler yalnız yaprak kısmından, bazıları ise hem kök hem de bitkinin toprak üstü kısımları tarafından alınır. Diğer bazı herbisitler ise yalnız bitki kökleri tarafından alındığı için yaprağa verildiği zaman etkisizdirler. Toprağa atılan ilaçlar su içerisinde erimiş çözelti veya organik çözücülerdeki çözeltileri şeklinde uygulanır (Güneyli, 1973).

Ülkemizde en yaygın kullanılan herbisitlerin başında trifluralin, 2,4-D amin ve 2,4-D ester gelmektedir. Bu herbisitler meyve, ayçiçeği, pamuk, soğan, domates, patlıcan, fasulye ve hububatlarda üretimi düşüren *Amaranthus* sp., *Lamium* sp., *Capsella* sp., *Ranunculus* sp., *Papaver* sp., *Polygonum* sp., *Urtica* sp., *Viscum album* ve bir çok geniş yapraklı tek yıllık yabancı otun kontrolünde kullanılmaktadır. Bu herbisitlerden daha az olmakla birlikte butralin, atrazine ve atrazine+metolachlor herbisitleri de sıklıkla kullanılmaktadır. Bu herbisitlerden atrazine ve atrazine+metolachlor, bağ, meyve, mısır ve yoncalarda ve boş alanlarda zararlı olan, dar ve geniş yapraklı yabancı otların temizlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Butralin ise ayçiçeği ve soğan tarlalarındaki dar ve geniş yapraklı yabancı otların kontrolünde kullanılmaktadır.

Bu araştırmada kullanılan herbisitlerden illoxa (diclofop-methyl) Fenoksi bileşiklerine dahildir. Bu herbisitinin çevreye etkileri, biyolojik, metabolik ve toksik özellikleri şu şekilde açıklanmaktadır:

Bu pestisit, balıklar için toksiktir. Uygulama bölgesine yakın su bulunmamasına dikkat edilmelidir. Hava koşullarının su birikintilerinin oluşmasına yol açacağı durumlarda uygulanmamalıdır. Su yüzeyine direk uygulamadan kaçınılmalıdır. İşlenebilir topraklar veya sular, ekipmanların temizlenmesi esnasında ya da atıklarla kontamine olmamalıdır (Beste et al., 1983).

Uygulamayı takip eden birkaç gün içinde semptomlar belli olmaz. Bu da fizyolojik fonksiyonların etkilenmesinden önce latent dönem olarak ortaya çıkar. Bu latent dönem esnasında gövde ve kök büyümesi durur, hassas bitkiler solmaya başlar ve yapraklarında klorotik benekler görülür. Bu klorosis alışılagelmiş venial (damarsal) veya marjinal (kenarlarda) tipte değildir. Süreye bağlı olarak dağınık büyük lekelerin miktarı da artmaktadır. Bu safhada, etkilenmiş bitki çok az kök gelişim gösterir ve topraktan kolayca sökülebilirler. Testler, hassas bitkilerde karbondioksit kullanımının şiddetli bir şekilde düştüğünü göstermiştir. Bu düşüş başlangıçta yavaştır fakat birkaç gün sonra (çim türüne bağlı olarak 4–7 gün), karbondioksit tüketiminin düşüşü çok hızlı bir şekilde sıfır noktasına ulaşmaktadır. Bazı araştırmacılar bu latent dönemi diclofop-methyl'in fotosentezdeki fizyolojik işlemlerden ziyade fotosentezin gerçekleştiği hücre yapısındaki mekanik etkileri nedeniyle olduğunu düşünmektedirler. Ancak bu sebep veya etki ilişkisinin olup olmadığı açıklığa kavuşmamıştır (Beste et al., 1983).

Bitkilerde gözlenen semptomlar farklılıklar göstermektedir. Genellikle yabancı otlarda yukarıda anlatılan etkiler görülebilir. Uç yanmasıyla başlayan ve yaprak tabanına doğru ilerleyen bir çürüme görülür. Diğer taraftan kendiliğinden yabancı olarak yetişen mısır çok az renk değişikliği geçirir, fakat toprak hizasında gövdenin zayıflaması, mısırın devrilmesine ve ölümüne neden olur. Toplu ölümler, hassas çimlerde 1-3 yapraklı safhada yapılan

muamele sonucunda gözlenmektedir. Tamamen ölüm için daha yüksek oranlarda kullanım gerekmektedir. 4-5 yapraklı safhada muamele yapılmamakla beraber hassas bitkiler için bu uygulama uygun olabilir. Yaşlı çimlere uygulandığında büyüme büyük oranda azalmaktadır. Yabancı otların hassasiyetlerinin farklı olması; post-emergens (çıkış sonrası) uygulama zamanı ve oranındaki farklılıktan dolayıdır. Pre-emergens (çıkış öncesi) uygulamalarda sürgün toprak üzerinde görülmelidir. Uygulamadan sonra sürgün genellikle büyümez ve morumsu bir renk alır ve daha sonra da ölür (Beste et al., 1983).

Hektar başına 3.4 kg'ın üzerinde etkin madde uygulandığı tarla çalışmaları toprakta çok düşük miktarda kaldığını göstermiştir. Bu kalıntılar hasat esnasında toprak seviyesinin 0-7.5 cm derinliğinde bulunmakta, nadiren bu kalıntıların çok az bir kısmı 15 cm'in altına ulaşmaktadır. Bu çalışma diclofop-methyl'in aşağı veya yanlara doğru süzülmediğini ve topraktan hızla kaybolduğunu göstermektedir.

Çizelge 2.1. Illoxanın toksik özellikleri (Beste et al., 1983)

Oral LD50	Rat Köpek	557-580 mg/kg >1600 mg/kg
Dermal LD50	Rat Tavşan	>5000 mg/kg 180 mg/kg
Göz tahrişi	Tavşan	3,7 veya 24 saatte hiçbir semptom yoktur.
Deri tahrişi	Tavşan	24, 48 ve 72 saatte indeks sıfırdır.
İnhalasyon	Rat	>3.83 mg/lt/saat

Bu çalışmada kullanılan bir diğer herbisit racer (flurochloridone)dir. Bu herbisit herhangi bir gruba dahil edilmemiş olup, diğerleri grubunda yer almaktadır.

Racer memelilerde düşük toksisiteye sahiptir. Kolayca parçalanır, toprak ve bitkilerde metabolize olur.

Racer 25 EC standart formülasyondur fakat Racer 25 CS bir çok ülkede onun yerine kullanılmaktadır. Racer 25 CS herbisitinin ürün güvenliği daha fazladır, çünkü aktif maddesi mikro kapsüllerden çok yavaş serbest bırakılmaktadır. Racer 25 EC kuru şartlarda daha yüksek yabancı ot kontrolü sağlayabilir. – 10 °C'nin altında kararlıdır. Racer rutubetten etkilenir ve rutubet arttıkça yabancı ot kontrolü artar, bu durum yağış miktarı fazla olan veya toprağın sulandığı bölgelerde yabancı ot oranının azalmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte racer kısmen kuru toprak şartlarında iyi bilinen herbisitlerden (prometryn, linuron veya metribuzin) nispeten daha iyi yabancı ot kontrolü sağlamaktadır.

Racer bitkinin kökleriyle alınmakta ve hassas bitkilerde hızla köklerden yaprak dokularına taşınmaktadır. Çimlenmeye başlayan yabancı otlar ortaya çıkmadan önce beyazlaşır ve hızla ölür. Dirençli bitkilerde racer ya taşınmaz ya da önemsizmeyecek derecede taşınır.

Herbisit aktivitesi, yaprak dokularında bulunan kloroplastlarda gerçekleşir. Racer gün ışığıyla foto-oksidasyona karşı klorofili korumaktan sorumlu olan β -karoten sentezini bloke etmektedir. Bu koruma olmadığında klorofil parçalanır ve bitki beyazlaşır. Bu herbisite hassas ürünler: turpgiller, şekerpancarı ve meyve ağaçlarının genç yaprakları ve asmalardır.

Kullanım alanları:

Ayçiçeği tarlalarında yüksek miktarda ürün alınmasını engelleyen *Solanum* spp., *Sinapis* spp., *Raphanus* spp., *Hibiscus* spp., *Datura* spp. gibi yabancı otları kontrol etmede kullanılır.

Patates tarlalarında ürünün verimini ve kalitesini etkileyen *Solanum nigrum* ve *Galium* spp. türlerinin güvenilir bir şekilde kontrolünü sağlamada kullanılır.

Havuç üretimi yapılan tarlalarda bir çok tek yıllık geniş yapraklı ve tek yıllık buğdaygilleri kontrol etmektedir. Bunlar arasında *Chenopodium* sp., *Amaranthus* sp., *Polygonum aviculare*, *Solanum nigrum*, *Sinapis arvensis*, *Papaver rhoeas* gibi türler yer almaktadır.

Kışlık buğday, kışlık çeltik alanlarında racer, pre-emergens olarak kullanılır. Tek yıllık buğdaygillerden, *Apera*, *Poa* ve *Alopecurus* spp.'nin orta dereceli istilasında kullanılır. Racer *Galium* dahil tek yıllık geniş yapraklı yabancı otların kontrolünde çok iyi sonuç verir.

Mısır üretiminde racer, ekimden önce yüzeysel olarak uygulanır. Tek yıllık geniş yapraklı yabancı otların kontrolünde etkilidir.

Şeker kamışı tarımı yapılan alanlarda çoğu tek yıllık yabancı otların kontrolü için bitkinin gelişmeye başladığı ilk 5 gün içinde 4-6 l/ha olarak racer uygulandığında, bir çok tek yıllık yabancı otların kontrolünü sağlamaktadır. Racer 6 l/ha olarak uygulandığında bundan *Digitaria ciliaris* çok etkilenirken, *Brachiaria milformis* orta derecede etkilenmektedir. Geniş yapraklı yabancı otlardan *Calopognium mucniodes*, *Cleome aculeate*, *Passiflora foetida*, *Trianthema portulacastrum*'un kontrolünde çok iyi sonuç verir.

Meyve ağaçları gibi çok yıllık ürünlerin üretiminde racer 6 l/ha olarak kış sonbahar başında temiz toprak yüzeyine uygulandığında *Convolvulus arvensis* dahil bir çok tek yıllık yabancı otun kontrolünü sağlar.

Racer, toksikolojik ve ekolojik yönden incelenen yeni bir herbisittir. Teknik olarak racer düşük oral ve dermal toksisiteli bir materyaldir. Pratikte ise deri ve göz için tahriş edici olmayan bir ilaçtır. Racer 25 EC de düşük oral ve

dermal toksisiteye sahip, deri ve göz için tahriş edicidir (Sutton and Pidgeon, 1990).

Çizelge 2.2. Racer'in toksik özellikleri (Sutton and Pidgeon, 1990)

	Teknik Racer	Racer 25 EC
Akut oral LD ₅₀ erkek rat	4000 mg/kg	2529 mg/kg
Akut oral LD ₅₀ dişi rat	3650 mg/kg	1865 mg/kg
Akut dermal LD ₅₀ tavşan	>5000 mg/kg	>4000 mg/kg
Göz tahrişi, tavşan	tahriş edici değil	tahriş edici
Deri tahrişi, tavşan	orta dereceli tahriş edici	orta dereceli tahriş edici
Akut inhalasyon LD ₅₀	-----	5.4 mg/ 1/4 saat

Toksisitenin Ölçümünde Sıkça Kullanılan Metotlar

Pestisitler, genetik etkileri kontrol edilmemiş kimyasal maddeler oldukları ve çeşitleri devamlı olarak arttığı için insanlar açısından tehlike oluşturmaktadırlar. Bu maddelerin zararlarının tam olarak bilinmemesine rağmen, insan sağlığına zararlı olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle tarımda ve diğer bir çok sahalarda kullanılan pestisitlerin genetik etkilerinin belirlenmesi için farklı organizmalarda, farklı tiplerde mutajenite testleri uygulanmaktadır. Mutajen veya kanserojen maddelerin etkilerinin incelendiği bu testlerde mayalar, bakteriler, bitkiler, hayvanlar ve insan hücre kültürleri kullanılmaktadır.

Bakterilerle yapılan testler arasında *Salmonella* mutajenite testi, *Bacillus subtilis* tamir testi yer almaktadır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanı *Salmonella* mutajenite testidir. Ayrıca bakterilerde kararsız-değişim

(fluctuation) testi kullanılmaktadır. Bu test spontan mutasyonların oranının ölçümü için seçici bir ajanın adaptasyonundan ziyade, tesadüfi mutasyonların olduğu bakteri varyantlarının gösterilmesi için geliştirilmiştir. Bu gün her iki amaç için de kullanılmaktadır.

Mutajenite testlerinde oldukça yaygın olarak kullanılan bir başka organizma *Drosophila*'dır. Bunun için çeşitli metotlar geliştirilmiştir: toksisite testi, sterilite testi, dominant letalite testi, eşeye bağlı resesif letalite testi, Basc (Muller-5) testi, sarı-bar testi, somatik hücrelerin kullanıldığı test tekniği bunlardan bazılarıdır. *Drosophila*'da eşeye bağlı letalite test sistemi mutajenite testleri içinde en fazla kullanılanı olmakla birlikte, bu test sadece germinal mutasyonlarla sınırlıdır. Bundan başka eşeye bağlı w lokusundaki genetik kararsızlık kullanılarak yapılan test sistemi (UZ test sistemi) de uygulanmaktadır. Bu sistem mutajenik ajanlar için oldukça hassastır ve etkileri germinal dokuların yanı sıra somatik dokularda da gözlenebilmektedir (Kilbey et al., 1984)

Genotoksisite testleri *Saccharomyces cerevisiae* (maya)'da da yapılmaktadır. Genetik analizler $n=17$ kromozom sayılı olanlarda yapılmaktadır. Kromozomları çok küçüktür, ışık mikroskopunda sayılamamaktadır. Bu nedenle mutasyonların saptanması için çeşitli test sistemleri geliştirilmiştir. Bunlar selektif veya selektif olmayan tekniklerdir. Revers mutasyonlar selektif tekniklerle tespit edilebilmektedir. Mayalarda çalışılan temel tekniklerden biri mitotik rekombinasyonun belirlenmesidir. Selektif olmayan mitotik krossing-over testi resesif renk markerlarının dağılımına dayanmaktadır. Selektif mitotik rekombinasyon testi ise gen konversiyonu denilen non-resiprokal intragenik rekombinasyonla saptanmaktadır. Kromozomlarda anöploidi oluşumunun incelenmesi amacıyla da mayalar kullanılabilmektedir.

Mutajenite testlerinde memeli hayvanlar kullanılarak mutajenlerin insanlar üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmaktadır. Rat hepatositlerinde kimyasal, fiziksel veya enzimatik etkilerin neden olduğu DNA tek ipliğindeki kırıkların hassas bir şekilde ölçülmesi alkalın metodu ile yapılmaktadır. Bu metot ilk olarak memeli kültürlerinde DNA tek iplik kırıklarının tespiti için geliştirilmiştir. DNA timidin ile radyoaktif olarak işaretlenmekte ve filtrelerden geçirilerek ufak moleküler ağırlık değişiklikleri hassas olarak saptanmaktadır. Farelerin kullanıldığı mutajenite testleri, spesifik lokus testi, spot testi, erkek farelerde dominant letalite testi gibi testlerdir. Diğer bir test olan sperm morfolojisi testi; fiziksel veya kimyasal ajanların neden olduğu spermatojenik hasarların ölçülmesi için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Memelilerin oosit, zigot ve preimplantasyon embriyolarda yapısal kromozom anormalliklerinin ve anöploidilerin saptanması sitogenetik metotlarla mümkün olmaktadır.

Yine memelilerde sık kullanılan bir diğer test ise kemikiliği mikronukleus testidir. Mikronukleus frekansı kromozomal kırıkların (veya kromozomal kayıpların) ve bölünen hücrelerin oranına bağlıdır. İnterfaz hücrelerinde mikronukleus taraması çok kolay ve hızlıdır. Ancak kromozomal hasarın ölçüldüğü metafaz hücrelerinin taranması daha zahmetli ve yavaştır. Bu nedenle mikronukleus testi daha fazla tercih edilmektedir.

En yaygın kullanılan mutajenite test tekniklerinden biri de kardeş kromatit değiş-tokuşu (sister chromatid exchange =SCE) metodudur. Bu metotta izotip ve otoradyografik işlemler kullanılmaktadır. 5-Bromodeoxyuridine (BudR) ile işaretleme yapılır ve kardeş kromatitler arasında BudR verilmesiyle oluşan fark, floresan, floresan + giemsa veya giemsa boyama metoduyla gözlenmektedir. SCE incelemelerinde çeşitli bitkiler kullanılmakla birlikte en çok *Vicia faba* ve *Allium cepa* tercih edilmektedir (Kilbey et al., 1984).

Mutajenite testlerinde sitogenetik teknikler de yaygın olarak uygulanmaktadır. Kromozomal anormalliklerinin tespiti ile mutajenite testleri insan periferik lenfositlerinde de gerçekleştirilmektedir. Bu amaçla *in vitro* anafaz ve metafaz preparatları incelenmektedir. Mutajenlere maruz kalmış bireylerin lenfositleri kromozom yapılarındaki değişikliklerin hassas bir indikatörüdür (Kilbey et al., 1984).

Toksisite ölçümünde kullanılan metotlardan biri de *Allium* testidir. Çevresel etkilerin belirlenmesinde kullanılan temel araştırmalarda, bitki materyallerinin kullanılması yerinde ve faydalı bir metottur. “Çevresel mutajenlerin belirlenmesinde yüksek yapılı bitki sistemleri” adlı bir bilimsel toplantıda “bitki sistemlerinin, özellikle çevresel etkilerin gözleminde ve araştırılmasında materyal olarak kullanılmasının çok uygun olduğu” ifade edilmiştir (De Serres, 1978). Bu tür araştırmalarda bitkilerin kullanılmasının bir çok nedeni vardır. Bitkilerin depolanması, taşınması ve kullanılması çok kolaydır, ucuzdur, genellikle güzel ve iyi gözlenebilen kromozomları vardır. Buna ilaveten bitki kökleri biyolojik testler için çok faydalı materyallerdir. Çünkü, kök uçları, doğada toprağa ve suya karışan kimyasallara maruz kalan ilk yapılardır. Bu nedenle, kök ucu sistemlerinin incelenmesi, çevresel etkilerin incelenmesinde hızlı ve hassas bir metot olup, iki seviyede gözlem yapılabilmektedir. Makroskobik düzeyde gözlenebilen büyümedeki düzensizliklere ilaveten, hücre ve doku çalışmaları mikroskobik düzeyde (C-mitoz, yapışıklık, kromozom kırıkları vb.) çevresel etkinin zararları hakkında kalitatif ve kantitatif açıdan detaylı bilgi vermektedir.

Allium kök uçları, kimyasalların neden olduğu biyolojik etkilerin araştırılmasında, *Allium* testinin ilk kez Levan (1938) tarafından icat edildiği günden beri kullanılmaktadır. Bunun yanında diğer bir çok kök ucu sistemleri

de klasik bir metot şeklinde kullanılmakta olup, bu bitkilere *Vicia faba* (Kihlman, 1975) ve *Tradescantia* (Ma and Grant, 1982) örnek verilebilir.

Allium test metodu, kullanılan kimyasalın çeşitli toksik ve klastojenik etkilerini direkt olarak göstermektedir. Bunun da ötesinde, bitkiler insanoğlunun en büyük yiyecek kaynağını oluşturması nedeniyle de, çevresel kimyasalların, bitkiler üzerindeki etkilerinin araştırılması daha önemli ve daha faydalıdır.

Bütün bu nedenler dikkate alınarak, bu çalışmada illoxan ve racer herbisitlerinin zararlı etkileri olup olmadığı, varsa ne tür etkilerinin olduğunun araştırılmasında Allium testi uygulanmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

a) Bitki materyali

Araştırma materyali olarak *Allium cepa* L. (mutfak soğanı) ($2n=16$) kullanılmıştır. Soğan, elde edilmesi kolay olması ve çok iyi çimlenmesi nedeniyle kimyasal mutajenlerle ilgili çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır (Badr and Ibrahim, 1987; Badr, 1988; Hidalgo et al. 1989, 1990; Topaktaş and Rencüzoğulları, 1996). *Allium cepa*'nın kromozom sayısı az, kromozomları büyük, elde edilmesi kolay ve ucuz olması, bütün bir yıl boyunca köklenerek bolca mitotik hücre elde edilebilmesi nedeniyle bir çok mutajenite deneylerinde olduğu gibi, bu çalışmada da tercih edilmiştir.

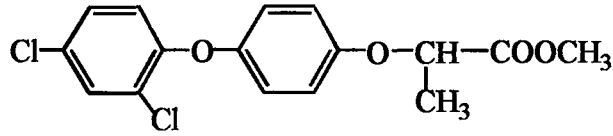
b) Herbisit materyali

Bu araştırmada pestisit olarak, yabancı otları öldürücü Illoxan 28EC (Diclofop methyl) ve Racer 25EC (Flurochloridone) herbisitleri kullanılmıştır.

Illoxan

Aktif maddesi diclofop methyl olan fenoksi grubuna dahil bir herbisittir. Etkin madde miktarı 284g/lt'dir. Açık adı diclofop-methyl (Methyl 2-[4-(2,4 – dichlorophenoxy) phenoxy] propanoate veya 2-[4 – (2,4 – dichlorophenoxy) phenoxy] methyl – propanoate)'tır.

Yaygın adı: diclofop 2-[4 – (2,4 – dichlorophenoxy) phenoxy] propanoic acid (WSSA) veya diclofop-methyl'dir. Diclofop'un methyl esterleri yaygındır. Moleküler ağırlığı 341g/mol, moleküler formülü $C_{16}H_{14}Cl_2O_4$ 'tür. Yapısal formülü aşağıda gösterilmiştir.



Diclofop methyl tek yıllık buğdaygillere dahil olan yabancı otlara karşı kullanılan selektif bir herbisittir. Genellikle erken post-emergens olarak uygulanır. Ancak pre-emergens ve pre-plant (bitki öncesi) olarak toprağa uygulandığında tek yıllık buğdaygilleri kontrol etmektedir. Esas olarak buğday, arpa ve soya fasülyesi gibi ürünlerde kullanılmaktadır. Kullanıldığı diğer bitkiler, bezelye, mercimek, keten, şeker kamışı ve bir çok geniş yapraklı ürünlerdir.

Postemergens olarak etkili olduğu tek yıllık buğdaygiller:

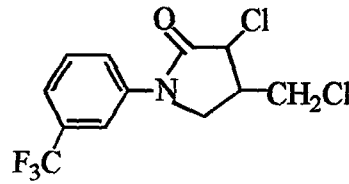
Lolium multiflorum (kısmi kontrol), *Brachiaria platyphylla*, *Digitaria* ssp., *Panicum dichotomiflorum*, *Setaria faberii*, *Setaria viridis*, *Rottobellia exaltata*, *Avena fatua*, *Panicum capillare* (kısmi kontrol), *Zea mays*, *Setaria lutescens*.

Bromus tectorum ve *Bromus rigidus*, herbisit in toprağa pre-emergens olarak uygulanmasıyla kontrol edilmektedir. Bunlar esas olarak kuru alanların türleridir, bu nedenle tohumların çimlenmemesi için alanın ilaçlanması gereklidir.

En etkili post-emergens uygulama dar yapraklı bitkilerde 2-4 yapraklı dönemde yapılır. Daha sonraki evrelerde yapılan uygulamalar duyarlı türleri dahi kontrol etmeyecektir. Post-emergens uygulamalar *Bromus* türlerini kontrol etmemektedir. Pre-emergens uygulamalar *Digitaria* ssp. türleri, *Setaria lutescens* ve *Panicum dichotomiflorum* gibi türlerin kontrolünde en yaygın olan yoldur (Beste et al., 1983).

Racer

Aktif maddesi flurochloridone olan yeni bir pyrrolidone herbisittir. Etkin madde miktarı 250g/lt'dir. Açık adı 3-chloro-4-(chloromethyl)-1-(3-(trifluoromethyl) phenyl)-2-pyrrolidinone, yaygın adı: flurochloridone, kimyasal formülü: $C_{12}H_{10}NOF_3Cl_2$ 'dir. Moleküler ağırlığı: 312.12 g/mol'dür. Yapısal formülü aşağıdaki gibidir:



Racer, patates, ayçiçeği, havuç, bezelye, kışlık buğday, kışlık çeltik, mısır, şeker kamışı ve meyva ağaçlarının yabancı otlarının kontrolü için pre-emergens olarak toprağa uygulanan bir herbisittir.

Racer geniş oranda tek yıllık geniş yapraklı yabancı otların ve tek yıllık dar yapraklıların kontrolünde kullanılmaktadır. Etkili olduğu türlerden bazıları: *Stellaria media*, *Veronica hederifolia*, *Viola arvensis*, *Amaranthus retroflexus*, *Portulaca oleracea*, *Solanum nigrum*, *Galium aparine*'dir. Kullanımdan sonra ürünlerin gelişmesini sağlamak ve hasatı kolaylaştırmaktadır.

Racer başka herbisitlerle karıştırılabilir veya ürüne göre bir çok pre-plant ve pre-emergens herbisit ile (trifluralin, alachlor, metolachlor, acetochlor, EPTC, atrazine, isoproturon, neburon gibi) ardarda kullanılabilir. Tek yıllık ürünlerde, eğer yabancı otlar çıkmaya başlamışsa, racer ve diquat veya paraquat karışımı ile muamele edilmelidir (Sutton and Pidgeon, 1990).

3.2. Metot

Illoxan ve racer herbisitlerinin sitolojik etkilerinin belirlenmesi için kullanılacak dozların seçiminde LD₅₀ değeri = kök uçlarının büyümesini kontrole nazaran %50 oranında azaltan doz esas alınmıştır. Bu dozun belirlenmesi için 1-2 cm çapındaki arpacık soğanları kullanılarak büyümeyi azaltma (inhibisyon) testi yapılmıştır. Bu testte kullanılacak soğanların soyulmuş ve sarkan dış kabukları temizlenmiş, taze ve canlı görünenleri seçilmiştir. Hem kontrol grubu ve hem de deneme grupları için 5'er soğan kullanılmıştır. Kontrol grubu soğanları saf suda, uygulama grubu soğanları ise illoxan ve racer herbisitlerinin aşağıda verilen konsantrasyonlarında 4 gün boyunca bekletilmiştir. Bu esnada çözeltiler azaldıkça, ilave yapılmıştır. Dört gün sonunda her soğandan en uzun 10 kök kesilip ölçülmüş ve böylece her bir konsantrasyon için 50 ölçüm (5 soğan x 10 kök) yapılmıştır. Kontrol ve uygulama dozları için bu ölçümlerin ortalaması esas alınmıştır.

Büyümeyi azaltma testi için illoxanın 500, 1000, 2000, 3000, 5000 ve 7000 ppm'lik konsantrasyonları, Racerin ise 100, 500, 1000, 2000, 3000, 5000 ve 7000 ppm'lik konsantrasyonları oda sıcaklığında ($\sim 21 \pm 2$ °C) kullanılmıştır. Fakat bu dozların çok yüksek ve LD₅₀ dozunun üzerinde olduğu, kullanılan dozların hiç birinde kontrolün yarısı kadar dahi uzama olmadığı gözlenmiştir. Yalnız racerin 100 ppm'lik konsantrasyonu kontrolün yarısına yakın bir uzamaya neden olmuştur. Bu nedenle büyümeyi azaltma testi her iki herbisit için de yeniden uygulanmıştır. Bu kez illoxan için 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 ppm'lik, Racer için ise 20, 40, 60 ve 80 ppm'lik konsantrasyonlar kullanılmıştır. Bu dozlardan illoxanın 100-150 ppm ve racerin 60-80 ppm'lik dozlarının uygulandığı soğanlarda, kontrol grubunun yarısına yakın kök uzunluğu gözlenmiştir. LD₅₀ dozunu daha da kesinleştirmek için büyümeyi azaltma testi bir kez daha tekrarlanmıştır. Bu testte illoxan için 10, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300 ppm'lik

konsantrasyonlar, racer için 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 ve 80, 90, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300 ppm'lik konsantrasyonlar kullanılmıştır. Sonuçta LD₅₀ dozunun illoxan için 150 ppm ve Racer için de 80 ppm olduğu belirlenmiştir.

LD₅₀ dozu belirlendikten sonra, uygulama dozu olarak LD₅₀, LD_{50/2} ve LD_{50 /4} değerleri esas alınmıştır. Buna göre illoxan herbisitinin 150, 75 ve 37,5 ppm'lik, racer herbisitinin ise 80, 40 ve 20 ppm'lik dozları seçilmiştir. Uygulama süresi olarak *Allium cepa*'nın bir hücre siklusu süresi esas alınarak (~24 saat), 12, 24 ve 48 saat kullanılmıştır.

Illoxan ve racer herbisitlerinin her bir konsantrasyonu 12, 24 ve 48 saat süreyle *A. cepa*'ya uygulanmıştır. Ayrıca her bir süre için bir de kontrol grubu oluşturulmuştur. Bu uygulamaların her birinde 12 adet soğan kullanılmış ancak incelemeler 10 adet soğandan elde edilen kök uçlarında yapılmıştır.

Allium cepa kök uçlarına, illoxan ve racer şu şekilde uygulanmıştır. 24 Adet soğan saf suda çimlendirilmiş ve kök uzunlukları 1-2 mm olduğunda 12 tanesi kontrol grubu olarak alınmış ve saf suyu tazelenmiştir. Diğer 12 soğan ise herbisit çözeltisi içine alınmıştır. Bu iki grup 48 saat süreyle direk ışık almayan bir ortamda bekletilmiştir. Benzer uygulama 24 ve 12 saatlik gruplar için de uygulanmıştır. Bu işlem aynı anda o herbisit üç dozu için de yapılmıştır. Böylece 12, 24 ve 48 saat bekletilen bir kontrol grubu ile, herbisit üç ayrı dozunda aynı sürelerde bekletilmiş üç ayrı uygulama grubu elde edilmiştir. Bu şekilde aynı anda hem kontrol ve hem de uygulama gruplarından kök uclarının alınmasına olanak sağlanmıştır. Rütün kök ucları

edilmiştir. Tespit işleminden sonra kök uçları %70'lik alkolde buzdolabında +4°C'de depolanmıştır. Bu kök uçları mitotik indeks ve mitozdaki anormalliklerin belirlenmesinde kullanılmıştır.

Metafazdaki kromozomal anormalliklerin incelenmesi için, bu soğanların her birinden alınan birkaç kök ucu, önce α -monobromonaftalin ile buzdolabında 16 saat ilk işleme tabi tutulmuş, daha sonra tespit ve depolama işlemleri yukarıda belirtildiği gibi yapılmıştır.

Mitotik indeks ve faz frekanslarının hesaplanması ve kromozom anormalliklerinin belirlenmesi, her bir dozun her üç süresi için farklı soğanlardan alınan 10'ar kök ucundan, Feulgen metoduna göre yapılan preparatlarda gerçekleştirilmiştir. Kök uçları 1N HCl içinde 60°C'de 12 dakika hidroliz edildikten sonra Feulgen boyasında oda sıcaklığında 1 saat boyanmıştır. Köklerin 2 mm uzunluktaki koyu viyole boyanan uç kısımlarından %45'lik asetik asit ile ezme preparatlar hazırlanmıştır. Geçici olan bu preparatlar sıvı azotta dondurulmuş ve sonra lamelleri kaldırılmıştır. Oda sıcaklığında kurutulan preparatların üzerine DPX damlatılıp yeni bir lamel kapatılarak daimi hale getirilmiştir (Darlington and La Cour, 1976).

Her preparatta 1000 hücre taranmış ve böylece her bir dozun her bir süresi için 10000 hücre incelenmiştir. Daha sonra her bir uygulama ve bunların kontrol grupları için, bölünen hücrelerin toplam hücrelere oranı olarak tanımlanan mitotik indeks hesaplanmış, mitozun her bir safhasındaki hücrelerin oranı belirlenmiştir. Anormal olan safhalar ile bu safhaların oranı tespit edilmiş ve en sık görülen anormalliklerin fotoğrafları çekilmiştir.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

4.1. Sonuçlar

4.1.1. Illoxan

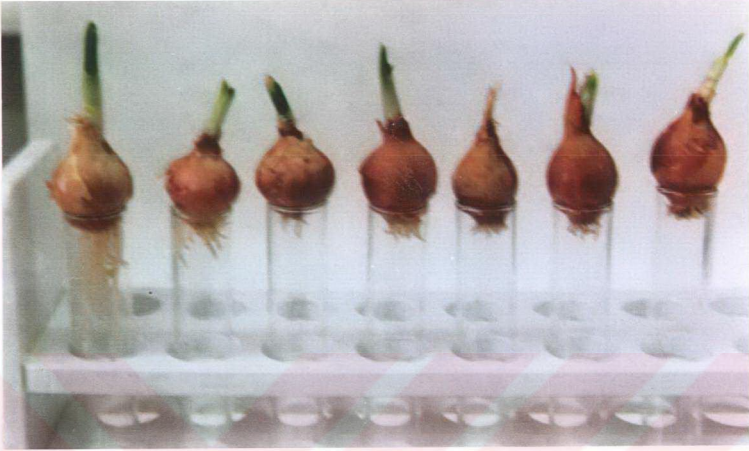
4.1.1.1. Büyümeyi azaltma testi

Illoxan herbisitinin LD₅₀ dozunun belirlenmesi için bir çok büyümeyi azaltma testi yapılmıştır. Bunlardan biri Şekil 4.1’de verilmiştir. Bu denemelerden LD₅₀ dozunun belirlendiği test sonuçlarına, SPSS for Windows V. 9. 01’de tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizi uygulanmış ve ortalamalar arasındaki fark Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile analiz edilmiştir (Çizelge 4.1). Illoxan’da 75 ve 150 ppm arasında istatistiki bir fark olmamasına karşın, bunun 75 ppm’in uygulandığı soğanlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. 50 ppm’de ortalama kök uzunluğu 8,40 mm olarak tespit edilirken, 75 ppm’deki 5,35 mm’ye düşüş sıralamaya uymamaktadır. Nitekim 100 ppm’de ortalama kök uzunluğunda tekrar artış gözlenmektedir. Bu nedenle LD₅₀ dozu olarak 150 ppm alınmıştır.

Çizelge 4.1. Illoxan herbisitinin büyümeyi azaltma testi sonuçları

Dozlar (ppm)	Ortalama uzunluk (mm)*	% Büyüme	% Büyümede azalma
Kontrol	10,73 a	100	-
10	6,47 abc	60,30	39,7
25	8,70 ab	81,08	18,92
50	8,40 ab	78,28	21,72
75	5,35 bc	49,86	50,14
100	6,07 bc	56,57	43,43
125	6,70 abc	62,44	37,56
150	5,57 bc	51,91	48,09
200	3,67 c	34,20	65,80
250	3,10 c	28,89	71,11
300	2,65 c	24,70	75,30

*Aynı harfe sahip değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur.



Şekil 4.1. Illoxan herbisitinin büyüme azaltma testi. Dozlar soldan sağa doğru: Kontrol, 500 ppm, 1000 ppm, 2000 ppm, 3000 ppm, 5000 ppm, 7000 ppm

4.1.1.2. Mitotik indeks ve mitotik faz frekansları

Mitotik indeks ve faz frekanslarının verildiği Çizelge 4.2'deki değerlere SPSS for Windows V. 9. 01'de tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizi uygulanmış ve ortalamalar arasındaki fark Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir.

Yapılan incelemelerde illoxan ile muamele edilen kök uçlarında mitotik indeks üzerinde, dozların ve sürelerin etkileşimi olduğu ortaya çıkmıştır. Mitotik indekste, kontrol grubu ve 37,5 ppm'de süreler göre fark gözlenmemiştir. 75 ppm'de en düşük mitotik indeks 12 saatte, en yüksek mitotik indeks ise 24 saatlik uygulamada ortaya çıkmıştır. Ancak bu değer ile

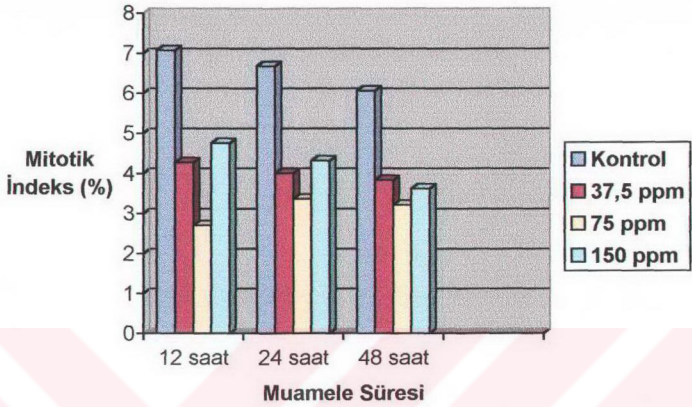
48 saatlik uygulamanın mitotik indeksi arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir. 150 ppm'de en yüksek mitotik indeks 12 saatte gözlenmiştir. 24 ve 48 saatlik uygulamalarda, mitotik indeksin süre artışıyla ters orantılı olarak azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.2, Şekil 4.2).

Faz frekanslarına muamele sürelerinin istatistiki açıdan önemli bir etkisi gözlenmezken, dozların etkisinin olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.2). Metafaz, anafaz ve telofazda kontrole göre önemli bir fark gözlenmemiştir. Profaz frekansında ise kontrole göre bir düşüş belirlenmiştir. En düşük profaz frekansı 75 ve 150 ppm'de gözlenmekle beraber istatistiki açıdan bu ikisi arasındaki fark önemli değildir (Çizelge 4.2, Şekil 4.3).

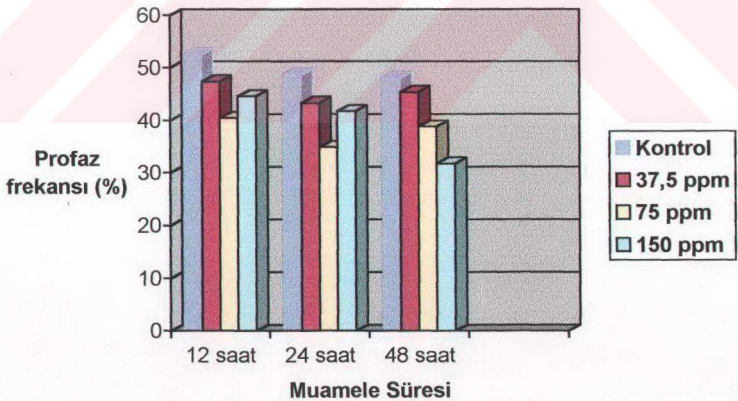
Çizelge 4.2. Illoxan herbisitinin *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde mitoz bölünme üzerinde etkileri

Dozlar (ppm)	Muamele Süresi(saat)	Mitotik İndeks (%)	Profaz (%)	Metafaz (%)	Anafaz (%)	Telofaz (%)
Kontrol	12	7,07 ± 0,63a	52,44	19,30	15,93	12,33
	24	6,68 ± 0,51a	48,58	26,51	12,97	11,95
	48	6,07 ± 0,27a	47,96	26,03	15,08	10,93
	ortalama	6,61	49,66a	23,95a	14,66a	11,74a
37,5	12	4,27 ± 0,38a	47,41	22,39	19,35	10,85
	24	4,01 ± 0,45a	43,34	27,49	15,70	13,47
	48	3,83 ± 0,47a	45,34	27,54	14,70	12,41
	ortalama	4,04	45,37ab	25,80a	16,58a	12,24a
75	12	2,70 ± 0,33b	40,45	28,34	20,24	10,97
	24	3,36 ± 0,34a	34,90	26,79	22,33	15,97
	48	3,21 ± 0,64ab	38,81	25,34	14,48	11,37
	ortalama	3,09	38,05c	26,82a	19,02a	12,77a
150	12	4,75 ± 0,44a	44,60	25,28	22,53	7,59
	24	4,31 ± 0,37ab	41,75	22,82	22,58	12,84
	48	3,62 ± 0,33b	31,77	33,24	18,64	16,35
	ortalama	4,23	39,38bc	27,11a	21,25a	12,26a

*Sütunlarda aynı harfe sahip değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur.



Şekil 4.2. Illoxan ile muamele edilen *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde mitotik indeksteki değişiklikler



Şekil 4.3. Illoxan ile muamele edilen *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde profaz frekansındaki değişiklikler

4.1.1.3. Illoxanın neden olduğu anormalliklerin oranları ve tipleri

Illoxanın mitotik safhalarda neden olduğu anormallik oranları Çizelge 4.3'de gösterilmiştir. Bu çizelgedeki değerlere SPSS for Windows V. 9. 01'de tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizi uygulanmış ve ortalamalar arasındaki fark Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir. Uygulanan her üç dozda metafazda görülen anormallik oranı konsantrasyon artışına paralel olarak, istatistiki açıdan önemli bir artış göstermektedir. En fazla anormalliğe 150 ppm'lik doz neden olmuştur. 37,5 ve 75 ppm arasında istatistiki açıdan önemli bir fark belirlenmemiştir.

Anafaz ve telofazdaki anormalliklerde dozların ve sürelerin etkileşimi söz konusudur. 37,5 ppm'de en fazla anormallik 12 saatte gözlenirken, diğer süreler bunun gerisinde kalmıştır. 75 ppm'de ise 12 ve 24 saatlik uygulamalarda anormallik oranı yüksek çıkarken 48 saatte azalma olmuştur. Bu azalma seçilen preparatlardan da kaynaklanabilmektedir. 150 ppm'de 12 ve 24 saate oranla 48 saatte daha fazla anormallik tespit edilmiştir.

İnterfazda uygulama gruplarında gözlenen anormalliklerin oranları kontrole göre istatistiki açıdan önemli çıkmamıştır.

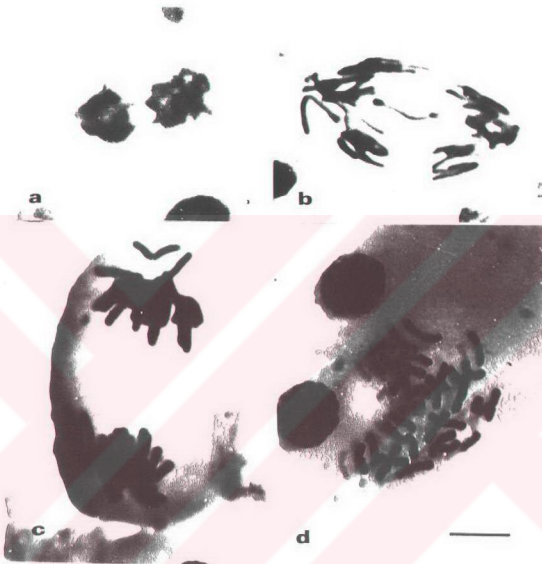
Bu çalışmada safhalara göre anormallik tipleri de belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Metafazda en yaygın olarak gözlenen anormallik tipleri sırasıyla, kromozomlarda yapışıklık, C-metafaz ve fragmenttir (Şekil 4.4.a-c).

Anafaz ve telofazda gözlenen anormallikler ise, köprüler, geri kalmış veya ileri gitmiş kromozomlar, C-anafaz, multipolarlık, fragmentler ve yapışıklıktır (Şekil 4.5.a-h).

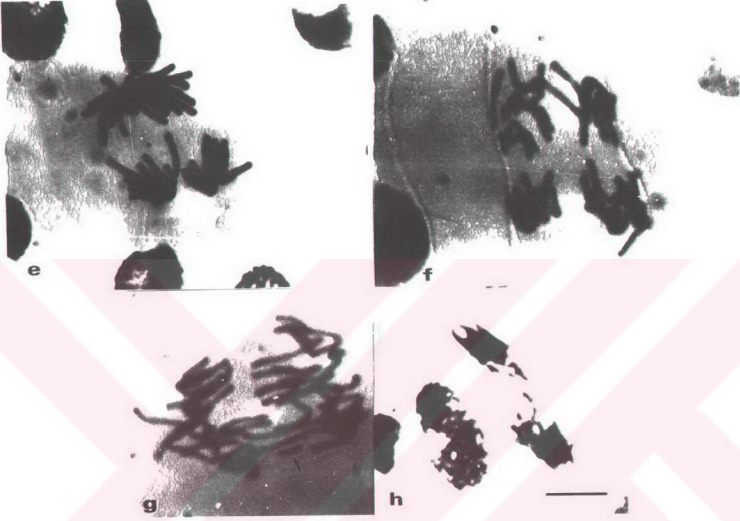
İnterfazda yalnızca mikronukleus oluşumu ve iki çekirdekli hücrelere (Şekil 4.6.a-b) rastlanmıştır.



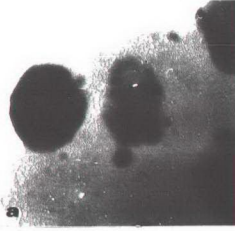
Şekil 4.4. Illoxan ile muamele edilen *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde metafazda görülen anormallikler a) Yapışıklık b) C-metafaz c) fragment Bar = 10 μ m



Şekil 4.5. Iloxan ile muamele edilen *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde anafaz ve telofazda görülen anormallikler a) Köprü b) Geri kalmış kromozom c) İleri gitmiş kromozom d) C-anafaz Bar =10 μ m



Şekil 4.5. Devam, Illoxan ile muamele edilen *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde anafaz ve telofazda görülen anormallikler e-f) Multipolarlık g) Fragment h) Yapışıklık ve köprüler
Bar =10 μ m



Şekil 4.6. Illoxan ile muamele edilen *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde interfazda görülen anormallikler a) Mikronukleus b) İki çekirdekli hücre Bar =10 μ m

Çizelge 4.4’de verilen toplam anormallik oranlarına Z testi uygulanmış ve üç farklı karşılaştırma yapılmıştır:

- Her doz kontrol ile (Çizelge 4.4)
- Bir dozun üç farklı süresi kendi aralarında (Çizelge 4.5)
- Aynı sürenin farklı dozları (Çizelge 4.6) karşılaştırılmıştır.

Buna göre bütün dozlar kontrole göre istatistiki açıdan önemli farka sebep olmuştur. Dozlar ve sürelerle ilgili olarak toplam anormallik oranları kontrole kıyasla artmıştır (Çizelge 4.4).

Her bir dozun farklı süreleri birbiri ile karşılaştırılmış ve 37,5 ile 75 ppm'de 12 saatlik uygulamanın, diğer sürelerden daha yüksek anormallik oranına sebep olduğu gözlenmiştir. 150 ppm'de ise diğerlerinden daha yüksek anormallik oranı gözlenen süre 48 saattir (Çizelge 4.5).

Son olarak aynı sürenin farklı dozları karşılaştırılmıştır. Burada 12 saatlik uygulamalar içinde 37,5 ppm'lik dozun, 75 ve 150 ppm'lik uygulamadan daha yüksek oranda anormallik oluşturduğu ancak, 75 ppm ile aralarında istatistiki açıdan önemli bir fark olmadığı gözlenmiştir. 24 ve 48 saatlik uygulamalarda ise tam tersi bir durum söz konusu olup, dozlar arttıkça her iki uygulama süresinde meydana gelen anormallik oranları da artmaktadır. Bu artış 37,5 ppm ve 75 ppm arasında önemsiz iken, 150 ppm'deki artış bunlara göre önemli çıkmıştır (Çizelge 4.6).

Illoxanın *Allium cepa* kök uçlarına uygulanması ile elde edilen sonuçlara göre, bu herbisit in meydana getirdiği anormal hücre oranları bütün konsantrasyon ve sürelerde kontrole nazaran önemli derecede artışa sebep olmuştur. Bu artış en belirgin şekilde 150 ppm'in 48 saatlik uygulamasında görülmektedir (Şekil 4.8).

Çizelge 4.3. Illoxan herbisitinin *A. cepa* kök ucu hücrelerinde meydana getirdiği anormal hücre oranları

Dozlar (ppm)	ANORMALLİKLER											
	METAFAZDA				ANAFAZ VE TELOFAZDA				INTERFAZDA			
	Muamele Süresi (saat)			Ortalama	Muamele Süresi (saat)			Ortalama	Muamele Süresi (saat)			Ortalama
	12	24	48		12	24	48		12	24	48	
Kontrol	0,01± 0,01	0,00± 0,00	0,00± 0,00	0,003c*	0,01± 0,01a	0,01± 0,01a	0,02± 0,01a	0,013	0,00± 0,00	0,00± 0,00	0,00± 0,00	0,00a
37,5	0,29± 0,08	0,16± 0,04	0,20± 0,05	0,22b	0,37± 0,07a	0,17± 0,03b	0,13± 0,03b	0,22	0,02± 0,01	0,00± 0,00	0,02± 0,01	0,01a
75	0,38± 0,06	0,18± 0,05	0,32± 0,15	0,29ab	0,17± 0,04a	0,20± 0,05a	0,06± 0,03b	0,14	0,03± 0,02	0,04± 0,04	0,01± 0,01	0,03a
150	0,27± 0,06	0,29± 0,08	0,70± 0,18	0,42a	0,20± 0,05b	0,23± 0,06b	0,37± 0,06a	0,27	0,00± 0,00	0,02± 0,02	0,04± 0,02	0,02a
ortalama	0,24a	0,16a	0,30a		0,19	0,15	0,14		0,01a	0,01a	0,02a	

*Sütunlarda aynı harfe sahip değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur.

Çizelge 4.4. Illoxan herbisiti ile muamele edilen *A. cepa* kök ucu hücrelerindeki anormallik tipleri ve anormal hücre oranlarının kontrol ile karşılaştırılması

Dozlar (ppm)	Süre (saat)	Metafazdaki anormallikler			Anafaz ve Telofazdaki anormallikler							İnterfazdaki anormallikler		Anormal Hücre oranı(%)*
		Yapışıklık	C-Metafaz	Fragment	Köprü	Geri kalmış kromozom	İleri gitmiş kromozom	C-anafaz	Multipolarlık	Fragment	Yapışıklık	Micronukleus	İki çekirdekliklik	
Kontrol	12	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,02b
	24	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01b
	48	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	0,02b
37,5	12	10	19	-	4	12	16	1	4	-	-	1	1	0,68a
	24	12	4	-	1	7	6	-	3	-	-	-	-	0,33a
	48	16	4	-	2	3	6	-	2	-	-	1	1	0,35a
75	12	32	5	1	2	7	1	4	-	2	1	3	-	0,58a
	24	16	-	2	6	2	9	-	-	1	2	4	-	0,42a
	48	8	24	-	6	-	-	-	-	-	-	1	-	0,39a
150	12	23	4	-	2	2	11	3	1	1	-	-	-	0,47a
	24	15	12	2	3	4	12	1	2	1	-	-	2	0,54a
	48	51	19	-	13	6	12	1	2	-	3	2	2	1,11a

* Aynı harfle gösterilen değerler arasında $P < 0,05$ ihtimal seviyesinde fark yoktur.

Çizelge 4.5. Illoxan ile muamele edilen *A. cepa* kök ucu hücrelerinde anormallik oranlarının dozlara göre karşılaştırılması

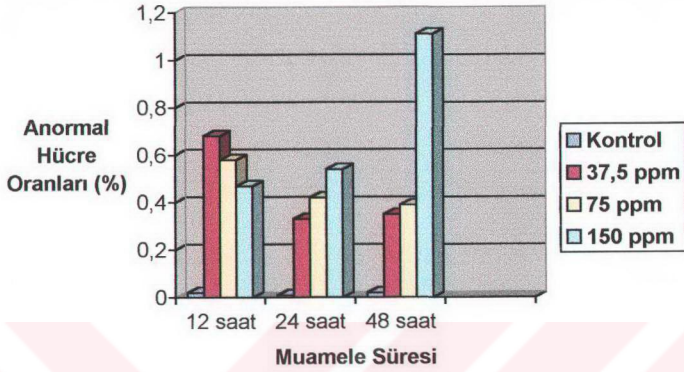
Süre (saat)	Dozlar (ppm)			
	Kontrol	37,5	75	150
12	0,02a	0,68a	0,58a	0,47b
24	0,01a	0,33b	0,42b	0,54b
48	0,02a	0,35b	0,39b	1,11a

*Sütunlarda aynı harfle gösterilen değerler arasında $P < 0,05$ ihtimal seviyesinde fark yoktur.

Çizelge 4.6. Illoxan ile muamele edilen *A. cepa* kök ucu hücrelerinde anormallik oranlarının sürelerle göre karşılaştırılması

Dozlar (ppm)	Süre (saat)		
	12	24	48
37,5	0,68a	0,33b	0,35b
75	0,58a	0,42b	0,39b
150	0,47b	0,54a	1,11a

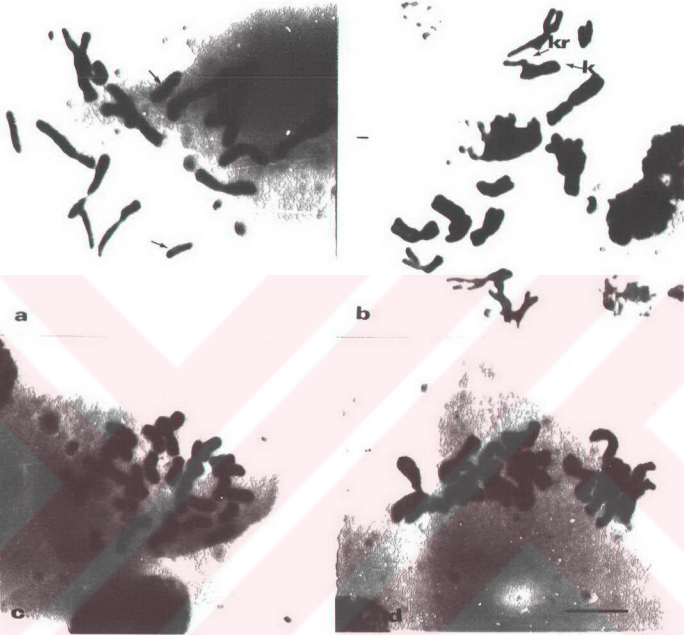
*Sütunlarda aynı harfle gösterilen değerler arasında $P < 0,05$ ihtimal seviyesinde fark yoktur.



Şekil 4.7. Illoxan ile muamele edilen *Allium cepa* kök uçlarında anormal hücrelerin oranları

4.1.1.4. Kromozomal anormalliklerin tipleri ve oranları

Kromozomal anormalliklerin incelendiği preparatlarda belirlenen anormallikler; fragmentler, kromozom ve kromatit kırıkları, tetraploidi ve kardeş kromatitlerde birleşme (Şekil 4.8.a-f) şeklinde gerçekleşmiştir. Toplam kromozomal anormalliklerin verildiği Çizelge 4.7'ye Z testi uygulanmıştır. Buna göre 37,5 ppm'in 48 saatlik uygulamasından itibaren bütün doz ve süreler anormallik oranını kontrole göre önemli oranda artırmıştır (Şekil 4.9). Fakat her bir doz kendi içinde süreleri bakımından karşılaştırıldığında aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark olmadığı gözlenmiştir (Çizelge 4.8). Her bir süre kendi içinde dozları yönünden karşılaştırıldığında 12, 24 ve 48 saatlik uygulamaların hepsinde 75 ve 150 ppm'de gözlenen anormalliklerin, 37,5 ppm'deki anormalliklere nazaran daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ancak, 75 ve 150 ppm'deki değerler arasındaki fark önemli değildir (Çizelge 4.9).



Şekil 4.8. Iloxan ile muamele edilen *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde görülen kromozomal anormallikler a) Fragment b) Kromatit (kr) ve Kromozom kırıkları (k) c) Tetraploidi d) Kardeş kromatitlerde birleşme Bar =10 µm

Çizelge 4.7. Illoxan herbisiti ile muamele edilen *A. cepa* kök ucu hücrelerinde kromozomal anormallikler ve anormal hücre oranlarının kontrol ile karşılaştırılması

Dozlar (ppm)	Süre (saat)	İncelenen hücre sayısı	Anormallik					Anormal hücre oranı(%)*
			Fragment	Tetraploid	Kromatid kıvrığı	Kromozom kıvrığı	Kardeş kromatitlerde birleşme	
Kontrol	12	100	-	-	-	-	-	0,00b
	24	100	-	-	-	-	-	0,00b
	48	100	-	-	-	-	-	0,00b
37,5	12	100	1	-	-	-	-	0,01b
	24	100	1	-	-	-	-	0,01b
	48	100	2	-	-	1	1	0,04a
75	12	100	9	-	-	-	-	0,09a
	24	100	2	-	-	1	4	0,07a
	48	100	2	1	-	1	5	0,09a
150	12	100	2	-	-	1	4	0,07a
	24	100	-	-	1	3	3	0,07a
	48	100	-	1	-	6	2	0,09a

* Aynı harfle gösterilen değerler arasında $P < 0,05$ ihtimal seviyesinde fark yoktur.

Çizelge 4.8. Illoxan ile muamele edilen *A. cepa* kök ucu hücrelerinde kromozomal anormallik oranlarının dozlara göre karşılaştırılması

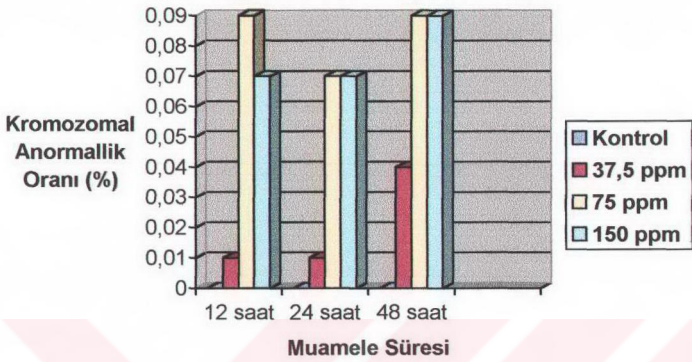
Süre (saat)	Dozlar (ppm)			
	Kontrol	37,5	75	150
12	-	0,01a	0,09a	0,07a
24	-	0,01a	0,07a	0,07a
48	-	0,04a	0,09a	0,09a

*Sütunlarda aynı harfle gösterilen değerler arasında $P < 0,05$ ihtimal seviyesinde fark yoktur.

Çizelge 4.9. Illoxan ile muamele edilen *A. cepa* kök ucu hücrelerinde kromozomal anormallik oranlarının sürelerle göre karşılaştırılması

Dozlar (ppm)	Süre (saat)		
	12	24	48
37,5	0,01b	0,01b	0,04b
75	0,09a	0,07a	0,09a
150	0,07a	0,07a	0,09a

*Sütunlarda aynı harfle gösterilen değerler arasında $P < 0,05$ ihtimal seviyesinde fark yoktur.



Şekil 4.9. Illoxan ile muamele edilen *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde kromozomal anormallik oranları

4.1.2. Racer

4.1.2.1. Büyümeyi azaltma testi

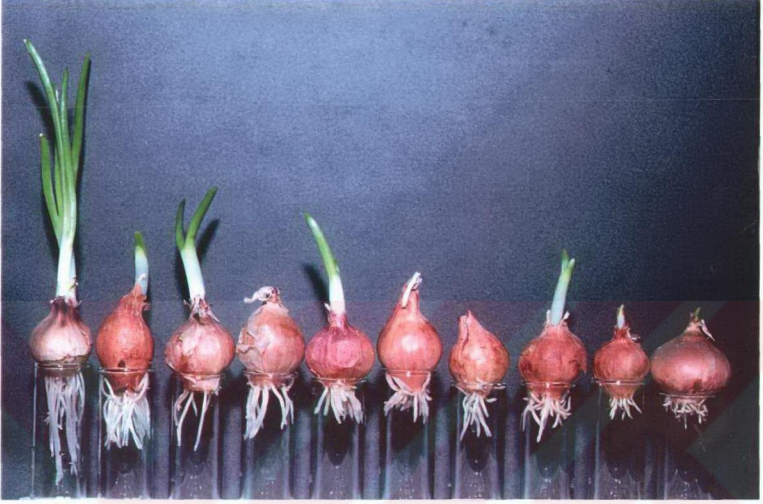
Racerin LD₅₀ dozunu belirlemek amacıyla da bir çok büyümeyi azaltma testi uygulanmıştır. Bu testlerden biri Şekil 4.10'da görülmektedir. Bu denemelerden en uygun olanının sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir. Buradaki kök uzunluğu değerlerine, SPSS for Windows V. 9. 01'de tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizi uygulanmış ve ortalamalar arasındaki fark Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile analiz edilmiştir.

70 ve 80 ppm arasında istatistiki açıdan fark olmamakla birlikte, 80 ppm'de elde edilen kök uzunluğu, kontrol grubunun yarı uzunluğuna daha yakın olduğu için, LD₅₀ dozu olarak 80 ppm seçilmiştir.

Çizelge 4.10. Racer herbisitinin büyümeyi azaltma testi sonuçları

Dozlar (ppm)	Ortalama uzunluk (mm)*	% Büyüme	% Büyümede azalma
Kontrol	25,00 a	100,00	0,00
10	23,97 ab	95,88	4,12
20	23,40 b	93,60	6,40
30	20,75 c	83,00	17,00
40	16,70 d	66,80	33,20
50	16,28 de	65,12	34,88
60	15,02 e	60,08	39,92
70	13,56 f	54,24	45,76
80	12,55 f	50,20	49,80

*Aynı harfe sahip değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur.



Şekil 4.10. Racer herbisitinin büyümeyi azaltma testi. Dozlar soldan sağa doğru: Kontrol, 80 ppm, 90 ppm, 100 ppm, 125 ppm, 150 ppm, 175 ppm, 200 ppm, 250 ppm, 300 ppm

4.1.2.2. Mitotik indeks ve mitotik faz frekansları

Mitotik indeks ve faz frekanslarının verildiği Çizelge 4.11'deki değerlere SPSS for Windows V. 9. 01'de tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizi uygulanmış ve ortalamalar arasındaki fark Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir.

Racer herbisitinin mitotik indeks üzerindeki etkisinde dozlar ve süreler arasında etkileşim olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubunda en yüksek mitotik indeks 48 saatte ortaya çıkmakla birlikte 24 saatte de buna yakın bir

değer elde edilmiştir. Ancak 12 saatte daha düşük bir mitotik indeks gözlenmiştir. 20 ppm'de kontrol grubundaki gibi 24 ve 48 saatlik uygulamalar yüksek mitotik indekse neden olurken, 12 saatlik uygulamada daha düşük bir mitotik indeks elde edilmiştir. 40 ppm'de ise süreler göre mitotik indekste bir fark gözlenmemiştir.

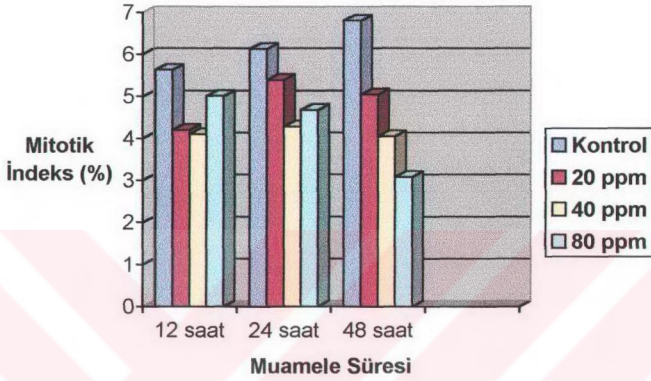
80 ppm'lik dozda ise kontrol ve 20 ppm'in tersi bir durum söz konusudur. 12 ve 24 saatlik uygulamalar yüksek mitotik indeksle sonuçlanırken 48 saatlik uygulama mitotik indeksin düşmesine neden olmuştur. Buna göre 80 ppm'in 48 saatlik uygulaması en düşük mitotik indeks değerini ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle herbisitin 80 ppm'lik dozundan itibaren uzun süreli uygulanması ile mitoz bölünme azalacaktır. Daha yüksek dozlarda ve sürelerde mitotik indeksin daha da düşük olması beklenebilir. Mitotik indeksin süreler ve dozlara göre değişimi Şekil 4.11'de verilmiştir.

Mitotik safhaların frekansları incelendiğinde ise Çizelge 4.11'de görüldüğü gibi profaz safhasına dozların ve sürelerin bir etkisi olmamıştır. Metafazda, kontrol grubu ile 20 ve 40 ppm'lik uygulamalar arasında önemli bir fark gözlenmezken, 80 ppm'lik uygulamanın kontrolden önemli derecede yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna göre 80 ppm'den itibaren doz artıka metafaz frekansı da artmaktadır (Şekil 4.12). Anafazın frekansı ise kontrole göre 80 ppm'den itibaren azalmaktadır. 20 ve 40 ppm'deki frekanslar ile kontrol arasında önemli bir fark yoktur (Şekil 4.13). Telofazda profazda olduğu gibi, doz ve süreler bağı olarak bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir.

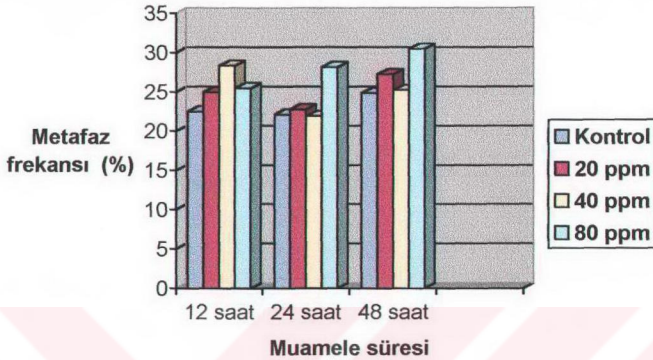
Çizelge 4.11. Racer herbisitinin *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde mitoz bölünme üzerindeki etkileri

Dozlar (ppm)	Muamele Süresi (saat)	Mitotik indeks (MI) (%)	Profaz (%)	Metafaz (%)	Anafaz (%)	Telofaz (%)
Kontrol	12	5,63±0,43 b	48,18	22,49	14,14	15,20
	24	6,13±0,34 ab	46,52	22,12	17,84	13,51
	48	6,80±0,33 a	44,68	24,86	18,62	11,83
	Ortalama	6,19	46,46 a	23,16 b	16,87 a	13,51 a
20	12	4,20±0,37 b	43,18	24,98	17,84	14,00
	24	5,39±0,32 a	43,55	22,75	18,37	15,33
	48	5,05±0,44 a	41,63	27,25	19,04	12,07
	Ortalama	4,88	42,79 a	24,99 ab	18,42 a	13,80 a
40	12	4,10±0,40 a	45,98	28,35	14,50	11,17
	24	4,28±0,36 a	47,37	21,92	15,64	15,07
	48	4,05±0,41 a	41,71	25,23	16,31	16,75
	Ortalama	4,14	45,02 a	25,17 ab	15,48 ab	14,33 a
80	12	5,01±0,43 a	45,26	25,47	14,99	14,28
	24	4,68±0,49 a	47,06	28,14	12,53	12,27
	48	3,08±0,26 b	46,11	30,47	12,47	10,94
	Ortalama	4,26	46,14 a	28,02 a	13,33 b	12,50 a

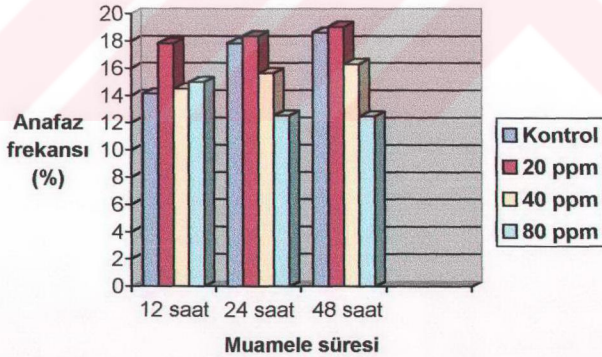
*Sütunlarda aynı harfe sahip değerler arasında istatistiksel olarak fark yoktur.



Şekil 4.11. Racer ile muamele edilen *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde mitotik indeksteki değişiklikler



Şekil 4.12. Racar ile muamele edilen *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde metafaz frekansındaki değişiklikler



Şekil 4.13. Racar ile muamele edilen *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde anafaz frekansındaki değişiklikler

4.1.2.3. Racerin neden olduğu anormalliklerin oranları ve tipleri

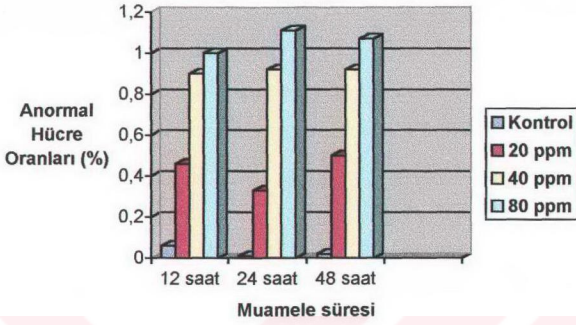
Racer herbisiti, Çizelge 4.12’de görüldüğü gibi, farklı mitotik safhalarda farklı anormalliklere neden olmuştur. Bu anormallik oranlarına, SPSS for Windows V. 9. 01’de tesadüf parselleri deneme desenine göre varyans analizi uygulanmış ve ortalamalar arasındaki fark Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile tespit edilmiştir.

Metafazda gözlenen anormalliklerin miktarı dozun yanısıra uygulama süresiyle birlikte artmaktadır. Buna göre en fazla anormallik, dozlardan 40 ve 80 ppm’de ve sürelerden de 48 saatlik uygulamada ortaya çıkmaktadır (Çizelge 4.12).

Anafaz ve telofaz ile interfazda gözlenen anormallik miktarı, uygulama süresi ile ilişkili olmaksızın, doza bağlı olarak artmaktadır. Anafaz ve telofazda 40 ve 80 ppm’lik uygulamalarda, interfazda ise 80 ppm’lik uygulamada anormallik miktarı önemli derecede yüksektir (Çizelge 4.12). Racerin dozu artırıldıkça, 24 saatlik uygulamaların 20 ppm’lik dozu hariç, her üç uygulama süresinde de anormallik miktarının arttığı belirlenmiştir (Şekil 4.14).

Safhalara göre anormallik çeşitleri incelendiğinde, metafazda şu anormallikler gözlenmiştir: kromozomlarda yapışıklık, C-metafaz, poliploidi ve fragment oluşumu (Şekil 4.15.a-d).

Anafaz ve telofazda gözlenen anormallikler ise, köprüler, geri kalmış veya ileri gitmiş kromozomlar, C-anafaz, multipolarlık, fragment oluşumu ve yapışıklıktır (Şekil 4.16 a-i). İnterfaz safhasında ise yalnızca mikronukleus oluşumu gözlenmiştir (Şekil 4.17).



Şekil 4.14. Racar ile muamele edilen *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde anormallik oranları



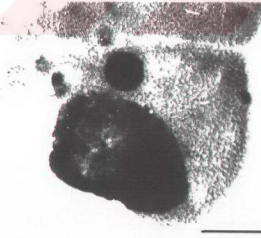
Şekil 4.15. Racar ile muamele edilen *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde metafazda görülen anormallikler a)Yapışıklık ve fragment b) C-metafaz c) Tetraploidi
Bar =10 μ m



Şekil 4.16. Racer ile muamele edilen *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde anafaz ve telofazda görülen anormallikler a-b) Köprüler c)Geri kalmış kromozom d) ileri gitmiş kromozom e) C-anafaz
Bar =10 μ m



Şekil 4.16. Devam, Racer ile muamele edilen *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde anafaz ve telofazda görülen anormallikler f-g) Multipolarlık h) Fragmentler Bar =10 μ m



Şekil 4.17. Racer ile muamele edilen *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde interfazda mikronukleus oluşumu Bar =10 μ m

Çizelge 4.13’de verilen toplam anormallik oranlarına Z testi uygulanmış ve illoxandaki gibi üç farklı karşılaştırma yapılmıştır:

- a) Her doz kontrol ile (Çizelge 4.13)
- b) Bir dozun üç farklı süresi kendi aralarında (Çizelge 4.14)
- c) Aynı sürenin farklı dozları (Çizelge 4.15) karşılaştırılmıştır.

Buna göre bütün dozlar ve süreler anormallik oranında kontrole göre bir artışa neden olmuştur. Anormallik oranları, dozlara göre incelendiğinde 20 ppm’in 48 saatlik uygulamasının, 12 ve 24 saatlik uygulamalara göre daha yüksek oranda anormalliğe neden olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.14). 40 ppm’in 12, 24 ve 48 saatlik uygulamalarında elde edilen anormallik oranları birbirine yakındır. Bu dozun değişik sürelerle uygulanması ile meydana gelen anormalliklerde istatistiki olarak önemli bir fark görülmemektedir (Çizelge 4.14). 80 ppm’lik konsantrasyonun farklı sürelerde meydana getirdiği anormallikler birbiri ile karşılaştırıldığında, 24 ve 48 saatlik uygulamalar 12 saate göre önemli ölçüde artışa neden olmuşlardır (Çizelge 4.14).

Aynı süre ile uygulanan farklı dozları karşılaştırıldığında, bütün süreler için en düşük anormallik oranının 20 ppm’de ortaya çıktığı gözlenmektedir. 40 ve 80 ppm’de ise anormallik oranı 20 ppm’e göre önemli derecede artış göstermiştir. Bu artış 12 ve 24 saatlik uygulamaların 40 ve 80 ppm’i arasında önemli olmazken, 48 saatlik uygulamanın 80 ppm’i önemli derecede yüksek çıkmıştır (Çizelge 4.15).

Bütün bu sonuçlara göre racer herbisitinin uygulama dozu ve süresi arttıkça, *Allium cepa* kök uçlarında meydana getirdiği anormal hücre oranları da kontrole göre önemli derecede artmaktadır (Şekil 4.14).

Çizelge 4.13. Racer herbisiti ile muamele edilen *A. cepa* kök ucu hücrelerindeki anormallik tipleri ve anormal hücre oranlarının kontrol ile karşılaştırılması

Dozlar (ppm)	Süre (saat)	Metafazdaki anormallikler				Anafaz ve Telofazdaki anormallikler						İnterfazdaki anormallik	Anormal Hücre oranı(%)*	
		Yapışıklık	C-Metafaz	Poliploidi	Fragment	Köprü	Geri kalmış kromozom	İleri gitmiş kromozom	C-anafaz	Multipolarlık	Fragment			Yapışıklık
Kontrol	12	-	5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	0,06b
	24	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,01b
	48	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02b
20	12	9	11	-	-	3	5	8	2	1	7	-	-	0,46a
	24	-	8	-	-	4	2	12	-	-	6	-	1	0,33a
	48	2	18	-	-	1	2	18	2	3	1	-	3	0,50a
40	12	9	41	-	-	3	2	11	16	1	2	1	4	0,90a
	24	11	26	2	-	6	11	16	5	5	3	-	7	0,92a
	48	16	40	-	-	-	6	15	9	2	1	-	3	0,92a
80	12	8	34	-	-	7	7	18	11	-	3	-	12	1,00a
	24	14	40	2	-	5	3	16	9	-	-	-	22	1,11a
	48	18	36	-	2	5	6	18	5	1	2	-	14	1,07a

* Aynı harfle gösterilen değerler arasında $P < 0,05$ ihtimal seviyesinde fark yoktur.

Çizelge 4.14. Racer ile muamele edilen *A. cepa* kök ucu hücrelerinde anormallik oranlarının dozlara göre karşılaştırılması

Süre (saat)	Dozlar (ppm)			
	Kontrol	20	40	80
12	0,06a	0,46b	0,90a	1,00b
24	0,01a	0,33b	0,92a	1,11a
48	0,02a	0,50a	0,92a	1,07a

*Sütunlarda aynı harfle gösterilen değerler arasında $P < 0,05$ ihtimal seviyesinde fark yoktur.

Çizelge 4.15. Racer ile muamele edilen *A. cepa* kök ucu hücrelerinde anormallik oranlarının sürelerle göre karşılaştırılması

Dozlar (ppm)	Süre (saat)		
	12	24	48
20	0,46b	0,33b	0,50c
40	0,90a	0,92a	0,92b
80	1,00a	1,11a	1,07a

*Sütunlarda aynı harfle gösterilen değerler arasında $P < 0,05$ ihtimal seviyesinde fark yoktur.

4.1.2.4. Kromozomal anormalliklerin tipleri ve oranları

Racerin *Allium cepa* kök uçlarında neden olduğu kromozomal anormallikler, fragmentler, kromozom kırıkları ve çok nadir olarak kardeş kromatitlerde birleşmedir (Çizelge 4.16) (Şekil 4.18.a-c). Toplam kromozomal anormallik oranlarına Z testi uygulanmıştır. Bu teste göre bütün doz ve süreler kontrole göre anormallik oranını artırmıştır (Çizelge 4.16).

Her bir uygulama dozunda meydana gelen anormallikler kendi içinde süreleri bakımından karşılaştırıldığında 20 ile 40 ppm'lik dozlar süreler göre önemli bir fark oluşturmazken, 80 ppm'de 24 ve 48 saatlik uygulamanın 12 saate göre önemli farka neden olduğu gözlenmiştir. Ancak 80 ppm'in 24 ve 48 saatlik uygulamalarında oluşan anormallik oranları arasında önemli bir fark yoktur (Çizelge 4.17).

Her bir süre kendi içinde dozları bakımından karşılaştırıldığında, 12 ve 48 saatlik uygulamalarda meydana gelen kromozomal anormalliklerde dozlar arasında önemli bir fark meydana gelmemiştir. Ancak 24 saatlik uygulamalar içinde 40 ve 80 ppm'lik dozlar 20 ppm'e göre önemli ölçüde anormalliğe neden olmuştur.

Bütün bu sonuçlara göre racer herbisitinin *Allium cepa* kök uçlarında meydana getirdiği kromozomal anormallik oranı bütün doz ve sürelerde önemli ölçüde artışa neden olmuştur (Şekil 4.19).

Çizelge 4.16. Racer herbisiti ile muamele edilen *A. cepa* kök ucu hücrelerinde kromozomal anormallikler ve anormal hücre oranlarının kontrol ile karşılaştırılması

Dozlar (ppm)	Süre (saat)	İncelenen hücre sayısı	Anormallik çeşidi			Anormal hücre oran(%)*
			Fragment	Kromozom kırığı	Kardeş kromatitlerde birleşme	
Kontrol	12	100	-	-	-	0,00b
	24	100	-	-	-	0,00b
	48	100	-	-	-	0,00b
20	12	100	2	4	-	0,06 a
	24	100	-	4	-	0,04 a
	48	100	-	5	1	0,06 a
40	12	100	5	7	-	0,12 a
	24	100	-	13	-	0,13 a
	48	100	5	8	-	0,13 a
80	12	100	3	2	-	0,05 a
	24	100	1	10	-	0,11 a
	48	100	1	9	-	0,10 a

* Aynı harfle gösterilen değerler arasında $P < 0,05$ ihtimal seviyesinde fark yoktur.

Çizelge 4.17. Racer ile muamele edilen *A. cepa* kök ucu hücrelerinde kromozomal anormallik oranlarının dozlara göre karşılaştırılması

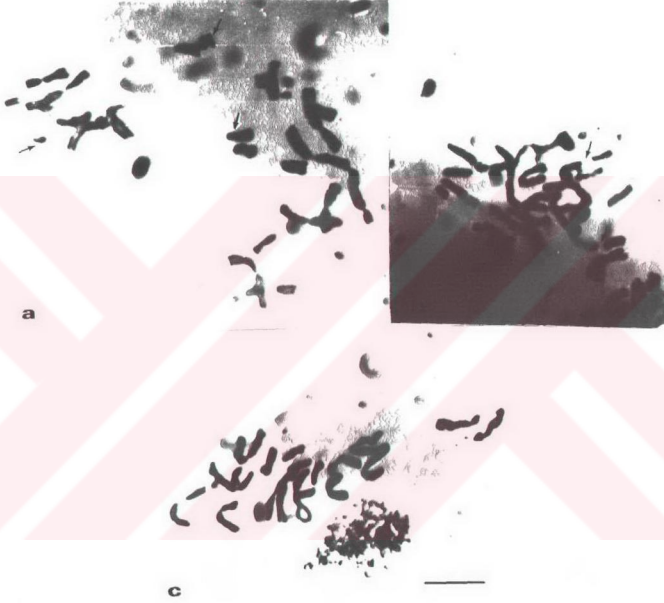
Süre (saat)	Dozlar (ppm)			
	Kontrol	20	40	80
12	-	0,06a	0,12a	0,05b
24	-	0,04a	0,13a	0,11a
48	-	0,06a	0,13a	0,10a

*Sütunlarda aynı harfle gösterilen değerler arasında $P < 0,05$ ihtimal seviyesinde fark yoktur.

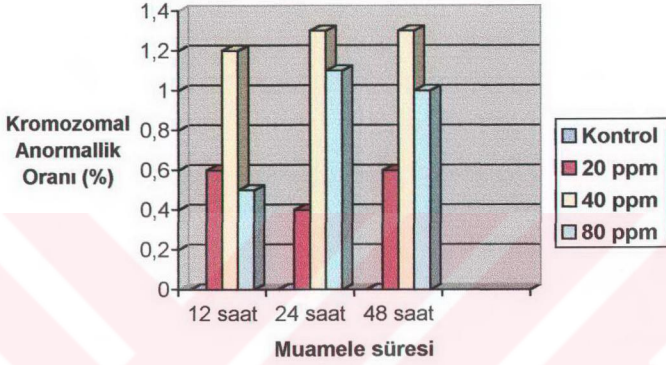
Çizelge 4.18. Racer ile muamele edilen *A. cepa* kök ucu hücrelerinde kromozomal anormallik oranlarının sürelerle göre karşılaştırılması

Dozlar (ppm)	Süre (saat)		
	12	24	48
20	0,06a	0,04b	0,06a
40	0,12a	0,13a	0,13a
80	0,05a	0,11ab	0,10a

*Sütunlarda aynı harfle gösterilen değerler arasında $P < 0,05$ ihtimal seviyesinde fark yoktur.



Şekil 4.18. Racer ile muamele edilen *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde görülen kromozomal anormallikler a) Fragment b) Kromozom kırığı c) Kardeş kromatitlerde birleşme Bar = 10µm



Şekil 4.19. Racar ile muamele edilen *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde kromozomal anormallik oranları

4.2. Tartışma

Allium, çeşitli kimyasalların toksik etkilerinin belirlenmesinde sıkça kullanılan bir materyaldir. *Allium* türleri arasında standart test materyali olarak en çok kullanılabilenin *Allium cepa* olduğu bir çok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Royal Swedish Academy of Science, 1973; Stich et al., 1975). *Allium*'un test materyali olarak kullanılabilceği ilk kez Levan (1938) tarafından, kolkisin etkisinin incelenmesiyle gösterilmiştir. O zamandan beri *Allium* testi bir çok araştırmada kullanılmaktadır (Levan and Östergren, 1943; Levan, 1945; Fiskesjö 1969; 1985; 1988; Badr, 1983; Hidalgo et al., 1989; Kumari and Vaidyanath, 1989; Ahmad and Yasmin, 1992; Öbek, 1993; El-Ghamery et al., 2000). Bu çalışmada da illoxan ve racer herbisitlerinin etkileri *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde incelenmiştir. Bu hücrelerde gözlenen kromozomal anormallikler genetik hasarın indikatörü olarak kabul edilmekte (Badr, 1983; El-Khodary et al., 1990) ve bu hasarlar aynı zamanda memelilerde ki genotoksisite ile ilgili bilgiler vermektedir (Hidalgo et al., 1989).

Kimyasalların sitolojik olarak test edilmesinden önce, bunların hangi dozlarının kullanılması gerektiği tespit edilmelidir. Bu amaçla büyümeyi azaltma testi uygulanmaktadır. Bunun için, *Allium cepa* kök uçlarının kullanılacak herbisit in değişik dozlarında 4 gün süreyle büyümesi beklenir. Kontrole göre büyümeyi %50 oranında azaltan doz LD₅₀ dozu olarak belirlenir. Bu çalışmada LD₅₀ dozunu belirlerken her doz için 5 soğandan 10 ayrı ölçüm yapılmıştır. Bu yolla istatistiki analizlerde birden fazla değerin kullanılması sağlanmıştır (Fiskesjö, 1985). LD₅₀ dozunun belirlenmesinde kök yığınının uzunluğunun ölçümü de kullanılmaktadır (Rank and Nielsen, 1997). Kök yığınının ölçülmesi ile her bir kökten ayrı ölçüm yapılması arasında bir fark olmadığı saptanmıştır (Fiskesjö, 1985). Büyümeyi azaltma testi denemelerinde materyalin önce saf suda çimlendirildiği ve daha sonra kimyasal ile muamele edildiği çalışmalar da mevcuttur (Fiskesjö, 1985,1988).

Ancak bu araştırmada direkt herbisit içinde çimlendirme yapılarak büyümeyi azaltma testi uygulanmıştır. Bu metodun, kontrol ile daha kesin bir karşılaştırma yapılmasına olanak sağlayacağı düşünülmüştür.

Test edilmesi istenen maddenin LD₅₀ dozu ile, bunun yarısı, dörtte biri, sekizde biri ya da iki katı, dört katı gibi değerleri kullananlar olduğu gibi (Chauhan and Sundararaman, 1990a; Rank and Nielsen, 1997), LD₅₀ dozu verilmediği gibi, dozlar arasında belirgin bir oran bulunmayan çalışmalar da vardır (Amer and Ali, 1983; Somashekar et al., 1984; Panda and Sahu, 1985; Vaughn and Merkle, 1989; El-Khodary et al., 1989,1990). Bu araştırmada LD₅₀ dozu en yüksek doz olarak alınmış, diğer dozlar ise bunun yarısı, dörtte biri şeklinde seçilmiştir (M. Topaktaş, 1999, sözlü görüşme).

Mutajenite testlerinde, test edilmesi istenen kimyasalın muamele süresi de değişik araştırmacılar tarafından değişik miktarlarda uygulanmaktadır. Bu çalışmada kullanılan racer ve illoxan herbisitlerinin uygulama süreleri, 12, 24 ve 48 saat olarak seçilmiştir. Çünkü, *Allium cepa*'da hücre çemberi yaklaşık 24 saatte tamamlanmaktadır (Kihlman, 1971; Rank and Nielsen, 1997). Kullanılan herbisitinin en az bir hücre siklusunu kapsamasının uygun olacağı düşünülmüştür. Ancak *Allium cepa*'da 2, 4, 6 saat (Topaktaş and Rencüzoğulları, 1996), 4, 8, 12 ve 24 saat (El-Ghamery et.al., 2000), 6, 24 ve 48 saat (Somashekar et al., 1984), 3, 6, 12, 24, 48 saat (El-Khodary et al., 1989, 1990) ya da daha kısa süreler şeklinde (1, 3, 6 saat) (Panda and Sahu, 1985) ve hatta tek bir muamele süresi kullanılan çalışmalar da (Chauhan et al., 1986, Kanaya et al., 1994) mevcuttur. Bazı araştırmacılar ise kimyasalın muamelesini takiben iyileştirme periyodu kullanmışlar ve bu amaçla muamele gören bitkileri saf suda bekletmişlerdir. Böylece kimyasalın etkisinin kalkıp kalkmayacağını gözlemeye çalışmışlardır (Somashekar et al.,

1984; Panda and Sahu, 1985; Amer and Farah, 1985). Ancak bu çalışmada iyileştirme periyodu kullanılmamıştır.

LD₅₀ dozunun elde edilmesinden sonra seçilen dozlar, belirlenen sürelerde uygulanmış ve her bir doz ve süre için mitotik indeks hesaplanmıştır. Mitotik indeksin hesaplanmasında ve faz frekanslarının belirlenmesinde her preparatta 1000 hücre sayılmış ve her bir muamele için 10 preparat incelenmiştir. Bu şekilde yapılan araştırmaların yanısıra (Kim and Bendixen, 1987; Fiskesjö, 1988; Hidalgo et al., 1990; Armbruster et al., 1991), her muamele için 3-4 preparatta 300-400 hücrenin incelendiği (Badr, 1988; El-Khodary et al., 1989; Kanaya et al., 1994; El-Ghamery et al., 2000) ya da 10 preparatta 3000 hücrenin tarandığı (Somashekar et al., 1984; Topaktaş ve Rencüzoğulları, 1996) araştırmalara da rastlanmıştır. Bu yöntemlerden başka, preparatlarda farklı alanların seçildiği ve sayımların bu alanlarda mevcut olan sayıdaki hücrelerden yapıldığı çalışmalar da vardır (Ahmad and Yasmin, 1992). Bunlardan 1000 hücre sayılarak hesaplamaların yapılmasının daha uygun olacağı kararna varılmıştır. Çünkü 3000 hücre sayılması gerektiği durumlarda preparatlarda bazen bu kadar hücre elde edilememiştir. Diğer taraftan 300-400 hücre kullanımının da tüm preparatı temsil edemeyeceği düşünülmüştür.

Bu araştırmada kullanılan doz ve sürelerden, mitotik indeks üzerinde en etkili olanının hem racer ve hem de illoxanda LD₅₀ dozunun (Racer için 80, illoxan için 150 ppm) 48 saatlik uygulaması olduğu belirlenmiştir. Illoxanın buğday ve yabani yulafta kök büyümesine, mitotik indekse ve kök anatomisine etkilerinin incelendiği araştırmada da bu herbisitinin adventif köklerin gelişimini inhibe ettiği ve mitotik indeksi düşürdüğü gözlenmiştir (Morison et al., 1981). Benzer şekilde, mitotik indeksteki azalmanın doz ve süreyle doğru orantılı olarak azaldığı bir çok araştırmada gözlenmiştir. Fensulfation insektisitinin *A. cepa* kök uçlarına uygulanmasıyla doz ve süre arttıkça mitotik indeksin

azaldığı gözlenmiş ve bu insektisit mitoz bölünmeyi baskıladığı sonucuna varılmıştır (Panda and Sahu., 1985). Deltamethrin insektisinin de *A. cepa* kök uçlarında doza bağlı olarak mitotik indeksi düşürdüğü tespit edilmiştir (Chauhan et al., 1986). Yine *A. cepa* kök uçlarının gramoxone (paraquat) herbisiti ile muamele edilmesiyle bu herbisit bütünü uygulamalarının mitotik indeksi azalttığı gözlenmiştir. Konsantrasyon ve süre arttıkça mitotik aktivitenin inhibe olması nedeniyle, bu herbisit antimitotik bir ajan olduğu düşünülmektedir (El-Abidin Salam et al., 1993). Mitotik indeksi roundup (Rank et al., 1993) ve ronstar (Butt and Vahidy, 1994) herbisitleri de benzer şekilde etkilemiştir. Bununla birlikte kullanılan pestisitlerin mitotik indeks üzerinde etkilerinin olmadığı belirtilen çalışmalar da mevcuttur (Amer and Farah, 1983,1985; Amer and Ali, 1986; Amer and Mikhael, 1986).

Glean herbisinin *Allium cepa* ve *Vicia faba*'da mitotik indeksteki etkisinin yüksek konsantrasyonlarla muamele edilen köklerde çok düşük olduğu saptanmıştır. Herbisit yaptığı mitotik inhibisyon uzamış bir G₂ periyodu veya DNA sentezinin baskılanmasıyla, mitotik döngünün interfaz esnasında bloke edilmesinden kaynaklanmaktadır (Badr and Ibrahim, 1987). Mitozun engellenmesinin DNA sentezi esnasında meydana gelebilecek bir etki nedeniyle olabileceği, daha önceki araştırmalarda da belirlenmiştir (Mohandas and Grant, 1972). Hücre siklusunun baskılanmasıyla, spesifik proteinler pestisite hedef olacaktır. Böylece hem DNA sentezi için gerekli olan DNA polimeraz enzimi ve hem de iğ oluşumuyla direkt ilgili olan diğer bir çok enzimin baskılanması, antimitotik etki olarak açıklanıp yorumlanmıştır (Hidalgo et al., 1989). Ayrıca enerji üretim merkezinin fonksiyonunun baskılanmasının ve ATP seviyesinin düşmesinin de mitotik indekste düşüşe neden olabileceği bildirilmiştir (Topaktaş and Rencüzoğulları, 1996).

Bu araştırmada, racer ve illoxan herbisitlerinin mitoz bölünmenin safhaları üzerine olan etkileri de incelenmiştir. Illoxan, profaz oranında azalmaya neden olurken diğerk safhalara etkisi olmamıştır. Racer ise profaz ve telofaz frekansına etkili olmaz iken, doza bağlı olarak metafaz miktarı artmış, anafaz miktarı ise azalmıştır. Illoxanın, DNA sentezinin baskılanmasına sebep olup profaza giren hücrelerin sayısını azaltarak interfazda durdurduğu, racerin ise iğ ipliklerini etkileyerek metafaz miktarını artırdığı düşünülmektedir. Benzer şekilde, dithane ile muamele edilen kök uçlarında profaz frekansının azaldığı gözlenmiştir. Bu bileşiğin, profazı geciktirerek mitozu baskıladığı düşünülmektedir. Aynı çalışmada kullanılan denmart ise profazı etkilememiş, anafaz ve telofazı azaltmıştır (Badr, 1988). Carbetamex ve pradone plus herbisitleri de mitotik fazları etkilemiş ve bu fazların frekanslarında dengesizliğe neden olmuştur. En belirgin kanıt anafaz ve telofazın aksine metafaz frekansının artmasıdır (Badr, 1983). Deltametryn insektisiti de iğ bozukluğuna sebep olmak suretiyle metafaz miktarını artırmıştır (Chauhan et al., 1986).

Garlon-4 herbisitinin de mitotik safhaların frekanslarında değişikliğe neden olduğu belirlenmiştir. Düşük konsantrasyonlar *A. cepa* kök uçlarında profazı artırmış, yüksek konsantrasyon ve uzun süre ise profaz frekansını düşürmüş, metafaz frekansını ise artmıştır (El-Khodary et al., 1989). El-Khodary ve arkadaşlarının (1990) tribunil herbisiti ile yaptıkları çalışmada profaz, anafaz ve telofaz oranlarının azalması, buna karşılık metafaz oranının arttığının tespit edilmesi, herbisitinin metafazı durdurduğunun işareti olarak kabul edilmiştir. Isoproturon ile muamele sonucunda metafazda artış anafazda ise azalma gözlenmiştir. Bu durumun iğ fonksiyonunun etkilenmesi sonucu hücre bölünmesinin metafazda durdurulmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır (Chauhan and Sunduraraman, 1990a). *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde profaz, metafaz ve anafaz frekansının konsantrasyon ve süreye

bağlı olarak azaltması, ronstar herbisitinde de gözlenmiştir (Butt and Vahidy, 1994). Atrazine herbisiti *Vicia faba*'da profaz oranını artırmıştır. *Allium cepa*'da ise profazın yanısıra metafazda da artışa neden olmuştur. Atrazine muamelesiyle profaz oranının artma, diğer safhalarda azalma gözlenmesi, profazın sonlarında herbisit hücresini bölünmesini bloke etmesi nedeniyle olabilir. Her iki bitkide de mitotik fazların değişmesinin yanısıra mitotik indeksin düşmesi, herbisit hücresini bölünmesinde mitodepresif etkisini göstermektedir. Bunun, DNA sentezinin ve dolayısıyla RNA sentezinin baskılanması sonucu olabileceği bildirilmiştir. Bu baskılamanın DNA sentezinin G_1 safhasında bloke edilmesiyle veya G_2 'nin bloke edilerek mitoz girişin engellenmesiyle olabileceğine karar verilmiştir (El-Ghamery et al., 2000).

Hücre bölünmesinin engellenmesi, profaz, metafaz, anafaz veya telofazda kromozom hareketinde ya da hücre duvarının oluşumunda bozukluğa neden olacaktır. Bitki metabolizmasının değişmesi hücre döngüsünü durdurabilir ve hücre bölünmesi engellenir. Bu tip engelleme interfaz esnasında meydana gelebilmektedir. DNA, interfazın S fazında replike olmaktadır. Eğer DNA sentezi olmazsa hücre bölünmemektedir. Protein sentezinin baskılanması da hücre bölünmesini, hücre çemberinin iki noktasında kesmektedir. Proteinler G_1 fazında sentezlenmekte, S fazında kullanılmaktadır. RNA'da aynı şekilde G_1 'de sentezlenmekte ve S'de DNA replikasyonu esnasında kullanılmaktadır. Eğer RNA ve protein sentezi G_1 'de bloke olursa, hücre bu safhada kalmaktadır. Protein G_2 'de de sentezlenmekte ve mitoz esnasında tübülün üretimi ve mikrotüpçük oluşumunda kullanılmaktadır. Eğer protein sentezi G_2 'de bloke olursa, mitoz, profaz, metafaz veya anafazda durdurulacak ve G_2 fazında kalan hücrelerin sayısı artacaktır. Hücre bölünmesi esnasında, tübülün ve mikrotüpçük oluşumu için proteinler kullanılmaktadır. Mikrotüpçükler sitokinezde, kromozom bölünmesinde ve hücre duvarının oluşumunda hayati

rol oynadığı için, interfazın G₂ fazında protein sentezinin engellenmesi mitozu direkt durduracaktır (Kim and Bendixen, 1987).

Çevrede kullanılan kimyasal maddelerin sadece mitotik indeksi ve mitotik fazları değil, aynı zamanda canlılarda bölünme esnasında anormalliklere neden olduğu ve kimyasalın dozu ya da uygulama periyodu arttıkça anormallik miktarının arttığı da tespit edilmiştir. Bu kimyasallara örnek olarak 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (Pavlica et al., 1991), aflatoxin B₂ (El-Shazly and El-Sheikh, 2000), çimento tozu (Fatima et al., 2001), pendimethalin (Barakat and Hassan, 1997), rancho (Sobhi and Haliem, 1990) ve cyanazine (Papes et al., 1989) herbisitleri verilebilir. Bunlara ilaveten pek çok kimyasalın hücre bölünmesi esnasında anormalliklere neden olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından gözlenmiştir (Tomaskova, 1986; Abdou and Ahmed, 1989; Duhova, 1993; Nurzhanova et al., 1994; Butani and Shukla, 1994; Antonucci and Cólus, 2000).

Kimyasalların mitoz bölünme esnasında meydana getirdiği anormallikleri çeşitli şekillerde sınıflandırmak mümkündür. Bazı araştırmacılar, bu anormallikleri; mitotik anormallikler (C-mitoz, kromozom kontraksiyonu, kalgın kromozomlar, mikronukleus oluşumu, iğ yarılmaması, köprüler vb.) ve kromozom yapı anormallikleri (kromatit kırığı, kromozom kırığı, kardeş kromatitlerde birleşme vb.) şeklinde ayırmaktadır (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 1995). Bazı araştırmacılar ise, bu ayrımı mitotik hasar (yapışıklık, C-mitoz, kalgın kromozomlar) ve klastojenik etkiler (kromozom fragmentleri, köprüler, vb.) olarak adlandırmaktadırlar (Fiskesjö, 1988).

El-Ghamery ve arkadaşları yaptıkları çalışmada (2000) atrazine herbisitinin bitki dokularında meydana getirdiği anormallikleri 3 grup altında toplamışlardır:

- 1- Herbisitin iğ iplikleri üzerindeki etkisi sonucu oluşan anormallikler: C-metafaz, kalgın kromozomlar, eşit olmayan dağılım ve oryantasyonu olmayan kromozomlar.
- 2- Herbisitin kromozomlar üzerine fizyolojik etkisi sonucu oluşan anormallikler: kromozomal yapışıklık, düzensiz profaz.
- 3- Kromozomal anormallikler: köprüler, fragmentler, mikronukleus oluşumu.

Bütün bu sınıflandırmalar da göstermektedir ki her ne şekilde gruplandırılmış olursa olsun, kimyasallar mitoz bölünmede benzer anormalliklere yol açmaktadır. Bu çalışmada kullanılan illoxan ve racer herbisitleri de doz ve muamele süresi ile doğru orantılı olarak mitoz bölünme ve kromozomlar üzerinde yukarıda sözü edilen anormalliklere neden olmuştur.

İnterfazda her iki herbisit de mikronukleus oluşumuna yol açarken, iki çekirdekli hücrelere yalnızca illoxan ile muamelede rastlanmıştır. Ancak bu anormalliklerin oranlarının istatistiksel yönden önem taşımadığı gözlenmiştir. Çeşitli araştırmalarda mikronukleus oluşumu ve çok çekirdekli hücreler tespit edilmiştir. Bu tip anormalliklere cyanazine (Papes et al., 1989), rancho (Sobhi and Haliem, 1990), alachlor, atrazine, maleic hydrazide (De Marco et al., 1990, 1992), ronstar (Butt and Vahidy, 1994) gibi herbisitlerin yanısıra pek çok kimyasalın neden olduğu gösterilmiştir (Ma et al., 1984; Soh and Yang, 1993; Reddy et al., 1995; Patra et al., 1997). Çok çekirdekli hücrelerin multipolar mitozun ilerlemesi veya hücre plağı oluşumundaki başarısızlık sonucu ortaya çıktığı, mikronukleusların ise geri kalmış kromozom veya kromozom segmentleri nedeniyle oluştuğu düşünülmektedir (Badr and Ibrahim, 1987; El-Khodary et al., 1989; Topaktaş and Rencüzoğulları, 1996).

Illoxan ve racer, profazda herhangi bir anormalliğe sebep olmamıştır. Bununla birlikte farklı pestisitlerin profazda yapışıklık (Badr, 1983; El-Ghamery et al., 2000) ve düzensiz profaz (El-Khodary et al., 1990; El-Ghamery et al., 2000) gibi anormalliklere neden olduğu gözlenmiştir.

Metafazda, illoxan ve racer herbisitlerinin her ikisi de kromozomal yapışıklığa neden olmuştur. Kromozomlarda yapışıklığın gözlenmesi, kimyasalın toksik olmasının göstergesi olarak kabul edilmekte ve hücrenin ölümüne yol açtığı bildirilmektedir (Fiskesjö, 1985). Bu durumda her iki herbisit de toksik etkiye sahiptir. Yapışıklık, herbisitlerin bitki kromozomlarının proteinlerini etkileyerek oluşturdukları fizyolojik bir etki olarak da düşünülmektedir. Subkromatit köprüler ile kromatit bağlantıları yapan kromozom ipliklerinin uygun olmayan katlanmalarıyla ortaya çıktığı kabul edilmektedir (Badr and Ibrahim, 1987). Çeşitli pestisitlerin etkilerinin araştırılmasıyla pek çok araştırmacı, bu kimyasalların en yaygın etkilerinden birinin yapışıklık olduğunu gözlemişlerdir (Amer and Ali, 1968; Nandi, 1985; Badr, 1986; Prakash et al., 1988; El-Khodary et al., 1989; Kumar and Sinha, 1991).

Bu çalışmada metafazda yaygın olarak gözlenen bir diğer anormallik C-metafazdır. C-metafaz iğ yapısının bozulmasıyla ortaya çıkmaktadır. Bazı durumlarda C-mitoz, anöploidile sonuçlanabilmektedir (Fiskesjö, 1985; El-Khodary et al., 1990). Pestisitlerin hücre bölünmesi esnasında iğ ipliklerinin oluşumunu engelleyerek kromozomların metafazda kalmasını sağlamasıyla C-metafaza neden olduğunu pek çok araştırmacı gözlemiştir (Yoshida et al., 1983; Banduhn and Obe, 1985; Rao et al., 1988). 2,4-D, kinetin, benzyladenine ve zeatin gibi herbisit ve hormonlar (Soh and Yang, 1993), malathion ve tamaron insektisitleri (Adam et al., 1990), rancho (Sobhi and Haliem, 1990) ve ronstar (Butt and Vahidy, 1994), bromoxynil, methabenzthiazuron, metribuzin ve terbutryn herbisitleri (Abdou and Ahmed, 1989), marshall insektisiti ve

gesagard ile igran herbisitleri (Topaktaş and Rencüzoğulları, 1991, 1998) çeşitli bitkilerde C-metafaza neden olmuştur.

Bu çalışmada metafazda, az miktarda olmakla beraber fragmentlere de rastlanmıştır. Illoxan, racerden daha fazla fragment oluşumuna sebep olmuştur. Fragmentler asentrik kromozomal parçalardır. Rogor (Kaur and Grover, 1985), bavistin ve deltan (Prakash et al., 1988) ve atrazine (El-Ghamery et al., 2000) pestisitlerinin uygulanması ile de metafazda fragmentler tespit edilmiştir. Bu fragmentlerin kimyasalın etkisiyle kromatit veya subkromatit kırıklardan oluştuğu düşünülmektedir (Kaur and Grover, 1985; Prakash et al., 1988).

Racer, illoxandan farklı olarak, metafazda tetraploidiye de neden olmuştur. Bu da racerin iğ ipliklerini etkilediğinin başka bir delilidir. Poliploidiye başka pestisitlerin de neden olduğu bilinmektedir. *Vicia faba*'da glean (Badr and Ibrahim, 1987) ve turbutryn (Badr, 1986) pestisitleri, *Allium cepa*'da glean (Badr and Ibrahim, 1987), tribünil (El-Khodary et al., 1990) ve *Amaranthus*'da atrazine (Solymosi and Pusztai, 1984) pestisitlerinin uygulanmasıyla da poliploidi gözlenmiştir.

Illoxan ve racer herbisitleri, tetraploidi dışında, metafazda meydana gelen anormallikler bakımından benzer etki göstermişlerdir. Bazı pestisitler C-mitoza ve yapışıklığa birlikte neden olurken (Badr and Ibrahim, 1987), bazıları yalnızca C-mitoza neden olmaktadır (Somashekar et al., 1984). Bir çok araştırmacı pestisitlerin hem tübülün hem de histon proteinlerini etkilediğini bildirmektedir. Bununla birlikte ajanların iğ proteinlerinin lipofilik zincirleri üzerine etkili olduğu ve polipeptitlerin kırılmasına neden olduğu açıklanmıştır. Böylece bunlar C-mitoza ve yapışık kromozomlara neden olmaktadır

(Topaktaş and Rencüzoğulları, 1996). Illoxan ve racer, iğ ipliklerinin ve kromozomal proteinlerin etkilenmesine yol açmıştır.

Anafaz ve telofazda, illoxan ve racer herbisitleri aynı tip anormalliklerin ortaya çıkmasına neden olmuşlardır. Bu anormalliklerden biri köprülerdir. Köprülerin kromozomal yapışıklık sonucu oluştuğu kabul edilmektedir (Nandi, 1985; Badr, 1988; Topaktaş and Rencüzoğulları, 1996). Bu araştırma sonuçlarında tekli köprüler tespit edildiği gibi, birkaç köprünün bir arada bulunabildiği de gözlenmiştir. Bunların eşit olmayan kutuplaşma veya disentrik kromozomlar sonucu ya da kromozom kırıkları veya parçalanma ile terminalizasyonda başarısızlık nedeniyle oluştuğu da bildirilmektedir (Kaur and Grover, 1985; Prakash et al., 1988). Kabir ve arkadaşları (1986) arpa kök uçlarını carbicron ve vaponin insektisitleri ile muamele etmişler ve bu insektisitlerin anafaz ve telofazda köprülere neden olduğunu gözlemişlerdir. Benzer şekilde diizocarb herbisitinin mısırdaki (Baciu et al., 1987), rancho herbisitinin *A. cepa*'da (Sobhi and Haliem, 1990) ve malathion ile tamaron insektisitlerinin *V. faba*'daki (Adam et al., 1990) etkilerinin incelendiği çalışmalarda da köprülere rastlanmıştır. Köprüler anafaz ve telofazda en sık rastlanan anormalliklerden biridir (Njagi and Gopalan, 1981; Sultanov and Abdullaev, 1986; Grover and Malhi, 1988; Ragab and Abdel Rahem, 1989; Soh and Yang, 1993; Srecec et al., 1995).

Bu çalışmada anafaz ve telofazda yaygın olarak geri kalmış ya da ileri gitmiş kromozomlara da rastlanmıştır. İğ ipliklerinin etkilenmesiyle oluşan bu sinkronizasyon bozuklukları pek çok çalışmada gözlenmiştir. *Allium cepa* kök uçlarına carbetamex ve paradone plus (Badr 1983), cyanazine (Papes et al., 1989) ve sencor (Haliem, 1990) herbisitlerinin, *Vicia faba* kök uçlarına turbutryn (Badr, 1986), igran, topogard ve eptam herbisitlerinin (Ashour and Abdou, 1990b), mısır taffacide (Prasad et al., 1994), yabani sarmısağa 2-4-

dichlorophenoxyacetic acitin (Pavlica et al., 1991), arpada benomylin (Nicoloff and Kappas, 1987) ve hem *A. cepa* hem de *V. faba* kök uçlarına atrazine herbisitinin (El-Ghamery et al., 2000) etkilerinin araştırıldığı çalışmalarda da bu tip anormalliklere rastlanmıştır.

İğ ipliklerinin etkilenmesiyle oluşan bir diğer anormallik C-anafazdır. C-anafaz, kromozomların iki kromatidinin ayrılmasıyla oluşmaktadır (Badr, 1986). Çeşitli kimyasalların bu anormalliğe neden olduğu bilinmektedir. Badr'ın (1983) carbetamex ve paradone plus herbisitlerinin *A. cepa* kök uçlarına etkilerini incelediği ve *V. faba* kök uçlarını turbutryn herbisiti ile muamele ettiği (1986) çalışmalarında C-anafaz gözlenmiştir. 1987 yılında yapılan bir diğer çalışmada, glean herbisitinin *A. cepa* kök uçlarında mitoz bölünmeye etkisi araştırılmış ve bu herbisit de C-anafaza neden olduğu açıklanmıştır (Badr and Ibrahim, 1987). Ayrıca garlon-4 herbisitinin (El-Khodary et al., 1989) ve N-methyl-N-nitrosourea, maleic hydrazide, sodium azide ve ethyl menthanesulfonate pestisitlerinin de (Rank and Nielsen, 1997) bu anormalliğe sebep olduğu bildirilmiştir.

C-metafaz ve C-anafaz iğ fonksiyonunun tamamen baskılanması sonucu oluşurken, multipolar anafaz ve telofaz, iğlerin kısmi baskılanması ile ortaya çıkmaktadır. Kısmi etkilenen iğler sonucu oluşan anormallikler (multipolarlık) ve geri kalmış kromozomlar, sırasıyla makro ve mikronukleuslu hücrelerin oluşumunu sağlamaktadır. Bu hücreler daha sonraki bölünmelerde mikro veya makronukleusların kaybolmasıyla anöploidiye yol açabilmektedirler (Kergommeaux et al., 1983; Hidalgo et al., 1989).

Racer ve illoxanın etkisi sonucu *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde multipolar anafaz ve telofaz gözlenmiştir. Amer ve Ali (1983) dipterex insektisitinin *V. faba* meristematik hücrelerindeki etkilerinin incelemişler ve bu insektisit

multipolar iğlere neden olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde isoproturon (Chauhan and Sundararaman, 1990a) ve marshal (Topaktaş and Rencüzoğulları, 1996) pestisitlerinin *A. cepa* kök uçlarına etkilerinin incelendiği çalışmalarda da bu anormallik gözlenmiştir. Başka bir araştırmada DCPA (chlorthal dimethyl)'nın buğday köklerinde etkileri incelenmiş ve bu pestisit de multipolar iğlere neden olduğu belirlenmiştir (Vaughan and Vaughan, 1990). Bunlardan başka bir çok araştırmada multipolar iğlere rastlanmıştır (Lehnen and Vaughn, 1991, 1992; Öbek, 1993, Gimenez Abian et al., 1998).

Bu araştırmada kullanılan herbisitler metafazda olduğu gibi, anafaz ve telofazda da yapışıklığa neden olmuşlardır. Çeşitli kimyasalların hücre bölünmesi ve kromozomlar üzerine etkilerinin incelendiği bir çok araştırmada anafaz ve telofazda yapışıklık gözlemlendiği bildirilmiştir. *A. cepa* kök meristeminde ronstar herbisitinin (Butt and Vahidy, 1994), *A. cepa* ve *V. faba* kök uçlarında atrazine herbisitinin (El-Ghamery et al., 2000) ve *V. faba* meristematik dokularında aflatoxin B₂'nin etkilerinin incelendiği (El-Shazly and El-Sheikh, 2000) çalışmalarda anafaz ve telofazda yapışıklığın gözlemlendiği bildirilmiştir.

Illoxan ve racerin anafaz ve telofazda ortaya çıkardığı diğer bir anormallik fragment oluşumudur. Metafazda meydana gelen yapışıklık, takip eden anafaz ve telofazda kromozom fragmentasyonuna ve köprü oluşumuna yol açmaktadır. Fragment ve köprüler, kromozomda yapısal değişikliğe neden olan anormalliklerdir. Fragmentler çoğunlukla mikronukleus oluşumuyla sonuçlanmakta ve mikronukleuslar, genetik materyalin kaybına neden olan esas mutajenik etki olarak kabul edilmektedirler (Auerbach, 1962; El-Khodary et al., 1990). Çeşitli araştırmalarda da fragmentler gözlenmiştir. Subhadra ve arkadaşlarının 1993 yılında yaptıkları çalışmalarında ethyl methanesulfonate,

maleic hydrazide, methyl mercuric chloride ve civa ile kontamine olmuş toprakların arpa (*Hordeum vulgare* L.) tohumlarındaki genotoksik etkileri incelenmiş ve başka mitotik anormalliklerin yanısıra fragmentlere rastlanmıştır. Ahmad ve Yasmin de methyl parathion ve tri-miltox pestisitlerinin *Allium cepa*'da mitoz bölünmeye etkilerini inceledikleri çalışmalarında fragmentler tespit etmişlerdir. Benzer şekilde atrazine herbisiti de *A. cepa* ve *V. faba* kök uçlarında fragmentlere neden olmuştur (El-Ghamery et al., 2000).

Bu araştırmada illoxan ve racerin anormal hücrelerin oranını artırdığı gözlenmiştir. Illoxanda kontrol grubunda mitotik anormallik oranları %0,01-%0,02 iken bu herbisitin farklı doz ve sürelerinde bu oran %0,33 ila %1,11'e kadar çıkmaktadır. Dozlar dikkate alındığında illoxanın 37,5 ve 75 ppm'lik uygulamalarında 12 saatlik uygulama en yüksek oranı (sırasıyla %0,68 ve %0,58) ortaya çıkarırken, 150 ppm'de 48 saatlik uygulama yüksek anormallik oranına (%1,11) neden olmuştur. 24 saatlik uygulamalar içinde ise en fazla anormallik yine 150 ppm'de (%0,54) ortaya çıkmıştır.

Racer herbisiti de, *A. cepa*'da mitoz bölünmedeki anormallik miktarının artmasına neden olmuştur. Kontrol grubunda anormallik oranları %0,01-%0,06 arasında iken, racerin doz ve sürelerinde bu oran, illoxandaki gibi, %0,33 ila %1,11 arasında değişmektedir. Dozlar ve süreler karşılaştırıldığında, 20 ppm'in en fazla anormalliğe sebep olan süresinin 48 saat (%0,50) olduğu, 40 ppm'de süreler arasında her hangi bir fark olmadığı ortaya çıkmaktadır. 80 ppm'de ise en yüksek anormallik oranı 24 ve 48 saatlik uygulamalarda (sırasıyla %1,11 ve %1,07) gözlenmiştir. Sürelere göre karşılaştırma yaptığımızda da 12 ve 24 saatlik uygulamalar içinde en etkili olanların 40 ve 80 ppm (12 saatte sırasıyla %0,90 ve %1,00, 24 saatte sırasıyla %0,92 ve

%1,11), 48 saatlik uygulamalar içinde de 80 ppm'in (%1,07) olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada kromozomal anormallikleri incelemek amacıyla ilk işlem maddesi uygulanan kök uçlarında yalnızca metafaz hücreleri taranmıştır. Illoxan ve racerin fragment, kromozom kırıkları ve kardeş kromatitlerde birleşmeye neden oldukları gözlenmiştir. Illoxan, racerden farklı olarak kromatit kırığı ve tetraploidiye de neden olmuştur.

Kromozomal anormalliklerin oranı, illoxanda 37,5 ppm'in 48 saatlik uygulamasından itibaren artmaktadır. Kontrol grubunda her hangi bir anormallik tespit edilmezken, illoxan, %0,01 ila %0,09 arasında değişen kromozomal anormallik oranlarına neden olmuştur. Uygulamalarda dozlara göre bir fark olmadığı ancak bütün sürelerde 75 ve 150 ppm'in etkili olduğu gözlenmektedir.

Racerde kontrol grubunda her hangi bir kromozomal anormallik gözlenmezken, herbisitinin uygulamalarında anormallik oranının %0,04'den %0,13'e kadar arttığı belirlenmiştir. Racerin dozları incelendiğinde 20 ve 40 ppm'in süreleri arasında fark olmadığı, 80 ppm'in ise en fazla anormalliğe sebep olan süresinin 24 ve 48 saat (%0,11 ve %0,10) olduğu gözlenmektedir. Sürelerin karşılaştırılmasıyla 12 ve 48 saatlik uygulamalarda dozlara göre fark olmadığı ancak 24 saatlik uygulamada 20 ppm'in diğer dozlardan daha düşük (%0,04) kromozomal anormallik oranına sebep olduğu ortaya çıkmıştır. 40 ve 80 ppm'in 24 saatlik uygulamalarında ise sırasıyla %0,13 ve %0,11 oranında kromozomal anormallik tespit edilmiştir.

Bu araştırmada gözlenen kromozomal anormalliklerden biri olan fragmentler, kopmuş olan kromozom parçalarıdır. Kopmuş bulunduğu kromozomdan ayrı

yerlerde bulunmaktadır. Kromozom kırıkları ise bir kromozomun iki kromatidinde de kırık olmasıyla meydana gelmekte ve kırık olan parça kromozomun ucunda görülmektedir. Anafazda kromatitlerin kutuplara çekilmesi sonucu her iki hücre de eksik parçalı kromozom ihtiva edecektir. Kromatit kırığı, kromozomun iki kromatidinden birinde kırığın olmasıyla tanımlanmaktadır. Burada da anafaz sonrasında hücrelerden biri eksik parçalı kromozom ihtiva edecektir.

Kardeş kromatitlerde birleşme ise kromozomal kırılma sonucu oluşan iki kardeş kromatidin kırık olan uçlarının birleşmesiyle meydana gelmektedir. Anafazda bu kromatitler zıt kutuplara çekilirken kromozom köprüsü oluşturmaktadırlar (Topaktaş ve Rencüzoğulları, 1995). Bu çalışmada nadir olarak kardeş kromatitlerde birleşmelere de rastlanmıştır. Bu şekilde kromozomal anormalliklere bir çok pestisitlerin neden olduğu bilinmektedir. Topaktaş ve Speit (1989)'in yaptığı çalışmada profenofos insektisitinin, insan lenfositleri üzerine etkileri incelenmiştir. Bu insektisit doza bağlı olarak kromozomal anormallikleri artırdığını ve en çok kromatit kırıklarına neden olduğunu gözlemişlerdir. Ayrıca kromozom kontraksiyonu, halka kromozomlar, kardeş kromatitlerde birleşme (Sister union) ve kromozom kırıkları da tespit etmişlerdir. Aynı araştırmacılar (1990) prometryn herbisitinin insan lenfositlerine etkilerini de incelemişlerdir. Doza bağlı olarak kromozomal anormalliklerin artması nedeniyle, bu herbisit insanların için genetik bir risk taşıdığına karar vermişlerdir. En fazla halka kromozomlar, kromatit kırığı ve tetraploidi gözlemişlerdir. Bu araştırmacılar, kromozomal anormalliklerin DNA'nın etkilenmesi sonucu olduğu kanısına varmışlardır. Başka araştırmalar da pestisitlerin kromozomlarda yapısal anormalliklere neden olduğunu gösterir yöndedir (Krishna et al., 1987; Sofuni and Ishidate, 1988; Li and Long, 1988; Adhikari and Grover, 1988; Chauhan and

Sundaraman, 1990a; Topaktaş and Rencüzoğulları, 1993; Carbonell et al., 1995; Hrelia et al., 1996; Rencüzoğulları and Topaktaş, 2000).

Bütün bu uygulamalardan görüldüğü gibi pestisitler mitoz bölünmeyi azaltmakta (Badr, 1983, 1986; El-Khodary et al., 1989, 1990; Abdou and Ahmed, 1990; Barakat and Hassan, 1997; Kooffreh, 1999; El-Ghamery et al., 2000), hem mitoz bölünmede hem de kromozomlarda anormalliklere neden olmaktadır (Cortés et al., 1987; Nicoloff and Kappas, 1987; Hemavathy and Krishnamarthy, 1988; Papes et al., 1989; Hidalgo et al., 1989; Prasad et al., 1994; Butt and Vahidy, 1994; El-Ghamery et al., 2000).

Moreland (1980) herbisitlerin etki mekanizmalarını şu şekilde açıklamıştır:

- 1- İnterfazda DNA sentezi için gerekli olan öncü moleküllerin sentezi ya da aktif taşınmasını engelleyerek hücre bölünmesini baskı altında tutmaktadırlar.
- 2- Herbisitler DNA'nın fiziksel ve kimyasal yapısını değiştirmektedir (halka kromozomlar vb.).
- 3- Herbisitler iğ ipliklerinin yapı ve fonksiyonunu ortadan kaldırmaktadır (poiploidi, kolkisin benzeri etki vb.).

Herbisitlerin etkilerini Topaktaş ve Rencüzoğulları (1991) da şöyle tanımlamışlardır:

- 1- Herbisitler tübülün proteinlerini etkileyerek iğ ipliklerini bozar ve C-mitoza neden olurlar.
- 2- Herbisitler histon proteinlerini etkileyerek kromozom kontraksiyonuna neden olurlar.
- 3- Herbisitler DNA yapısını etkileyerek kromozomal sapmaların frekansını artırır.

Bu araştırmada kullanılan illoxan ve racer herbisitlerinin *Allium cepa* kök uçlarına uygulanması ile elde edilen sonuçlar, diğerk çalışmaların sonuçlarına paralellik arz etmektedir. Bu sonuçlar her iki herbisitinin de insanlar için genetik bir risk oluşturduğunu göstermektedir. Günümüzde oldukça yaygın olarak kullanılan herbisitler, ürünler yoluyla insan sağlığını tehdit etmektedir. Yapılan alışma bu tehlikenin boyutunu göstermesi bakımından önemlidir. Herbisitlerin bitki dokularında meydana getirdiği zararlı etkilerin memeliler ve insanda da benzer şekilde ortaya çıkacağının bir delilidir. Bu tip kimyasalların incelenmesinde *Allium* testinin faydalı olduğu da açıkça ortaya çıkmaktadır. Bu yöntem basit olması ve ucuz olması nedeniyle avantajlıdır. Pestisitlerin kullanıma sunulmadan önce mutajenik ve kanserojenik özelliğe sahip olup olmadığının, kromozom anormalliklerini artırıp artırmadığının araştırılması gerekmektedir. Eğer bu olumsuzluklar tespit edilirse, pestisitinin kullanıma sunulmaması sağlanmalıdır.

Gün geçtikçe artan evre kirliliği ile yaşamın her noktasında karşılaşılmaktadır. Kullanılan pestisitlerle birlikte sofralara kadar uzanan bu kirlilik ve tehlikelerin en aza indirilmesi ve her geçen gün sayısı artan kanser vakalarının biraz olsun önüne geçilebilmesi bakımından zararlı pestisitlerin kullanımının engellenmesi önemlidir.

Gen aktarımı yöntemleriyle ürünlerin, zararlı böceklere direncinin artırılması henüz çok yaygın bir uygulama olmamakla birlikte gelecek için çok önemli bir gelişmedir. Bunun gibi herbisitlerin kullanımı yerine organik tarımın teşvik edilmesi hem evre kirliliğinin önlenmesi hem de insan sağlığının tehlikeye düşmemesini sağlaması nedeniyle daha iyi sonuçlar verecektir. Biyolojik-Ekolojik tarım da denilen organik tarım, pestisitlerin, gübre ve hormonların kullanılmadığı, bilimsel bilgilerle doğal dengeyi koruyarak yapılan bir tarım şeklidir. Dünya pazarında giderek önem kazanan organik tarım ürünleri,

gelecek kuşakları korumak, toprağın kirlenmesini önlemek, suyun kalitesini korumak, sofradaki kimyasalları kaldırmak ve biyo-çeşitliliği desteklemek amacıyla üretilmektedir. Türkiye’de de 1984 yılında başlayan organik tarım çok kısıtlı olarak yapılmakta ve üretimin tamamı ihraç edilmektedir. Bu yöntemin ülkemizde daha yaygın hale getirilmesinin ve kimyasal yöntemlerden uzaklaşılmasının hem sağlık hem de çevre için en olumlu gelişme olacağı düşünülmektedir.



KAYNAKLAR

- Abdou, R.F. and Ahmed, S.A., 1989, Cytological and developmental effects of four herbicides on barley, **Rachis**, 2, 14-16.
- Abdou, R.F. and Ahmed, S.A., 1990; Developmental and cytological effects of herbicides prometryn, trifluralin and EPTC in lentil. **Lens**, 17:1, 17-25.
- Adam, Z.M., Ebad, F.A., Abo-El-Kheir, Z.A. and El-Sheikh, I.A., 1990, Alterations in nucleic acids, protein content and mitotic division of *Vicia faba* root tip cells as affected by malathion and tamaron insecticides, , **Cytologia**, 55, 349-355.
- Adhikari, N. and Grover, I.S., 1988, Genotoxic effects of some systemic pesticides: In vivo chromosomal aberrations in bone marrow cells in rats, **Environmental and Molecular Mutagenesis**, 12, 235-242.
- Ahmad, S. and Yasmin, R., 1992, Effects of methyl paration and tri-miltox on the mitosis of *Allium cepa*, **Cytologia**, 57, 155-160.
- Amer, S.M. and Ali, E.M., 1968, Cytological effects of pesticides II. Meiotic effects of some phenols, **Cytologia**, 33, 21-33.
- Amer, S.M. and Ali, E.M., 1983, Cytological effects of pesticides XIV. Effect of the insecticide dipterex "trichlorphon" on *Vicia faba* plant, **Cytologia**, 48, 761-770.
- Amer, S.M. and Farah, O.R., 1983, Cytological effects of pesticides XII. Effects of the phosphorothroate insecticide dursban on the mitosis of *Vicia faba*, **Cytologia**, 48, 27-33.
- Amer, S.M. and Farah, O.R., 1985, Cytological effects of pesticides XV. Effect of the insecticide methamidophos on root mitosis of *Vicia faba*, **Cytologia**, 50, 521-526.
- Amer, S.M. and Mikael, E., 1986, Cytological effects of pesticides XVI. Effect of the insecticide rotenone on root mitosis of *Vicia faba*, **Cytologia**, 51, 171-176.
- Amer, S.M. and Ali, E.M., 1986, Cytological effects of pesticides XVII. Effect of the insecticide dichlorvas on root mitosis of *Vicia faba*, **Cytologia**, 51, 21-25.

- Antonucci, G.A. and Cólus, I.M.S., 2000, Chromosomal aberrations analysis in a Brazilian population exposed to pesticides, **Teratogenesis, Carcinogenesis and Mutagenesis**, 20, 265-272.
- Armbruster, B.L., Molin, W.T. and Bugg, M.W., 1991, Effects of the herbicide dithiopyr on cell division in wheat root tips, **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 39, 110-120.
- Ashour, S.A. and Abdou, R.F., 1990a, Effect of diuron and metribuzin on the root tip mitosis of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*), **Proceedings of the 8th international symposium on aquatic weeds**, Uppsala, Sweden.
- Ashour, S.A. and Abdou, R.F., 1990b, The action of igran, topogard and eptam herbicides on germination, seedling growth and mitotic behaviour of faba bean (*Vicia faba* L.), **Fabis Newsletter**, 26, 10-14.
- Auerbach, C., 1962, Mutation. **An Introduction to Research on Mutagenesis, Part 1**, Edinburg.
- Baciu, E., El-Kheer, A.A.M.A., Chirila, C., 1987, The influence of the herbicide diizocab on mitosis in root apices of maize (*Zea mays* L.), **Luccari Sti intifice Institutul Agronomic 'Nicolae Balcescu' A Agronomil**, 30 (1), 5-8.
- Badr, A., 1983, Mitodepressive and chromotoxic activities of two herbicides in *Allium cepa*, **Cytologia**, 48, 451-457.
- Badr, A., 1986, Effects of the s-triazine herbicide turbutryn on mitosis, chromosomes and nucleic acids in roots of *Vicia faba*, **Cytologia**, 51, 571-577.
- Badr, A. and Ibrahim, A.G., 1987, Effect of herbicide glean on mitosis, chromosomes and nucleic acids in *Allium cepa* and *Vicia faba* root meristems, **Cytologia**, 52, 293-302.
- Badr, A., 1988, Cytogenetic activities of some fungicides, **Cytologia**, 53, 635-640.

- Banduhn, N. and Obe, G., 1985, Mutagenicity of methyl-2-benzimidazolecarbamate, diethylstilbestrol and estradiol : structural chromosomal aberrations, sister chromatid exchanges, C-mitosis, polyploides and micronuclei, **Mutation Research**, 156, 199-218.
- Barakat, H.M. and Hassan, H.Z., 1997, Mutagenic effects of pendimethalin herbicide on *Vicia faba* and *Allium cepa* plants, **Egyptian Journal of Botany**, 37(1), 13-29.
- Beste, C.E.; Humburg, N.E., Kempen, H.M., Radke, R.O., Riggleman, J.D., Stritzke, J.F., Miller, G.R., 1983, **Herbicide Handbook of the Weed Science Society of America**.
- Butani, J.V. and Shukla, P.T., 1994, Cytological effects of pesticides on onion (*Allium cepa* L.) root tip, **Gujarat Agricultural University Research Journal**, 20 (1), 60-65.
- Butt, S.K. and Vahidy, A.A., 1994, Cytotoxic effects of herbicide ronstar on meristematic cells of *Allium cepa* L., **Pakistan Journal of Botany**, 26 (1), 69-74.
- Carbonell, E., Valbuena, A., Xamena, N., Creus, A. and Marcos, R., 1995, Temporary variations in chromosomal aberrations in a group of agricultural workers exposed to pesticides, **Mutation Research**, 344, 127-134.
- Chauhan, L.K.S., Dikshith, T.S.S. and Sundararaman, V., 1986, Effects of deltamethrin on plant cells I. Cytological effects on the root meristems of *Allium cepa*, **Mutation Research**, 171, 25-30.
- Chauhan, L.K.S. and Sundararaman, V., 1990a, Effect of substituted ureas on plant cells I. Cytological effects of isoproturon on the root meristem cells of *Allium cepa*, **Cytologia**, 55, 91-98.
- Chauhan, L.K.S. and Sundararaman, V., 1990b, Effect of substituted ureas on plant cells II. Ultrastructural effects of isoproturon on the root meristem cells of *Allium cepa*, **Cytologia**, 55 (1), 99-105.
- Cortés, F., Escalsa, P., Mateos, S. and Diaz-Recasens, M., 1987, Factor affecting the production of SCEs by maleic hydrazide in root tip chromosomes of *Allium cepa*, **Mutation Research**, 192, 125-130.

- Darlington , C.D. and La Cour, L.E., 1976, The Handling of Chromosomes, (6th Edn.) Allen and Unwin, London, pp. 201.
- De Marco, A., Boccardi, P., De Simone, C., Piccolo, A., Raglione, M., Testa, A. and Trinca, S., 1990, Induction of micronuclei in *Vicia faba* root tips treated in different soils with the herbicide alachlor, **Mutation Research**, 241, 1-6.
- De Marco , A., De Simone, C., Raglione, M., Testa, A. and Trinca, S., 1992, Importance of the type of soil for the induction of micronuclei and the growth of primary roots of *Vicia faba* treated with the herbicides atrazine, glyphosate and maleic hydrazide, **Mutation Research**, 279, 9-13.
- De Serres, F.J., 1978, Introduction: Utilization of higher plant systems as monitors of environmental mutagens, **Environ. Health Perspect**, 27, 3-6.
- Duhova, V., 1993, Clastogenic effect of supercypermethrine on *Vicia faba* L. and *Hordeum vulgare* L., **Acta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Comenianae Genetica et Biologia-Mole**, 24-25, 67-74.
- El-Abidin Salam, A.Z., Hussein, E.H.A., El-Itriby, H.A., Anwar, W.A. and Mansour, S.A., 1993, The mutagenicity of gramoxone (paraquat) on different eukaryotic systems, **Mutation Research**, 319, 89-101.
- El-Ghamery, A.A., El-Nahas, A.I. and Mansour, M.M., 2000, The action of atrazine herbicide as an inhibitor of cell division on chromosomes and nucleic acids content in root meristems of *Allium cepa* and *Vicia faba*, **Cytologia**, 65, 277-287.
- El-Khodary, S., Habib, A. and Haliem, A., 1989, Cytological effect of the herbicide garlon-4 on root mitosis of *Allium cepa*, **Cytologia**, 54, 465-472.
- El-Khodary, S., Habib, A. and Haliem, A., 1990, Effects of the herbicide tribunil on root mitosis of *Allium cepa*, **Cytologia**, 55 (2), 209-215.
- El-Shazly, H.H. and El-Sheikh, I.A., 2000, Arrest of mitotic cycle and induction of chromosomal aberrations by aflatoxin B₂ in root cells of *Vicia faba* L., **Cytologia**, 65, 133-122.

- Fatima, S.K., Prabhavathi, P.A., Padmavathi, P. and Reddy, P.P., 2001, Analysis of chromosomal aberrations in men occupationally exposed to cement dust, **Mutation Research**, 490, 179-186.
- Fiskesjö, G., 1969, Some results from Allium test with organic mercury halogenides, **Hereditas**, 62, 314-322.
- Fiskesjö, G., 1985, The Allium test as a standart in environmental monitoring, **Hereditas**, 102, 99-112.
- Fiskesjö, G., 1988, The Allium test an alternative in environmental studies: the relative toxicity of metal ions, **Mutation Research**, 197, 243-260.
- Gimenez-Abian, M.I., Panzera, F., Lopez-Saez, J.F., Gimenez-Abian, J.F., Torre, C., Gimenez-Martin, G., Torre, C., 1988, Immediate disturion of spindle poles and induction of additional microtubule organizing centers by a phenylcarbamate, during mitosis, **Protoplasma**, 204 (3-4), 119-127.
- Grover, I.S. and Malhi, P.K., 1988, Genotoxic effects of some organophosphorus pesticides III. In vivo chromosomal aberration bioassay in root meristems of *Allium* and *Hordeum*, **Cytologia**, 53 (1), 181-191.
- Güneyli, E., 1973, Yabancı Ot Mücadele ve Araştırma Metotları, Ankara.
- Haliem, A.S., 1990, Cytological effects of the herbicide sencor on mitosis of *Allium cepa*, **Egyptian Journal of Botany**, 33 (2), 93-104.
- Harte, J., Holdren, C., Schneider, C. and Shirley, C., 1991, Toxics A to Z, A Guide to everyday pollution hazards, **University of California Press**.
- Hemavathy, K.C. and Krishnamurthy, N.B., 1988, Cytogenetic effects of cuman L, a dithiocarbamate fungicide, **Mutation Research**, 208, 57-60.
- Hidalgo, A., Gonzales-Reyes, J.A., Navas, P., Garcia-Herdugo, G., 1989, Abnormal mitosis and growth imhibition in *Allium cepa* roots Induced by propham and chlorpropham, **Cytobios**, 57 (228), 7-14.

- Hidalgo, A., Gonzales-Reyes, J.A. and Navas, P., 1990, Protective effects of ascorbate free radical against caffeine and diclobenil action in onion roots, **Cell Biology International Reports**, 14 (2), 133-141.
- Hrelia, P., Maffer, F., Fimognari, C., Vigagni, F., Cantelli-Forti, G., 1996, Cytogenetic effects of metalaxyl on human and animal chromosomes, **Mutation Research**, 369, 81-86.
- Kabir, G., Alam, S. and Alam, S., 1986, Cytological effects of insecticides (carbion 100EC and vapon 50) on barley (*Hordeum vulgare* L.), **Cytologia**, 51 (4), 885-892.
- Kanaya, N., Gill, B.S., Grover, I.S., Murin, A., Osiecka, R., Sandhu, S.S. and Andersson, H.C., 1994, *Vicia faba* chromosomal aberration assay, **Mutation Research**, 310, 231-247.
- Kaur, P. and Grover, I.S., 1985, Cytological effects of some organophosphorus pesticides I. Mitotic effects, **Cytologia**, 50, 187-197.
- Kergommeaux, D.J., Grant, W.F. and Sandhu, S.S., 1983, Clastogenic and physiological response of chromosomes to nine pesticides in *Vicia faba* in vivo root tip assay system, **Mutation Research**, 124, 69-84.
- Kihlman, B.A., 1971, Root Tips for Studying the Effects of Chemicals on Chromosomes, **Chemical Mutagens**, Plenum press, 489-524.
- Kihlman, B.A., 1975, Root tips of *Vicia faba* for the study of the induction of chromosomal aberrations, **Mutation Research**, 31, 401-412.
- Kilbey, B.J., Legator, M., Nichols, W., Ramel, C., 1984, Handbook of Mutagenicity Test Procedures, **Elsevier Science Publishers**, Amsterdam.
- Kim, J.C. and Bendixen, L.E., 1987, Effects of haloxyfop and CGA-82725 on cell cycle and cell division of oat (*Avena sativa*) root tips, **Weed Science**, 35, 769-774.
- Kligerman, A.D., Doerr, C.L. Tennant, A.H., Zucker, R.M., 2000a, Cytogenetic studies of three triazine herbicides I. In vitro studies, **Mutation Research**, 465: 53-59.

- Kligerman, A.D., Doerr, C.L., Tennant, A.H. and Peng, B., 2000b, Cytogenetic studies of three triazine herbicides II. In vivo micronucleus studies in mouse bone marrow, **Mutation Research**, 471, 107-112.
- Kooffreh, M., 1999, Cytogenetic effects of glyphosate and 2:1 metolachlor: atrazine on root tips of *Allium cepa*, **Global Journal of Pure and Applied Sciences**, 5 (3), 317-321.
- Krishna, G., Nath, J., Petersen, M., Ong, T., 1987, Cyclophosphamide induced cytogenetic effects in mouse bone marrow and spleen cells in vivo and in vivo / in vitro assays, **Teratogenesis, Carcinogenesis and Mutagenesis**, 7, 183-195.
- Kumar, U. and Sinha, S.S.N., 1991, Genotoxic effects of two pesticides (rogor and bavistin) and an antibiotic (sterptomycin) in meiotic cells of Grasspea (*Lathyrus sativus* L.), **Cytologia**, 56, 209-214.
- Kumar, M., Prasad, M., Kumar, H. and Nasar, S.K.T., 1995, Cytotoxic effects of two herbicides on meiosis, **Maize Genetics Cooperation Newsletter**, 69, 25.
- Kumari, T.S. and Vaidyanath, K., 1989, Testing of genotoxic effects of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) using multiple genetic assay systems of plants, **Mutation Research**, 226, 235-238.
- Lehnen, L.P. and Vaughn, K.C., 1991, Immunofluorescence and electron microscobic investigations of the effects of dithiopyr on onion root tips, **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 40 (1), 58-67.
- Lehnen, L.P. and Vaughn, K.C., 1992, The herbicide sindone B distrupts spindle microtubule organizing centers, **Pesticide Biochemistry and Physiology**, 44 (1), 50-59.
- Levan, A., 1938, The effect of colchicine on root mitosis in *Allium*, **Hereditas**, 24, 471-486.
- Levan, A. and Östergren, G., 1943, The mechanism of C-mitotic action. observations of the naphtalene series, **Hereditas**, 29, 381-443.
- Levan, A., 1945, Cytological reactions induced by inorganic salt solutions, **Nature**, 156, 751.

- Li, A.P. and Long, T.J., 1988, An evaluation of the genotoxic potential of Glyphosate, **Fundamental and Applied Toxicology**, 10, 537-546.
- Ma, T.H. and Grant, W.F., 1982, The Tradescantias-adventurous plants, **Herbarist**, 48, 36-44.
- Ma, T.H., Harris, M.M., Anderson, V.A., Ahmed, I., Mohammad, K., Bare, J.L. and Lin, G., 1984, Tradescantia-micronucleus (Trad-MCN) tests on 140 health related agents, **Mutation Research**, 138, 157-167.
- Mohandas, T. and Grant, W.F., 1972, Cytogenetic effects of 2,4-D and amitrol in relation to nuclear volume and DNA content in some higher plants, **Can. J. Genet. Cytol.**, 14, 773-778.
- Moreland, D.E., 1980, Mechanism of action of herbicides, **Ann. Rev. Plant Physiol.**, 31, 597-638.
- Morison, I.N., Owino, M.G. and Stobbe, E.H., 1981, Effects of diclofop on growth, mitotic index and structure of wheat (*Triticum aestivum*) and wild oat (*Avena fatua*) adventitious roots, **Weed Science**, 29, 426-432.
- Nandi, S., 1985, Studies on the cytogenetic effect of some mercuric fungicides, **Cytologia**, 50, 921-926.
- Nicoloff, H. and Kappas, A., 1987, Benomyl induced mitotic disturbances in *Hordeum vulgare*, **Mutation Research**, 189, 271-275.
- Njagi, G.D.E. and Gopalan, H.N.B., 1981, Mutagenicity testing of herbicides, fungicides and insecticides I. Chromosome aberrations in *Vicia faba*, **Cytologia**, 46, 169-172.
- Nurzhanova, A.A., Biyashev, G.Z. and Patakhova, A.M., 1994, Mutagenic effect and pesticidal properties of organophosphorus compounds (exemplified by barley and barley aphid), **Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya**, 1, 107-109.
- Öbek, E., 1993, Bazı Böcek Öldürücü Sentetik Pyrethroidlerin Soğan (*Allium cepa* L.)'da Hücre Bölünmesi ve Kromozomların Yapısına Etkileri, **Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü (Doktora Tezi)** Van.

- Öztürk, S., Özge, N., 1978, Bitki Koruma İlaçları, Ankara.
- Panda, B.B. and Sahu, U.K., 1985, Induction of abnormal spindle function and cytokinesis inhibition in mitotic cells of *Allium cepa* by the organophosphorus insecticide fensulfotion, *Cytobios*, 42, 147-155.
- Papes, D., Besendorfer, V. and Bosiljevac, V., 1989, The *Allium* test response to cyanazine, *Acta Botanica Croatica*, 48, 39-46.
- Patra, J., Panda, K.K., Panda, B.B., 1997, Differential induction of adaptive responses by paraquat and hydrogen peroxide against the genotoxicity of methyl mercuric chloride, maleic hydrazide and ethyl methane sulfonate in plant cells in vivo, *Mutation Research*, 393, 215-222.
- Pavlica, M., Papes, D. and Nagy, B., 1991, 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid causes chromatin and chromosome abnormalities in plant cells and mutation in cultured mammalian cells, *Mutation Research*, 263, 77-81.
- Prakash, N.S., Lakshmi, N. and Harini, I., 1988, Cytological effects of agricultural chemicals II. Effect of fungicides "bavistin" and "deltan" on chilli (*Capsicum annum* L.), *Cytologia*, 53, 709-715.
- Prasad, M., Kumar, K., Kumar, H. and Nasar, S.K.T., 1994, Cytotoxicity of herbicide in maize, *Maize Genetics Cooperration Newsletter*, 68, 83-84.
- Ragab, R.A.K. and Abdel-Rahem, A.T., 1989, Cytological and biochemical studies on the effect of some IGRs on *Zea mays*, *Cytologia*, 54(4), 653-660.
- Rank, J., Jensen, A.G., Skov, B., Pedersen, L.H. and Jensen, K., 1993, Genotoxicity testing of the herbicide roundup and its active ingredient, glyphosate isopropylamine using the mouse bone marrow micronucleus test, *Salmonella* mutagenicity test and *Allium* anaphase-telophase test, *Mutation Research*, 300, 29-36.
- Rank, J., Nielsen, M.H., 1997, *Allium cepa* anaphase-telophase root tip chromosome aberration assay on N-methyl-N-nitrosourea, maleic hydrazide, sodium azide and ethyl menthanesulfonate, *Mutation Research*, 390, 121-127.

- Rao, B.V., Rao, B.G.S. and Sharma, C.B.S.R., 1988, Cytological effects of herbicides and insecticides on *Allium cepa* root meristems, **Cytologia**, 53, 255-261.
- Reddy, N.M., Panda, K.K., Subhadra, A.V. and Panda, B.B., 1995, The *Allium* micronucleus (MNC) assay may be used to distinguish clastogens from aneugens, **Biologisches Zentralblatt**, 114 (4), 358-368.
- Rencüzoğulları, E. and Topaktaş, M., 2000, Chromosomal aberrations in cultured human lymphocytes treated with the mixtures of carbosulfan, ethyl carbamate and ethyl methanesulfonate, **Cytologia**, 65, 83-92.
- Royal Swedish Academy of Science, 1973, Evaluation of genetic risks of environmental chemicals, (**Ambio Special Report**), **Ambio** 3
- Sobhi, H.M. and Haliem, A.S., 1990, Effects of herbicide rancho (mefenacet) on root mitosis of *Allium cepa* (onions), **Egyptian Journal of Botany**, 33(1), 43-50.
- Sofuni, T. and Ishidate, Jr.M., 1988, Induction of chromosomal aberrations in active oxygen generating systems I. Effect of paraquat in Chinese hamster cells in culture, **Mutation Research**, 197, 127-132.
- Soh, W.Y. and Yang, W.Y., 1993, Effect of plant growth regulators on mitotic chromosomes in *Allium cepa* L., **Nucleus Calcutta**, 36 (3), 109-113.
- Solymosi, P. and Pusztai, T., 1984, Cytological study of stable viable morphological changes appearing in *Amaranthus* weed population of maize monocultures, **Acta Botanica Hungaria**, 30 (1/2), 47-52.
- Somashekar, R.K., Gowda, M.T.G. and Verkatasubbaiah, 1984, Cytological effects of fungicide topsin in *Allium cepa*, **Cytologia**, 49, 171-175.
- Srecec, S., Jelenic, S. and Papes, D., 1995, Phenotypic and genotypic analysis of spike abnormality in bread wheat (*Triticum aestivum* L.em Thell) cv. Pitoma, **Cereal Research Communications**, 23 (1-2), 63-69.

- Stich, H.F., Lam, P., Lo, L.W., Koropatnick, D.J. and San., H.C., 1975, The search for relevant short-term bioassays for chemical carcinogens: the tribulation of a modern sisypus, **Can. J. Genet. Cytol.**, 17, 471-492.
- Sudhadra, A.V., Panda, K.K. and Panda, B.B., 1993, Residual mercury in seed of barley (*Hordeum vulgare* L.) confers genotoxic adaptation to ethyl methanesulfonate, maleic hydrazide, methyl mercuric chloride and mercury-contaminated soil, **Mutation Research**, 300, 141-149.
- Sultanov, A.S. and Abdullaev, A.A., 1986, Cytogenetic effect of cotoran and toluin on barley cells, **Uzbekiston Biologiya Jurnali**, 4, 57-59.
- Sutton, P.B, Pidgeon, J.D., 1990, Racer Technical Brief. Agrochemicals, **Report Series**, TMF 3875 A.
- T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, 1999, Ruhsatlı Zirai Mücadele İlaçları, **Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü Yayınları**, Ankara.
- Tomaskova, D., 1986, Cytogenetic effects of pesticides on plants, **Agrochemia**, 26 (9), 264-270.
- Topaktaş, M. and Speit, G., 1989, Profenofos insektisidinin insan lenfositlerinde sitogenetik etkileri, **Doğa Tu. Biyol.**, 13 (2), 105-111.
- Topaktaş, M. and Speit, G., 1990, İnsan lenfositlerinde prometryn herbisiti ile SCE ve CA'nın indüklenmesi, **Doğa Tr. J. of Biology**, 14, 69-78.
- Topaktaş, M. and Rencüzoğulları, E., 1991, Cytogenetic effects of herbicides gesegard and igran in barley, **Cytologia**, 56, 419-424.
- Topaktaş, M. and Rencüzoğulları, E., 1993, Chromosomal aberrations in cultured human lymphocytes treated with marshal and its effective ingradient carbosulfan, **Mutation Research**, 319, 103-111.
- Topaktaş, M. ve Rencüzoğulları, E., 1995, Sitogenetik, **Çukurova Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi Yayını**, Adana.
- Topaktaş, M. and Rencüzoğulları, E., 1996, Genotoxic effects of marshal in *Allium cepa* L., **Tr. J. of Botany**, 20, 481-487.

- Topbaş, M.T., Brohi, A.R., Karaman, M.R., 1998, Çevre Kirliliği, T.C. Çevre Bakanlığı Yayınları, Ankara.
- Ünal, G. ve Gürkan, M.O., 2001, İnsektisitler, Kimyasal Yapıları, Toksikolojileri ve Ekotoksikolojileri, Ankara.
- Vaughan, M.A. and Vaughan, K.C., 1990, DCPA causes cell plate distruption in wheat roots, **Annals of Botany**, 65, 379-388.
- Vaughn, S.F. and Merkle, M.G., 1989, Histological and cytological effects of haloxyfob on *Sorghum* and unicorn-plant root meristems, **Weed Science**, 37, 503-511.
- Vural, N., 1984, Toksikoloji, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, No, 56.
- Yoshida, Y., Nakamura, K. and Hiura, A., 1983, Contraction of chromosomes and depression of RNA synthesis by isopropyl N-(3-chlorophenyl) carbamate (CIPC) in *Vicia faba*, **Cytologia**, 46, 169-172.

ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Ankara’da doğdu. İlk ve ortaöğrenimini Hopa’da, liseyi Ankara’da tamamladı.1989 yılında Gazi Üniversitesi Fen –Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü’nü kazandı ve 1993 yılında mezun oldu. Aynı yıl Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda Yüksek lisansa başladı. 1996 yılında Yüksek lisans programını tamamlayarak aynı yıl Doktora programına başladı. 1994 yılında Gazi Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü’ne Araştırma Görevlisi olarak girdi. Halen aynı göreve devam etmektedir. Evli ve bir çocuk annesidir. Bildiği yabancı dil İngilizcedir.