

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

**DELTAMETHRİN VE QUIZALOFOP-*p* -ETİL PESTİSİTLERİNİN *HELIANTHUS*
ANNUUS L. (AYÇİÇEĞİ) KÖK UCU HÜCRELERİ ÜZERİNE MUTAJENİK
ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Biyolog Mehmet Cengiz KARAİSMAİLOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nce
“YÜKSEK LİSANS (BİYOLOJİ)”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 10.12.2012
Tezin Savunma Tarihi : 04.01.2013

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hüseyin İNCEER

Trabzon 2013

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalında
Mehmet Cengiz KARAİSMAİLOĞLU tarafından hazırlanan

DELTAMETHRİN VE QUIZALOFOP-*p*-ETİL PESTİSİTLERİNİN *HELIANTHUS ANNUUS* L. (AYÇİÇEĞİ) KÖK UCU HÜCRELERİ ÜZERİNE MUTAJENİK ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 18 /12 / 2012 gün ve 1486/01 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Ahmet ÇOLAK

Üye : Prof. Dr. Hüseyin İNCEER

Üye : Prof. Dr. Sema AYAZ

Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Deltamethrin ve Quizalofop-*p*-Etil Pestisitlerin *Helianthus annuus* L. (Ayçiçeği) Kök Ucu Hücreleri Üzerine Mutajenik Etkilerinin Araştırılması” adlı bu tez çalışması, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda ‘Yüksek Lisans Tezi’ olarak hazırlanmıştır.

Lisansüstü eğitimim süresince danışmanlığımı üstlenerek, gerek konu seçimi, gerekse çalışmaların yürütülmesi sırasında deneyim ve bilgilerini benimle paylaşan, yardım ve desteğini esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Hüseyin İNCEER’e, teşekkür ve şükranlarımı sunmayı bir borç bilirim.

Tez çalışması süresince bilgi birikim ve deneyimlerini benden esirgemeyen saygıdeğer hocam Prof. Dr. Sema AYZAZ’a, tezin değerlendirilme aşamasındaki yapıcı eleştirilerinden dolayı teze sağladığı katkı için sayın hocam Prof. Dr. Ahmet ÇOLAK’a teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince çeşitli konularda yardımlarını gördüğüm Araş. Gör. Nurşen AKSU’ya, Ebru BAYRAK’a, Dr. Onur TOSUN’a, Yrd. Doç. Dr. Aykut SAĞLAM’a ve Botanik Araştırma Laboratuvarı çalışanlarına teşekkür ederim. Ayrıca, ilgi ve desteklerinden dolayı Öğretim üyesi Yetiştirme Programı (ÖYP) kapsamında kadromun bulunduğu Siirt Üniversitesi yönetimine de teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince her türlü fedakârlıkla yanımda bulunan sevgili eşim Fatma KARAİSMAİLOĞLU ve başta annem, babam olmak üzere diğer aile bireylerime sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Mehmet Cengiz KARAİSMAİLOĞLU
Trabzon 2013

TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Deltamethrin ve Quizalofop-*p*-Etil Pestisitlerinin *Helianthus annuus* L. (Ayçiçeği) Kök Ucu Hücreleri Üzerine Mutajenik Etkilerinin Araştırılması” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Hüseyin İnceer sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 04/01/2013

Mehmet Cengiz KARAİSMAİLOĞLU

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XI
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Literatür Özeti	3
1.2.1. Kullanılan İnsektisit ve Herbisitın Kimyasal Özellikleri, Kullanım Alanları ve Hedef Olmayan Bazı Organizmalar Üzerindeki Etkileri	4
1.2.1.1. Deltamethrin.....	4
1.2.1.2. Quizalofop- <i>p</i> -Etil.....	5
1.2.2. Mutajenite Testleri ve Monitör Olarak Kullanılan Bitkiler.....	7
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	9
2.1. Materyal Temini	9
2.2. <i>Helianthus annuus</i> Köklerinin Deltamethrin ve Quizalofop- <i>p</i> -Etil ile Muamele Edilmesi.....	9
2.3. Fiksasyon ve Stoklama.....	10
2.4. Hidroliz.....	10
2.5. Boyama ve Preparat Hazırlama	10
2.6. Sitogenetik İncelemeler	11
2.7. İstatiksel Analiz.....	11
3. BULGULAR	12
3.1. Deltamethrin ve Quizalofop- <i>p</i> -Etil'in Kök Büyümesi Üzerine Etkisi.....	12
3.2. Deltamethrin ve Quizalofop- <i>p</i> -Etil'in Mitotik Hücre Bölünmesi Üzerine Etkisi.....	15

3.3.	Deltamethrin ve Quizalofop- <i>p</i> -Etil'in <i>Helianthus annuus</i> Mitotik Kromozomlarında Neden Olduğu Anormallikler.....	19
3.4.	Deltamethrin ve Quizalofop- <i>p</i> -Etil'in <i>Helianthus annuus</i> Mitotik Hücrelerinde Mikronükleus Oluşumu Üzerine Etkisi.	30
4.	TARTIŞMA.....	32
5.	SONUÇLAR	36
6.	ÖNERİLER	37
7.	KAYNAKLAR.....	38

ÖZGEÇMİŞ

ÖZET

DELTAMETHRİN ve QUIZALOFOP-*p*-ETİL PESTİSİTLERİNİN *HELIANTHUS ANNUUS* L. (AYÇİÇEĞİ) KÖK UCU HÜCRELERİ ÜZERİNE MUTAJENİK ETKİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Mehmet Cengiz KARAİSMAİLOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Hüseyin İNCEER
2012, 46 Sayfa

Bu çalışmada, Deltamethrin ve Quizalofop-*p*-etil pestisitlerinin *Helianthus annuus* L. kök ucu hücreleri üzerine mutajenik etkileri araştırıldı. Çimlendirilen tohumlara, 0,25, 0,5, 1 ve 2 ppm Deltamethrin, 0,75, 1,5 ve 3 ppm Quizalofop-*p*-etil ile 24, 36 ve 48 saat muamele edildi. Deltamethrin ve Quizalofop-*p*-etil'in doz ve zaman artışına bağlı olarak *Helianthus annuus*'un kök büyümesini inhibe ettiği, köklerde bazı morfolojik değişikliklere neden olduğu, mitoz bölünmeyi önemli derece baskıladığı ve mitotik hücrelerde çeşitli kromozomal anormalliklere neden olduğu tespit edildi. Meristematik hücrelerde hücre bölünme frekansının önemli ölçüde azaldığı gözlemlendi. En yaygın kromozom anormallikleri olarak yapışık kromozom, profazda düzgün dağılmamış kromatin, c-mitoz, kromatid köprüsü ve geri kalmış kromozoma rastlanıldı. Buna ilave olarak, uygulama gruplarının neredeyse tamamında mikronükleus oluşumu tespit edildi. Yapılan mutajenite testleriyle Deltamethrin ve Quizalofop-*p*-etil'in ayçiçeği üzerinde mutajenik bir etkiye sahip olduğu sonucuna varıldı.

Anahtar Kelimeler: Deltamethrin, *Helianthus annuus*, Kromozom anormallikleri, Mikronükleus, Mitoz, Mutajenite, Quizalofop-*p*-etil

Master Thesis

SUMMARY

INVESTIGATION OF MUTAGENIC EFFECTS OF THE PESTICIDES
DELTAMETHRIN AND QUIZALOFOP-*p*-ETHYL ON ROOT TIP CELLS OF
HELIANTHUS ANNUUS L. (SUNFLOWER)

Mehmet Cengiz KARAISMAILOGLU

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Biology Graduate Program
Supervisor: Prof. Dr. Hüseyin INCEER
2012, 46 Pages

In this study, the mutagenic effects of pesticides of Deltamethrin and Quizalofop-*p*-ethyl were investigated on root tip cells of *Helianthus annuus* L. The germinated seeds were treated with 0,25, 0,5, 1 and 2 ppm of Deltamethrin, 0,75, 1,5 and 3 ppm of Quizalofop-*p*-ethyl for 24, 36 and 48 hours. Depending on the increased dose and exposure time of Deltamethrin and Quizalofop-*p*-ethyl, inhibition in root growth, some morphological changes in the roots, suppression on mitosis and various chromosomal abnormalities in mitotic cells were determined. Significant decreases in cell division frequency of meristematic cells were observed. The most common chromosome abnormalities were stickness, disturbed chromatin in prophase, c-mitosis, chromatid bridges and laggard chromosomes. In addition, micronucleus formation was observed in almost all of the application groups. Mutagenity tests showed that Deltamethrin and Quizalofop-*p*-ethyl have mutagenic effect on sunflower.

Key Words: Deltamethrin, *Helianthus annuus*, Chromosomal abnormalities, Micronucleus, Mitosis, Mutagenity, Quizalofop-*p*-ethyl

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Deltamethrin'in yapısal formülü.....	4
Şekil 2. Quizalofop- <i>p</i> -etil'in yapısal formülü.....	6
Şekil 3. Ayçiçeği tohumlarının filtre kağıtları arasına yerleştirilmesi.....	9
Şekil 4. Büyüme ve mutajenik testler için kullanılan aktif kökler.....	10
Şekil 5. Deltamethrin ve quizalofop- <i>p</i> -etil uygulanan <i>H. annuus</i> aktif kökleri.....	13
Şekil 6. Deltamethrin uygulanan <i>H. annuus</i> 'un aktif kök ucu hücrelerindeki mitotik indeks frekansı.....	17
Şekil 7. Quizalofop- <i>p</i> -etil uygulanan <i>H. annuus</i> 'un aktif kök ucu hücrelerindeki mitotik indeks frekansı.....	17
Şekil 8. Deltamethrin'in neden olduğu mitotik hücrelerdeki kromozom anormallikleri.....	21
Şekil 9. Quizalofop- <i>p</i> -etil'in neden olduğu mitotik hücrelerdeki kromozom anormallikleri.....	23
Şekil 10. <i>Helianthus annuus</i> kök hücrelerinde kontrol gruplarındaki normal mitotik hücre bölünmesi safhaları.....	24
Şekil 11. <i>Helianthus annuus</i> aktif köklerinde hücre bölünmesinin metafaz ve anafaz safhasındaki yapışık kromozomlar.....	25
Şekil 12. <i>Helianthus annuus</i> aktif köklerinde hücre bölünmesinin profaz safhasındaki düzgün dağılmamış kromatin.....	26
Şekil 13. <i>Helianthus annuus</i> aktif köklerinde hücre bölünmesinin metafaz safhasındaki c-mitoz.....	27
Şekil 14. <i>Helianthus annuus</i> aktif köklerinde hücre bölünmesinin anafaz safhasındaki kromatid köprüsü.....	28
Şekil 15. <i>Helianthus annuus</i> aktif köklerinde hücre bölünmesinin anafaz safhasındaki geri kalmış kromozom.....	29
Şekil 16. <i>Helianthus annuus</i> aktif köklerinde hücre bölünmesinin metafaz ve anafaz safhalarındaki kromozom anormallikleri.....	29
Şekil 17. <i>Helianthus annuus</i> aktif köklerinde interfaz safhasında mikronükleus oluşumu.....	31

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Deltamethrin insektisitinin <i>H. annuus</i> aktif kökleri üzerine etkisi.....	14
Tablo 2. Quizalofop- <i>p</i> -etil herbisitinin <i>H. annuus</i> aktif kökleri üzerine etkisi.....	14
Tablo 3. Deltamethrin insektisitinin <i>H. annuus</i> mitotik hücreleri üzerine etkisi.....	16
Tablo 4. Quizalofop- <i>p</i> -etil herbisitinin <i>H. annuus</i> mitotik hücreleri üzerine etkisi.....	18
Tablo 5. Deltamethrin uygulanan <i>H. annuus</i> 'un mitotik hücrelerindeki kromozom anormallikleri.....	20
Tablo 6. Quizalofop- <i>p</i> -etil uygulanan <i>H. annuus</i> 'un mitotik hücrelerindeki kromozom anormallikleri.....	22
Tablo 7. Deltamethrin'in <i>H. annuus</i> aktif köklerinde mikronükleus oluşumu üzerine etkisi.....	30
Tablo 8. Quizalofop- <i>p</i> -etil'in <i>H. annuus</i> aktif köklerinde mikronükleus oluşumu üzerine etkisi.....	31

SEMBOLLER DİZİNİ

cm	Santimetre
da	Dekar
DNA	Deoksiribonükleik Asit
DEL	Deltamethrin
EPA	Çevre Koruma Ajansı
HCl	Hidroklorik asit
kg	Kilogram
L	Litre
LD ₅₀	Letal Doz
MI	Mitotik İndeks
mg	Miligram
mL	Mililitre
MN	Mikronükleus
N	Normalite
ppm	Milyonda bir kısım
QPE	Quizalofop- <i>p</i> -Etil
RAPD	Rastgele Çoğaltılmış Polimorfik DNA
SCE	Kardeş Kromatid Değişimi
SS	Standart Sapma
vd	Ve diğerleri
µm	Mikrometre

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Çağımızın hızlı nüfus artışı, insanlığın karşılaştığı en büyük sorunlardan biri olan beslenme problemini de beraberinde getirmektedir. Bu problemin çözülmesi amacıyla öncelikli olarak tarım alanlarında birim alandan maksimum düzeyde ürün alınımının sağlanabilmesi yönündeki çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Bu amaçla yıllardır insanların tarım alanlarında bitkilere zarar veren organizmalar ve bitki hastalıklarıyla mücadele edebilmek için başvurdukları zirai mücadele yöntemleri arasında kültürel, biyoteknik ve karantina yöntemleri ile mekaniksel, fiziksel, biyolojik ve kimyasal mücadele yer almaktadır (Öztürk ve Tosun 2004). Ancak genel olarak uygulama kolaylığı ve iyi sonuç alınması nedeniyle daha çok kimyasal mücadeleye başvurulmaktadır. Bu kimyasal mücadelenin ana unsurlarını da pestisitler oluşturmaktadır. Bu şekilde bir yandan çoğalan nüfusun, bir yandan da açlık çeken insanların ihtiyaçlarını karşılamak için tarımsal yollarla üretimin artırılmasına çalışılmaktadır (Harte vd., 1991).

Pestisitler, pestlerin yani zararlıların kontrolü, yok edilmesi, engellenmesi, itilmesi veya yayılmasının durdurulması amacıyla kullanılan maddelerdir (Tomlin, 2000). Pestisitler zararlı gruplarına göre herbisitler (yabancı ot öldürücüler), insektisitler (böcek öldürücüler), fungusitler (mantar öldürücüler), akarisitler (akar öldürücüler), rodentisitler (kemirici öldürücüler), mollusitler (salyangoz öldürücüler), nematositler (nematod öldürücüler), afisitler (yaprak biti öldürücüler), avisitler (kuş öldürücüler), bakterisitler (bakteri öldürücüler), nematisitler (yuvarlak kurt öldürücüler) olmak üzere sınıflandırılmaktadır (Harte vd., 1991; Arıkan, 2006). Pestisitler evsel atıklar, endüstriyel atıklar ve tarımsal mücadelelerde ortama karışan ve zor parçalanan maddelerdir ve karbon, hidrojen ve klor içerdiklerinden “klorlu hidrokarbonlar” olarak da tanımlanırlar (Arıkan, 2006).

Dünyada ve ülkemizdeki tarım uygulamalarında özellikle de ekonomik öneme sahip olan bitki türlerinde daha iyi verimin alınabilmesi için çeşitli pestisitler yoğun olarak kullanılmaktadır. Ayrıca pestisitler tarım alanları dışında 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 (Yüzbaşıoğlu, 2001). Geniş kullanım alanına sahip olmalarından dolayı pestisitler neredeyse yaşam ile iç içe olan her yerde mevcuttur.

Pestisit kullanımının tartışılmaz yararlarına karşın, modern tarımda pestisitlerin etkin denetimden yoksun ve aşırı miktarlarda kullanılmasında baş gösteren ana problem bu ajanlar veya onların ürünleriyle çevresel kirlenmenin insan sağlığını ve ekosistemin kararlılığını olumsuz yönde etkilemesidir (Bolle vd., 2004).

Pestisitler; her ne kadar üretim kaybını azaltmak amacıyla kullanılıyor olsa da, hem doğayı kirletmekte hem de tükettiğimiz ürünler yoluyla bizlere zarar vermektedir. Bu zararlı etkilerden bazıları hem ürünler üzerinde birikerek hem de onları hücrelerine ve hatta kromozomlarına varıncaya kadar bozmak şeklindedir (Yüzbaşıoğlu ve Ünal 1999). Pestisitler yanlış kullanıldıklarında besin zinciri yoluyla yüksek yapılı bitkileri ve dolayısıyla insan dâhil birçok organizmayı olumsuz etkilemektedir. Uygulandıkları ortamda bozunmadan uzun süre kalmaları ve organizmalarda birikmeleri, pestisitlerin zararlı etkilerinin genellikle geç çıkmasına neden olmakla birlikte, tarım ürünlerinin tüketilmesi sonucu ölüm vakalarına da rastlanmıştır (Vural, 1984). Ayrıca yapılan birçok çalışmada pestisitlerin hedef olmayan organizmalar üzerinde mutajenik ve kanserojen etkiye sahip olduğu ortaya konulmuştur (Fishbein, 1972; Grover ve Tyagi 1980; Pavlica vd., 1998). Bu nedenle, bu kimyasal maddelerin neden olduğu olası genetik değişmelerin hedef olmayan organizmalar üzerinde izlenmesi gerekmektedir.

Fiziksel ve kimyasal mutajenlerin etkisi ile ökaryotlarda meydana gelebilecek gen ve kromozom hasarlarının analizi için monitör sistem olarak bitkiler (aktif kök uçları ve polen ana hücreleri) kullanılmaktadır (Nilan ve Vig 1976; Grant, 2002; Millioğlu, 2006). Bitki kökleri, birkaç yüksek yapılı bitki sistemleri için, çevresel kirleticilerin hayvanlar veya hedef olmayan organizmalar üzerindeki olumsuz etkilerinin araştırılmasında ucuz, kolay, duyarlı, hassas, güvenilir ve geçerli bir metod sağlamaktadır (Grant, 1978). Bununla birlikte, yapılan bir çok çalışma mutajenik aktivite ve kromozom anormalliklerinde bitki köklerinde bulunan sonuçlar ile memeli sistemlerde elde edilen sonuçlar arasında bir korelasyon olduğunu göstermektedir. (Majer vd., 2005; Olourunfemi vd., 2011). Yani, bitki kökleri çevresel kirleticilerin klastojenik etkisinin (kromozom kırılması ve/veya buna bağlı olarak kromozom parçalarındaki kayıp, artma ya da düzensizliklerin olması) meristematik hücrelerde belirlenmesi için uygun bir sitogenetik materyaldir (Ma vd., 1995). Bitki kökleri ile yapılan test sonuçları, ortamdaki canlı organizmalar için direkt veya indirekt riskleri temsil eden belirli mutajenik veya sitotoksik/genotoksik maddelerin

varlığını işaret edebilir. Yine bitki kökleri ile yapılan büyüme testlerinde büyümedeki gerileme genellikle toksiteyi, temel kromozom anormallikleri ise genotoksiteyi açıklamaktadır. Bununla birlikte, kromozom anormalliklerinin varlığı büyümenin inhibe edilmesiyle ilişkili bir olaydır (Fiskesjö, 1985).

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Asteraceae familyasına ait ekonomik açıdan önemli bir bitkidir (McGregor, 1976). Endüstride yağ, yem ve süs bitkisi olarak kullanılmaktadır (Eryiğit, 2002). Deltamethrin (DEL) insektisiti ve quizalofop-*p*-etil (QPE) herbisiti ayçiçeği tarım alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Deltamethrin, 25-75 mL/100 L ticari konsantrasyonlarda *Loxostega sticticalis* ve *Heliothis armigera* gibi zararlı böceklerle karşı (TKİB, 2009), Quizalofop-*p*-etil ise dekarda 100 mL ticari konsantrasyonda *Cynodon dactylon*, *Sorghum halepense*, *Echinochloa crus-galli*, *Setaria* sp. ve *Alopecurus* sp. gibi zararlı yabancı otlara karşı zirai mücadelede kullanılmaktadır (TKİB, 2009). Bu pestisitlerle ilgili olarak hedef olmayan organizmalar üzerinde bazı çalışmalar yapılmasına rağmen (Chauhan vd., 1986, Yıldız ve Arıkan 2008), şu ana kadar DEL ve QPE pestisitlerinin ayçiçeği üzerindeki mutajenik etkilerinin incelendiği herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu çalışmada, tarım alanlarında ayçiçeğinin zararlılarına karşı kullanılan, Deltamethrin ve Quizalofop-*p*-etil pestisitlerinin *Helianthus annuus* kök ucu hücreleri üzerine mutajenik etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

1.2. Literatür Özeti

Zirai mücadele, bitkilerin hastalık, zararlı ve yabancı otların etkilerinden ekonomik ölçüler içinde korunması, ürünün ve kalitenin artırılmasıdır. Bu basit tanımdan da anlaşılacağı gibi, zirai mücadeleyle, bir yandan ürünü ve kalitesini arttırmak, bir yandan da ekonomiklik hedeflenmektedir (Delen vd.,2005). Bu amaçla, yüksek etkinliği ve hızlı sonuç vermesi nedeniyle kimyasal ajanlardan oluşan pestisitler tarım alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Ragsdale, 1994). Tarım alanlarında kullanılan pestisitler içinde herbisitler % 47'lik bir payla birinci sırada, insektisitler ise % 29'luk bir payla ikinci sırada yer almaktadır ve bu iki pestisit grubu toplam pestisit kullanımının % 70'inden daha fazla bir bölümünü kapsamaktadır. (Tiryaki vd., 2010). Bununla birlikte, pestisitlerin bilinçsiz ve kontrolsüz bir şekilde kullanılması hedef olmayan organizmalar ve çevre üzerinde olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Yıldız vd. (2005)'ne göre pestisit uygulamasının

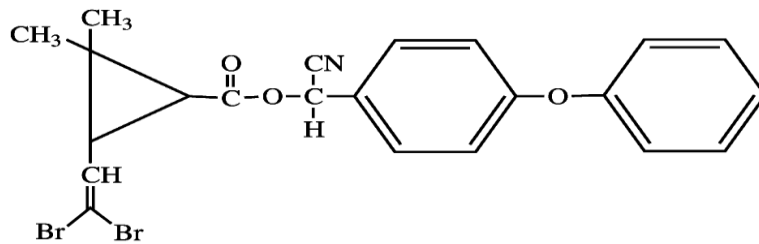
% 0.015- 6,0'sı hedef alınan canlı üzerine ulaşmakta, geri kalan % 94-99,9'luk kısım ise agroekosistemde hedef olmayan organizmalara ve toprağa ulaşmaktadır. Bununla beraber, kullanılan pestisitler su, hava ve toprak gibi yollarla ya da bitki ve hayvanlarda yer değiştirerek besin zinciri yolu ile çevrede sürekli taşınmaktadırlar (Tanç-Yeter, 2007). Bundan dolayı, pestisitlerin kullanımlarının artması, hedef olmayan organizmalar üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle çevreye ve insan sağlığına olan zararlı etkileri de beraberinde getirmektedir (Soyöz ve Özçelik 2000).

1.2.1. Kullanılan İnektisit ve Herbisit Kimyasal Özellikleri, Kullanım Alanları ve Hedef Olmayan Bazı Organizmalar Üzerindeki Etkileri

1.2.1.1. Deltamethrin

Deltamethrin, öldürücü etkisi yüksek, piretroit sınıfına dahil olan bir inektisittir (Şekil 1). Piretroitler, yapısal olarak piretrumdan şekillenen farmakolojik olarak etkin ve pestlere karşı yaygın olarak kullanılan sentetik bileşiklerdir (Stelzer ve Gordon 1984; Kaya, 2005).

Tarım alanlarında kullanılan DEL geniş spektrumludur (Tomlin, 2006), akarlar, karıncalar, kurtlar ve böcekler gibi zararlılara karşı *Gossypium hirsutum* (pamuk), *Zea mays* (mısır), *H. annuus* (ayçiçeği), *Glycine max* (soya fasulyesi) gibi çeşitli ürünler üzerinde kullanılmaktadır. Deltamethrin tarım alanları dışında golf sahaları, süs bahçeleri, çim ve dış çevre gibi alanlarda çeşitli pestlere karşı da kullanılmaktadır (EPA, 2004).



Şekil 1. Deltamethrin'in (S- α -cyano-3-phenoxybenzyl-(1R-3R)-3-(2,2-dibromoviny)-2,2 dimethylethyl cyclopropane carboxylate; $C_{22}H_{19}Br_2NO_3$) yapısal formülü (Tomlin, 2006).

Deltamethrin, sinekler, antropotlar ve balıklar için son derece etkilidir, direkt teması ve canlı yenmesi halinde böceklere karşı oldukça zehirlidir (Tomlin, 2006). Bununla birlikte, memelilerde ise metabolizması ve atılımı hızlı olduğu için toksitesi daha düşüktür.

Deltamethrin'in fare kemik iliği hücreleri ve insan periferik lenfositlerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, uygulanan insektisit kromozom anormalliklerine yol açtığı ve sitokinezi durdurduğu belirlenmiştir (Chauhan vd., 2007).

Piretroit grubu insektisitleri zehirli etkilerini gerek sineklerde, gerekse memelilerde öncelikle sinir sistemi üzerinde gösterir. Asetilkolinesteraz, çevresel ve merkezi kolinetjik sistemde ana bir nörovericidir. Piretroid-bağımlı nörovericisinin beyindeki presinaptik sinir terminallerinden yayılımı ilk olarak DEL verilen farelerde görülmüştür. Deltamethrin uygulaması, beyincik içerisindeki asetilkolin seviyesindeki önemli düşüş ile sonuçlanmıştır (Kaya, 2005).

Piretroit insektisitlerin, alerjik ve immünolojik etkileri de saptanmıştır (Kowalczyk-Bronisz ve Bubac 1990; Srivastava vd., 1997; Kaya, 2005). Kowalczyk-Bronisz ve Bubac (1990), DEL'e maruz bırakılan ratlarda humoral ve hücreli bağışıklık sistemi üzerinde önemli bir değişiklik meydana geldiğini tespit etmiştir. Buna ek olarak, DEL'in bağışıklık sistemini baskıladığı, fakat lökosit dışında kan parametrelerini etkilemediği belirlenmiştir (Eraslan vd., 2007).

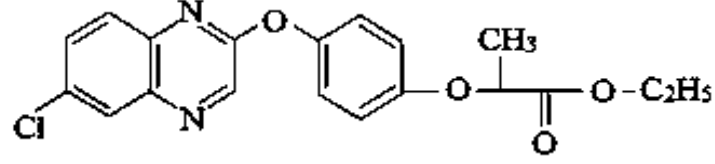
Memelilerde piretroit zehirlenmeleri, yüksek hassasiyet, aşırı salivasyon, titreme ve felç ile açığa çıkar, fakat duyu sinirlerinde hiçbir tekrarlayan sinir atışları görülmez. Zehirlenme belirtilerindeki bazı farklılıkların dışında, tüm piretroid tipleri için temel hedef sodyum kanalıdır. Tüm aktif piretroidler uyarılabilir doku içindeki sodyum kanallarıyla etkileşime girer ve zar depolarizasyonu ile sodyum akımını uzatır (Kaya, 2005).

Ayrıca DEL'in bitkiler üzerinde de zararlı etkilere sahip olduğu görülmüştür. Deltamethrin ile yapılan bazı çalışmalarda, *A. cepa* meristematik hücreleri üzerinde kromozomal anormalliklere ve kromatid kırılmalarına neden olduğu, hücre membranında ve hücre çeperinde anormalliklere yol açtığı belirlenmiştir (Chauhan vd., 1986; Chauhan vd., 1999).

1.2.1.2. Quizalofop-*p*-Etil

Tarım alanlarında kullanılan QPE, fide çıkışı sonrası uygulanan seçici bir fenoksi herbisittir (Şekil 2). *Solanum tuberosum* (Patates), *G. max* (soya fasulyesi), *Saccharum*

officinarum (şeker kamışı), *Corylus* sp. (fındık), *H. annuus* (ayçiçeği), *Lens culinaris* (mercimek), *Lycopersicum esculentum* (domates) ve *Allium cepa* (soğan) ekilen alanlarındaki yabancı otların kontrolünde kullanılmaktadır. Bileşik, yaprak yüzeyi vasıtasıyla absorbe edilen ve tüm bitki boyunca bu şekilde dağılabilen QPE, gövde ve kökün aktif büyüme bölgelerinde birikir (Arıkan, 2006).



Şekil 2. Quizalofop-*p*-etil'in (ethyl (R)-2-[4-[(6chloro-2-quinoxalinyloxy) phenoxy] propionate; C₁₉H₁₇C₁N₂O₄) yapısal formülü (Yıldız ve Arıkan 2008).

Quizalofop-*p*-etil, insanlarda göz ve deri üzerinde tahriş edici etkiye sahip toksik bir herbisittir (EPA, 1998). Bununla birlikte, QPE insan karaciğer hücreleri üzerinde toksik etkiye sahiptir (Elefsiniotis vd., 2007). Ayrıca QPE 0,1 mg/kg dozu ve üzerindeki dozlarda arılara karşı da toksik etkiye sahiptir (Arıkan, 2006).

EPA (1998)'ya göre, ratlarda QPE'nin akut oral toksitesi erkek ve dişi bireyler için 1,480 ve 1,670 mg/kg arasındadır, dermal toksite > 5,000 mg/kg, solunum toksitesi ise 5,8 mg/L'dır. Fareler ratlara göre bu herbisitten biraz daha az etkilenmektedirler. Quizalofop-*p*-etil'in erkek fareler için toksite değeri 1,753 mg/kg ve dişi fareler için ise 1,805 mg/kg'dır (Arıkan, 2006).

Quizalofop-*p*-etil'in bitkiler için de zararlı etkilere sahip olduğu görülmüştür. Quizalofop-*p*-etil'in *A. cepa* somatik kromozomları üzerinde kromozomal anormalliklere yol açtığı ve genotoksik olduğu saptanmıştır (Yıldız ve Arıkan 2008). Ayrıca, QPE'nin yine *A. cepa* üzerinde etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada ise, kök inhibisyonuna, protein ve DNA içeriğinde değişimlere, kuyruklu yıldız analiziyle belirlenen DNA kırıkları seviyesindeki artışa ve RAPD profillerinde polimorfizme neden olduğu bildirilmiştir (Yeşilbaş, 2010).

1.2.2. Mutajenite Testleri ve Monitör Olarak Kullanılan Bitkiler

Mutajen, DNA yapısını veya dizisini değiştirerek mutasyona neden olan fiziksel veya kimyasal bir etkidir (Debeleç-Bütüner ve Kantarcı 2006). Mutajenler, DNA üzerindeki etkilerini ya doğrudan, ya da genomik bilgilere göre sentezlenen proteinlere bağlanarak dolaylı olarak gösterirler. DNA hasarında rol alan kilit moleküllerde ve yollardaki bozuklukların ise doku hasarı, yaşlanma, kanser, infertilite ve bazı genetik ve multifaktoryal hastalıklara yol açtığı bildirilmiştir (Kirsch-Volders vd., 2003; Atlı-Şekeroğlu ve Şekeroğlu 2011).

Mutajenite testleri esas olarak genomu etkileyebilecek radyasyon gibi fiziksel etkenlerin, parazitik enfeksiyonların, sigara, pestisitler, ilaçlar, gıda katkı maddeleri, nanomateriyaller gibi birçok kimyasal ajanın mutajenik ve kanserojenik potansiyellerinin tespitinde kullanılmaktadır. Buna ilaveten, ilaçların hem piyasaya sürülmeden önce hem de ilaç kullanan kişilerdeki genetik etkilerini ve güvenilirliğini araştırmada, bazı hastalıklarda DNA hasarının belirlenmesinde, genetik hasar ile hastalıklar arasındaki ilişkinin tespit edilmesinde de mutajenite testlerinden yararlanılmaktadır. Ayrıca, kanserden korunmada, kansere duyarlılığın tayininde ve takibinin yapılmasında da biyoizlem testleri olarak kullanılmaktadır (Choy, 2001; Mateuca vd., 2006; Atlı-Şekeroğlu ve Şekeroğlu 2011).

Mutajenlerin kalıtsal materyal üzerindeki etkilerinin belirlenmesinde, farklı organizmalarda çeşitli mekanizmalarla doğrudan ya da dolaylı olarak genetik materyalde meydana gelen hasarları saptamak amacıyla geliştirilmiş farklı mutajenite testleri uygulanmaktadır. Bunlar; bitkilerde yaygın olarak kullanılan *A. cepa* kromozom anormalliği testi (Fiskesjö, 1985; Rank, 2003; Konuk vd., 2007) ve kuyruklu yıldız testi (Liman vd., 2011), *Tradescantia* mikronükleus testi (Ruiz vd., 1992), *Drosophila*'da kullanılan eşeye bağlı letalite testi (Kilbey vd., 1984), mayalarda *Saccharomyces cerevisiae* genotoksisite testi (Buschini vd., 2003), bakterilerde *Salmonella* mutajenite testi (Mortelmans ve Zeiger 2000) ve *Bacillus subtilis* tamir testi (Silva vd., 2006), hayvanlarda fare, hamster kemik iliği mikronükleus testi (Ono vd., 2006) ve hücre kültürlerinde SCE (Sister Chromatid Exchange: Kardeş Kromatid Değişimi) (Wilson ve Thompson 2007) testleridir.

Mutajenlerin DNA üzerindeki etkilerinin belirlenmesinde, uygulanan mutajene hızlı cevap vermesi, memeli hücreleriyle korelasyon göstermesi, ucuz ve güvenilir olması

nedeniyle bitkiler daha yaygın olarak kullanılmaktadır (Grant, 1978). Kimyasal ajanların mutajenik etkilerinin incelenmesinde *A. cepa* (Fiskesjö, 1985), *Vicia faba* (Sang ve Li 2004), *T. paludosa* (Misik vd., 2006), *Pisum sativum* (Amer vd., 1999), *Hordeum vulgare* (Kluge ve Podlesak 1985), *Crepis capillaris* (Gadeva ve Dimitrov 2008), ve *H. annuus* (İnceer vd., 2004; Kaymak, 2005; İnceer vd., 2009) gibi monitör bitki sistemleri (aktif kök uçları ve polen ana hücreleri) kullanılmaktadır.

Ayrıca bileşiklerin mutajenik etkisinin saptanmasında bir testin tek başına yeterli olmadığı, bir seri test sisteminin kullanılması gerektiği yapılan birçok çalışma ile vurgulanmıştır (Zeiger, 1998; Choy, 2001; Demirel ve Zamani 2002; Mortelmans ve Rupa 2004; Olaharski vd., 2006).

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

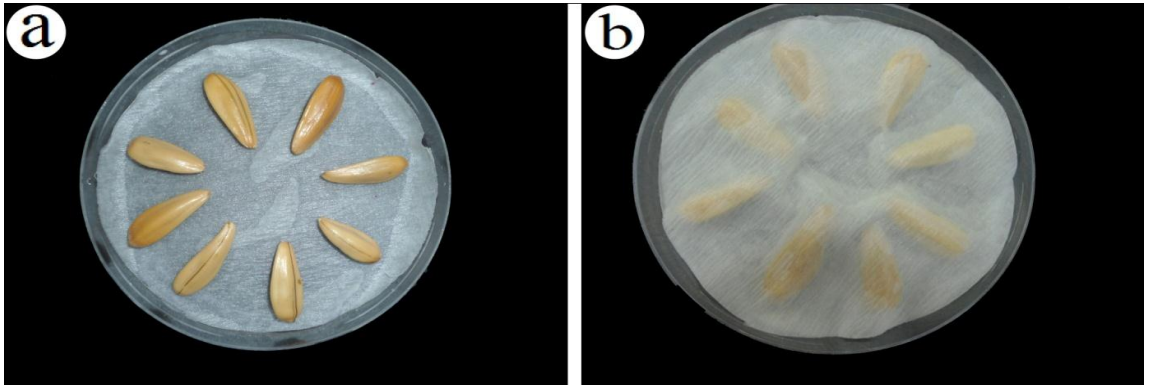
2.1. Materyal Temini

Bu çalışmada kullanılan *Helianthus annuus* L. (Ayçiçeği) tohumları, Deltamethrin insektisiti ve Quizalofop-*p*-etil herbisiti İstanbul'da ayçiçeği tarımı yapılan bir bölgedeki ticari bir marketten temin edildi.

2.2. *Helianthus annuus* Köklerinin Deltamethrin ve Quizalofop-*p*-Etil ile Muamele Edilmesi

Tohumlar, DEL ve QPE muamelesi yapılmadan önce bir petri kabı içerisindeki saf su ile ıslatılmış iki filtre kâğıdı arasına yerleştirildi (Şekil 3). Bir etüv içerisinde 22 ± 2 °C'da çimlenmeye bırakıldı. Çimlenen tohumların yaklaşık 1 cm uzunluğa erişen aktif kökleri mutajenite testlerinde kullanıldı (Şekil 4).

Mutajenik testlerde, DEL insektisitinin bir kontrol grubu yanında 0,25, 0,5, 1 ve 2 ppm, QPE herbisitinin ise bir kontrol grubu yanında 0,75, 1,5 ve 3 ppm dozları seçildi. Her iki pestisitinde konsantrasyonları saf su ile hazırlandı. Kontrol gruplarında ise sadece saf su kullanıldı. Uygulama süresi olarak *H. annuus*'un bir hücre siklusu süresi esas alınarak (~24 saat) 24, 36 ve 48 saatlik zaman dilimleri belirlendi. Uygulama süreleri sonunda her muamele için grup içerisinde kök uzunlukları ölçüldü, ortalama kök uzunlukları, standart sapmaları ve kontrole göre inhibisyon yüzdeleri hesaplandı.



Şekil 3. a, b Ayçiçeği tohumlarının filtre kağıtları arasına yerleştirilmesi



Şekil 4. Mutajenik testler için kullanılan aktif kökler (Ölçek=1cm)

2.3. Fiksasyon ve Stoklama

Çimlendirilen tohumlardan alınan kök örnekleri 3:1 oranında alkol-asetik asit çözeltisinde bir gece +4 °C'da bekletilerek fikse edildi. Fiksasyondan sonra materyalin daha uzun süre saklanması amacıyla kökler %70'lik alkole alındı. Daha sonra materyaller stok halde +4°C'da buzdolabında muhafaza edildi (Jones ve Rickards, 1990).

2.4. Hidroliz

Stok kök örnekleri saf su ile yıkandıktan sonra 1 N HCl' de, 60 °C' da (Jones ve Rickards, 1990), 10-12 dakika hidroliz edildi. Hidroliz işlemi ile hücrelerin birbirinden ayrılması ve daha iyi boyanması sağlandı.

2.5. Boyama ve Preparat Hazırlama

Hidroliz işlemi takiben kökler saf suyla yıkandı ve daha sonra Schiff-Reagent solüsyonunda 1-2 saat bekletilerek kök uçlarının boyanması sağlandı. Boyama sonunda daha belirgin hale gelen kök uçları lam üzerine alınarak kesildi ve bir damla % 45'lik asetik asit (CH_3COOH) ile ezme preparatları yapıldı. Hazırlanan preparatlar %96'luk etil

alkol konulan şalede +4°C' de bir gece bekletildi. Bu işlemin sonunda preparatlar Entellan ile daimi hale getirildi (Elçi, 1994).

2.6. Sitogenetik İncelemeler

Her doz için hazırlanan preparatların her birinden rastgele olarak seçilen 5 bölgedeki hücreler sayıldı. Hücre sayımları 5 farklı preparatta yapıldı. Mitoz bölünmenin farklı safhalarındaki hücreler incelenerek, kromozomal anormallik çeşitleri belirlendi (İnceer ve Beyazoğlu, 2000). Daha sonra her bir grup için bölünen hücrelerin toplam hücrelere oranı olarak tanımlanan mitotik indeks hesaplandı. Mitotik indeks yüzde (%) olarak şu formül ile hesaplanmaktadır;

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

Her bir uygulama grubu için mitozun her bir safhasındaki hücrelerin oranı belirlendi. Her safhadaki anormal hücrelerin oranı ve bu anormalliklerin neler olduğu saptandı. En sık görülen anormalliklerin fotoğrafları çekildi. Normal ve anormal hücrelerin oranı aşağıdaki formüle göre hesaplandı (Kara vd., 1994). Bunlara ek olarak interfazda mikronükleus sayısı belirlendi ve farklı test solüsyonları için mikronükleus sıklığı hesaplandı (Yıldız ve Arıkan, 2008).

Normal hücreler için:

$$\% = \frac{\text{Profazdaki Hücre Sayısı} \times 100}{\text{Toplam Mitotik Hücre Sayısı}}$$

Anormal hücreler için:

$$\% = \frac{\text{Profazdaki Anormal Hücre Sayısı} \times 100}{\text{Profazdaki Toplam Hücre Sayısı}}$$

2.7. İstatistiksel Analiz

Kontrol ve uygulama grupları arasındaki farklılıklar, SPSS 20 bilgisayar programında Dunnett t-test (2 yönlü) yapılarak değerlendirildi (P=0,05).

3. BULGULAR

Deltamethrin ve Quizalofop-*p*-etil'in *H. annuus* aktif köklerine uygulanması sonucu; kökler üzerine etkisi Tablo 1-2 ve Şekil 5'te, hücre bölünmesi üzerine etkisi Tablo 3-4 ve Şekil 6-7'de, bölünen hücrelerde neden olduğu kromozomal anormallikler Tablo 5-6 ve Şekil 8-9 ve 11-16'da, interfazda oluşan mikronükleus sıklığı Tablo 7-8 ve Şekil 17'de verilmiştir.

3.1. Deltamethrin ve Quizalofop-*p*-Etil'in Kök Büyümesi Üzerine Etkisi

Deltamethrin ve Quizalofop-*p*-etil, uygulanan doz ve süreye bağlı olarak *H. annuus* köklerinde morfolojik değişikliklere neden olmuşlardır. Deltamethrin insektisinin 2 ppm konsantrasyonları ve QPE herbisitinin ise 3 ppm konsantrasyonları uygulama sürelerinde köklerde kararmalar meydana getirmiş ve böylece yüksek derecede toksite göstermiştir (Şekil 5).

Deltamethrin ve QPE konsantrasyonlarının *H. annuus* köklerine uygulanması sonucunda, her bir uygulama grubunda köklerdeki ortalama uzunluk ve kontrol grubuna göre inhibisyon yüzdeleri Tablo 1 ve 2'de verilmiştir. Uygulanan doz ve süreye bağlı olarak kök uzunluğunda bir azalma meydana gelmiştir. Buna göre uygulama zamanlarında en fazla kök uzunluğuna kontrol grubuna ait ayçiçeklerinde, en az kök uzunluğuna ise en yüksek doz ve zaman aralıklarında insektisit ve herbisit uygulanan köklerde rastlanılmıştır (Tablo 1-2). Buna ek olarak, DEL ve QPE'nin *H. annuus* kök uzunluğu üzerine meydana getirdiği etkinin hemen hemen birbirine benzer olduğu kaydedilmiştir.



Şekil 5. Deltamethrin ve quizalofop-*p*-etil uygulanan *H. annuus* aktif kökleri: a; Kontrol gruplarına ait kökler, b, c; DEL insektisitine maruz bırakılan kökler, d, e; QPE herbisitine maruz bırakılan kökler (Ölçekler =1 cm)

Tablo 1. Deltamethrin insektisitinin *H. annuus* aktif kökleri üzerine etkisi

Zaman (saat)	Konsantrasyon (ppm)	Kök uzunluğu \pm SS (cm)	İnhibisyon (%)
24	Kontrol	3,76 \pm 0,14*	-
	0,25	3,61 \pm 0,05	3,98
	0,5	3,24 \pm 0,08	13,82
	1	1,93 \pm 0,13	48,67
	2	1,21 \pm 0,09	67,81
36	Kontrol	3,96 \pm 0,11	-
	0,25	3,85 \pm 0,07	2,77
	0,5	3,56 \pm 0,06	10,10
	1	2,05 \pm 0,03	48,23
	2	1,29 \pm 0,01	67,42
48	Kontrol	4,76 \pm 0,10	-
	0,25	4,65 \pm 0,12	2,31
	0,5	3,67 \pm 0,14	22,89
	1	2,39 \pm 0,03	49,78
	2	1,37 \pm 0,02	71,21

* SS: Standart Sapma

Tablo 2. Quizalofop-*p*-etil herbisitinin *H. annuus* aktif kökleri üzerine etkisi

Zaman (saat)	Konsantrasyon (ppm)	Kök uzunluğu \pm SS (cm)	İnhibisyon (%)
24	Kontrol	3,59 \pm 0,10	-
	0,75	3,31 \pm 0,03	7,79
	1,5	1,91 \pm 0,05	46,79
	3	1,21 \pm 0,09	66,29
36	Kontrol	3,84 \pm 0,18	-
	0,75	3,43 \pm 0,11	10,67
	1,5	2,04 \pm 0,07	46,87
	3	1,30 \pm 0,02	66,14
48	Kontrol	4,62 \pm 0,09	-
	0,75	4,07 \pm 0,12	11,90
	1,5	2,35 \pm 0,09	49,13
	3	1,43 \pm 0,04	69,04

3.2. Deltamethrin ve Quizalofop-*p*-Etil'in Mitotik Hücre Bölünmesi Üzerine Etkisi

Deltamethrin ve QPE'nin *H. annuus* aktif köklerinde hücre bölünmesinin farklı safhaları üzerine uygulanan doz ve zamana bağlı olarak gösterdiği etki Tablo 3 ve 4'te verilmiştir. Bölünmenin farklı safhalarında normal ve anormal hücreler sayılarak anormallik yüzdesi hesaplanmıştır. Tablo 3 ve 4'ten görüldüğü gibi, uygulama grubu ile kontrol grubu köklerindeki mitotik safhalar karşılaştırıldığında, her bir safha sıklığının değiştiği gözlenmiştir. Deltamethrin, çoğu mitotik hücrenin profaz safhasını olumsuz yönde etkilerken, metafaz ve ana-telofaz safhaları üzerinde pek fazla etki yapmamıştır (Tablo 3-4). Quizalofop-*p*-etil'in ise mitotik hücrelerin profaz ve ana-telofaz safhalarını olumsuz yönde etkilerken, metafaz safhası üzerine herhangi bir etki yapmadığı gözlenmiştir. Bunlara ilave olarak, gerek DEL gerekse QPE uygulama dozu ve zamana bağlı olarak anormal mitotik hücre oranını arttırmıştır (Tablo 3-4).

Deltamethrin ve QPE'nin *H. annuus* aktif köklerinde mitotik hücre bölünmesi üzerine etkisi Tablo 3 ve 4'te gösterilmiştir. Yapılan incelemelerde DEL ve QPE ile muamele edilen aktif kök uçlarında, mitotik indeks üzerine uygulanan dozlar ve uygulama zamanları arasında bir ilişki olduğu gözlenmiştir. Deltamethrin ve QPE uygulaması yapılan köklerdeki mitotik indekste, her bir uygulama grubu için kullanılan kontrol ile karşılaştırıldığında önemli azalmalar olduğu tespit edilmiştir ($P=0,05$). Buna ilave olarak, tüm uygulama gruplarında uygulanan doz artışına bağlı olarak mitotik indeksin belirgin bir şekilde azaldığı belirlenmiştir. Buna karşın, tüm uygulama zamanlarında 0,25 ppm ve 36 saat uygulamadaki 0,5 ppm DEL konsantrasyonlarında, mitotik indeks değeri ve kontrol grupları arasındaki farkın önemsiz olduğu ve benzer şekilde 24 saat uygulamadaki 0,75 ppm, 1,5 ppm ve 36 saat uygulamadaki 0,75 ppm QPE konsantrasyonlarda da mitotik indeks değeri ile kontrol grupları arasındaki farkın önemsiz olduğu tespit edilmiştir (Şekil 6-7).

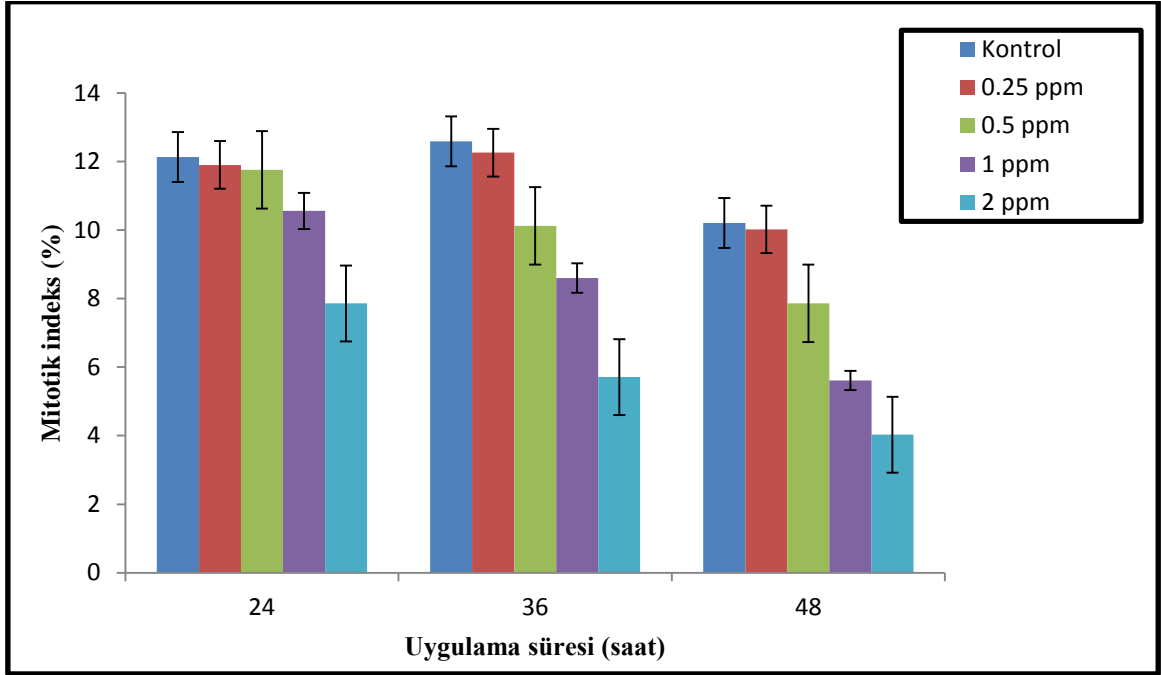
Deltamethrin ve QPE uygulaması yapılan *H. annuus* köklerinde, tüm uygulama zamanlarında diğer konsantrasyonlarla karşılaştırıldığında DEL için 2 ppm'de, QPE için ise 3 ppm'de en düşük mitotik indeks frekanslarına rastlanmıştır. Tüm uygulama gruplarında en yüksek mitotik indeks değerleri ise kontrol gruplarında gözlenmiştir (Şekil 6-7).

Tablo 3. Deltamethrin insektisitinin *H. annuus* mitotik hücreleri üzerine etkisi

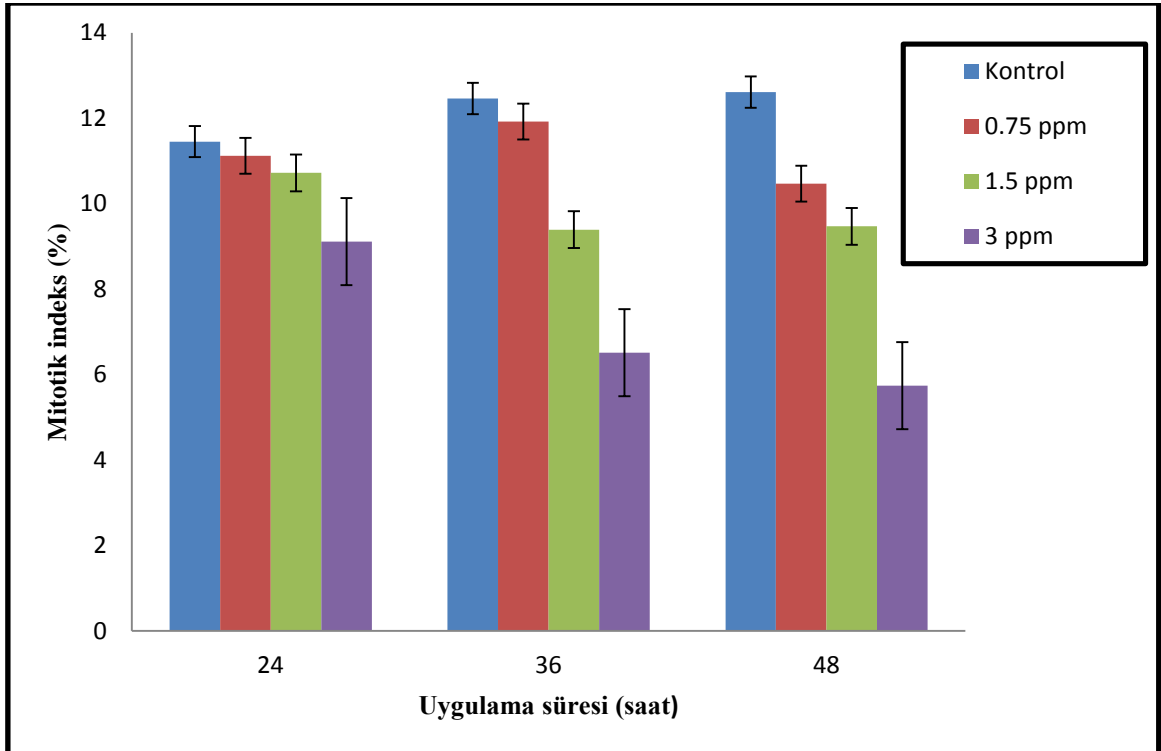
Zaman (Saat)	Konsantrasyon (ppm)	İncelenen Hücre Sayısı	MI±SS	Profaz %		Metafaz %		Ana-Telofaz %	
				Toplam	Anormal	Toplam	Anormal	Toplam	Anormal
24	Kontrol	4210	12,13±0,23	26,81	2,91	36,00	2,71	37,19	3,15
	0,25	4051	11,90±0,36	31,12*	2,00*	34,02*	3,65*	34,86*	4,16*
	0,5	4002	11,76±0,42	26,17	4,87*	33,61*	3,79*	40,22*	5,82*
	1	4216	10,56±0,46*	27,13	4,95*	34,75	4,51*	38,12	10,00*
	2	4137	7,86±0,32*	28,30*	9,78*	35,07	10,52*	36,63	21,00*
36	Kontrol	4335	12,59±0,67	27,65	1,98	33,88	1,08	38,47	2,38
	0,25	3818	12,26±0,70	23,71*	1,80*	35,47	3,01*	40,82*	6,80*
	0,5	4188	10,12±0,56*	26,65	5,30*	33,25	3,54*	40,10	11,76*
	1	4286	8,60±0,21*	24,66*	9,89*	35,77*	8,33*	39,57	17,12*
	2	4249	5,71±0,53*	27,98	13,23*	37,86*	16,86*	34,16*	29,34*
48	Kontrol	4134	10,21±0,24	31,32	3,20	32,83	2,04	35,85	1,40
	0,25	3692	10,02±0,11	29,41*	2,66*	34,11	2,29*	36,48	6,81*
	0,5	4206	7,86±0,23*	27,56*	4,13*	33,02	4,82*	39,42*	10,40*
	1	4292	5,61±0,34*	24,86*	10,52*	33,50	8,59*	41,64*	16,98*
	2	4222	4,03±0,17*	25,43*	21,66*	35,16*	19,27*	39,41*	33,33*

* P= 0,05 derecesinde önemlidir

MI: Mitotik İndeks



Şekil 6. Deltamethrin uygulanan *H. annuus*'un aktif kök ucu hücrelerindeki mitotik indeks frekansı



Şekil 7. Quizalofop-*p*-etil uygulanan *H. annuus*'un aktif kök ucu hücrelerindeki mitotik indeks frekansı

Tablo 4. Quizalofop-*p*-etil herbisitinin *H. annuus* mitotik hücreleri üzerine etkisi

Zaman (Saat)	Konsantrasyon (ppm)	İncelenen Hücre Sayısı	MI±SS	Profaz %		Metafaz %		Ana-Telofaz %	
				Toplam	Anormal	Toplam	Anormal	Toplam	Anormal
24	Kontrol	4025	11,45±0,33	60,95	0,71	16,05	2,70	23,00	1,72
	0,75	4028	11,12±0,22	60,49	5,53*	15,40*	8,69*	24,11*	14,8*1
	1,5	3990	10,72±0,45	54,33*	5,60*	18,50*	24,05*	27,17*	24,13*
	3	4026	9,11±0,21*	51,77*	7,36*	19,07*	24,28*	29,16*	32,71*
36	Kontrol	4259	12,46±0,24	48,21	1,17	22,59	2,50	29,20	-
	0,75	3666	11,92±0,30	48,51	4,71*	29,51*	12,40*	21,98*	15,62*
	1,5	4077	9,39±0,39*	31,07*	7,56*	39,42*	15,89*	29,50	28,31*
	3	4069	6,51±0,16*	28,30*	12,00*	36,22*	26,04*	35,48*	36,17*
48	Kontrol	4044	12,61±0,24	32,35	1,21	33,53	1,18	34,12	1,14
	0,75	4094	10,47±0,31*	32,64	7,14*	33,79	7,58*	33,56	15,27*
	1,5	4021	9,47±0,17*	32,28	7,31*	32,02*	13,93*	35,70*	24,26*
	3	4019	5,74±0,33*	25,54*	22,03*	33,76	20,51*	40,70*	37,23*

* P= 0,05 derecesinde önemlidir

3.3. Deltamethrin ve Quizalofop-*p*-Etil'in *Helianthus annuus* Mitotik Kromozomlarında Neden Olduğu Anormallikler

Deltamethrin ve QPE, *H. annuus*'un mitotik hücrelerinde çeşitli kromozomal anormalliklere neden olmuştur (Tablo 5-6 ve Şekil 8-9). En yaygın olarak profazda düzgün dağılmamış kromatin, anafazda ve metafazda yapışık kromozom, anafazda ve metafazda c-mitoz, anafazda kromatid köprüsü ve anafazda geri kalmış (kalgın) kromozom gibi anormallikler tespit edilmiştir (Şekil 11-15). Bunlara ek olarak, DEL uygulamasında metafazda başıboş kromozom, QPE uygulamasında ise anafazda kutup kayması gibi kromozom anormalliklerine de rastlanılmıştır (Şekil 16).

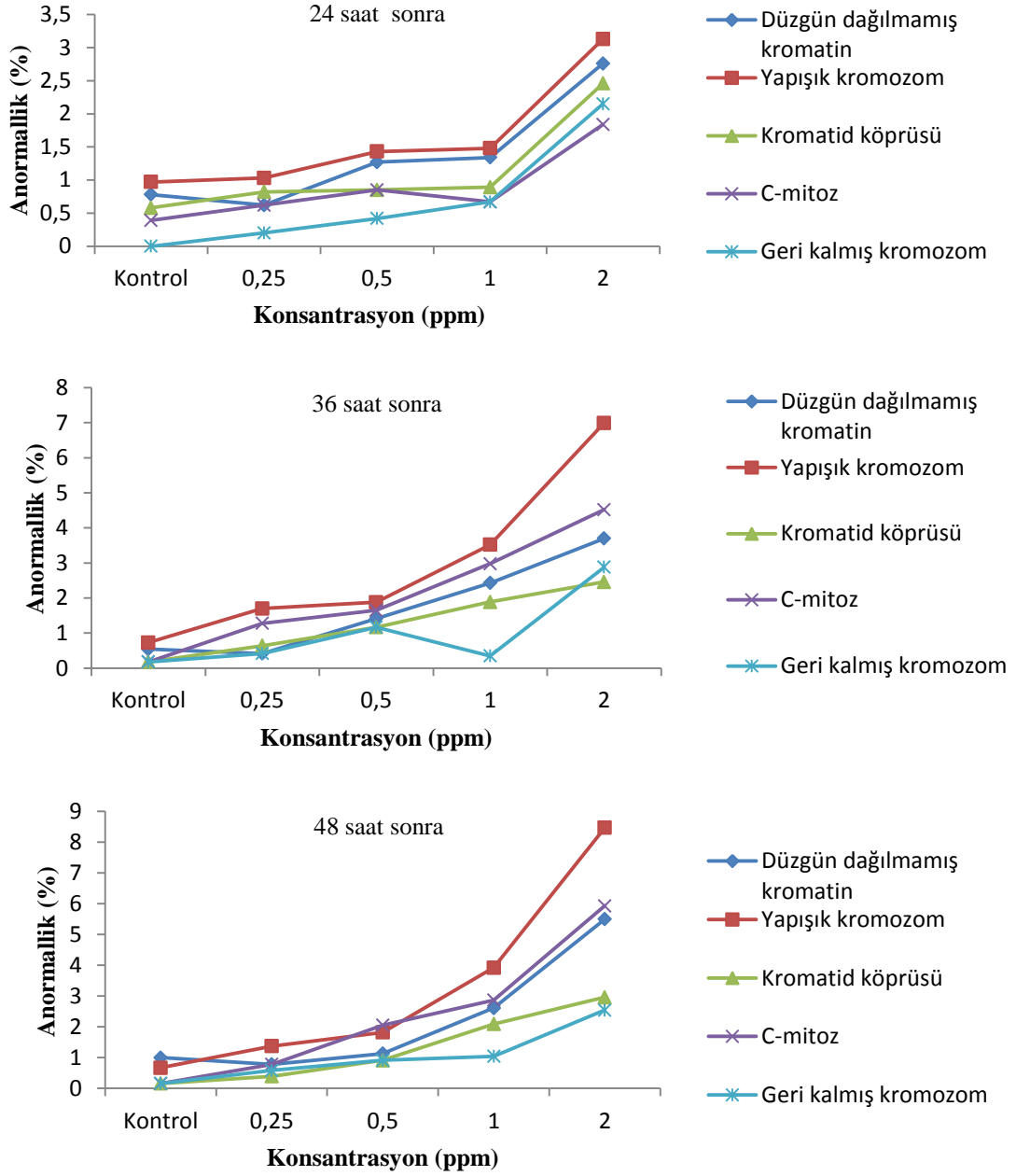
Deltamethrin ve QPE'nin uygulama dozu ve zamana bağlı olarak kromozom anormalliklerini arttırdığı tespit edilmiştir (Tablo 5-6). Uygulama gruplarında en fazla metafaz ve anafaz safhalarında yapışık kromozom ile profaz safhasında düzensiz kromatin dağılımına rastlanmıştır (Şekil 8-9). Bununla birlikte, en az kalgın kromozom anormalliği gözlenmiştir (Şekil 8-9).

Deltamethrin ve QPE'nin mitotik hücrelerde neden olduğu kromozomal anormallikler, kontrol grubundakilerle karşılaştırıldıklarında, aralarındaki farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5-6). Ayrıca uygulanan QPE konsantrasyonlarının DEL konsantrasyonlarına göre mitotik hücrelerde daha yüksek oranda kromozomal anormalliğine yol açtığı belirlenmiştir (Tablo 5-6).

Tablo 5. Deltamethrin uygulanan *H. annuus*'un mitotik hücrelerindeki kromozom anormallikleri

Zaman (Saat)	Konsantrasyon (ppm)	Düzensiz Dağılmamış Kromatin (%)	Yapışık Kromozom (%)	Kromatid Köprüsü (%)	C-mitoz (%)	Geri Kalmış Kromozom (%)	Toplam Anormallik (%)
24	Kontrol	0,78±0,44	0,97±1,41	0,58±0,54	0,39±0,54	-	2,72
	0,25	0,62±0,54	1,03±1,00	0,82±0,44	0,62±0,44	0,20±0,23	3,29
	0,5	1,27±0,22	1,48±0,54	0,85±0,83	0,85±0,22	0,42±0,54	4,87
	1	1,34±0,44	3,13±0,83*	0,89±0,44	0,67±0,89	0,67±0,54*	6,70
	2	2,76±0,83*	4,92±1,30*	2,46±0,54*	1,84±0,83*	2,15±0,44*	14,13
36	Kontrol	0,54±0,54	0,73±0,44	0,18±0,21	0,18±0,44	0,18±0,21	1,81
	0,25	0,42±0,24	1,70±0,54*	0,64±0,89	1,28±0,44*	0,42±0,54	4,46
	0,5	1,41±0,44	1,88±0,54*	1,17±0,70*	1,65±0,54*	1,17±0,70	7,28
	1	2,43±0,83*	3,52±1,14*	1,89±0,54*	2,98±0,32*	1,35±0,83*	12,17
	2	3,70±0,71*	6,99±1,21*	2,46±0,44*	4,52±0,44*	2,88±0,54*	20,55
48	Kontrol	1,00±0,44	0,67±0,36	0,16±0,22	0,16±0,22	0,16±0,44	2,15
	0,25	0,78±0,44	1,37±0,54	0,39±0,54	0,78±0,34	0,58±0,24	3,90
	0,5	1,13±0,70	1,82±0,47*	0,91±0,44*	2,05±0,44*	0,91±0,36	6,82
	1	2,61±0,79*	3,92±1,22*	2,09±0,64*	2,87±0,36*	1,04±0,38*	12,53
	2	5,50±0,54*	8,47±0,70*	2,96±1,30*	5,93±0,89*	2,54±0,44*	25,40

* P= 0,05 derecesinde önemlidir

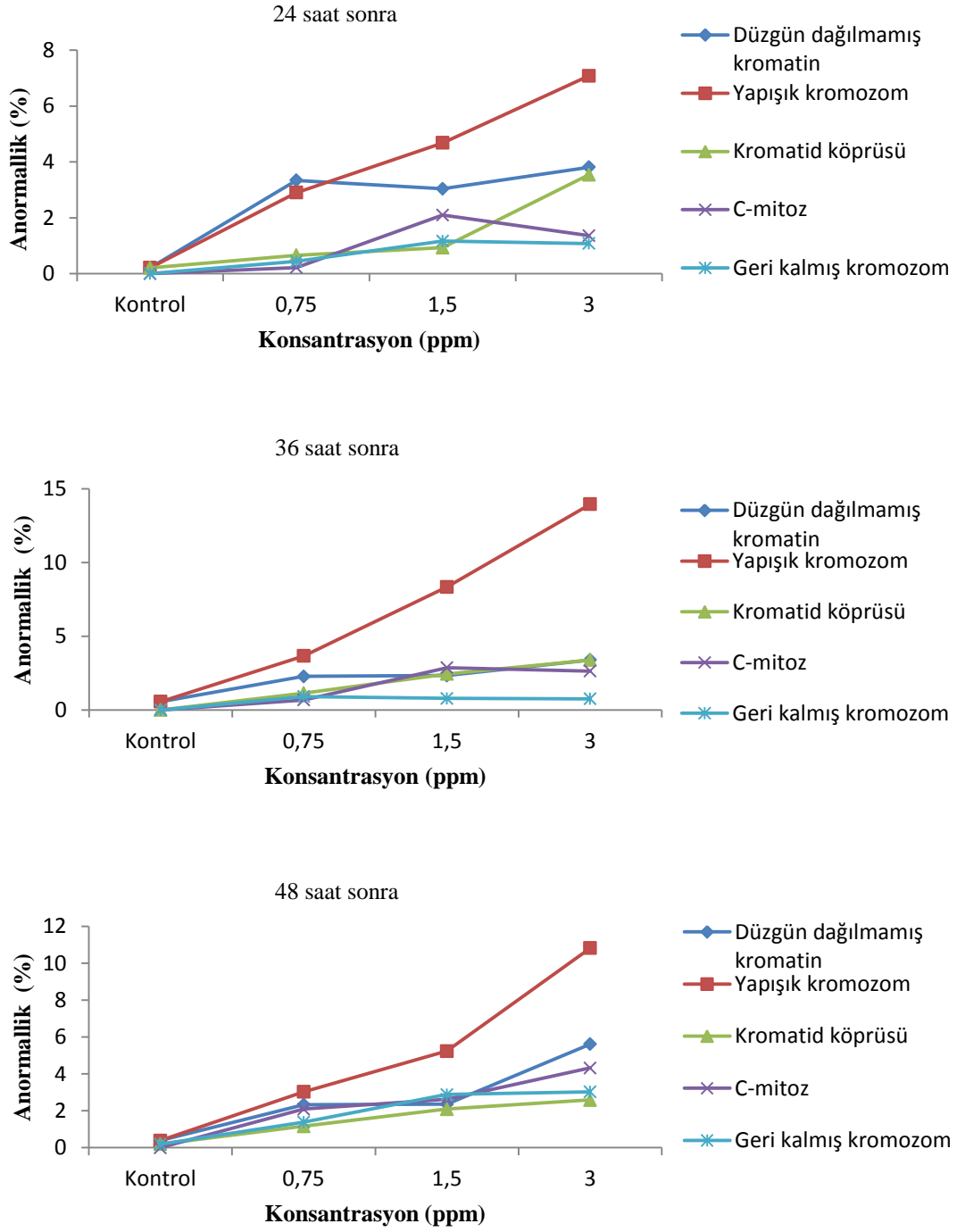


Şekil 8. Deltamethrin'in neden olduğu mitotik hücrelerdeki kromozom anormallikleri

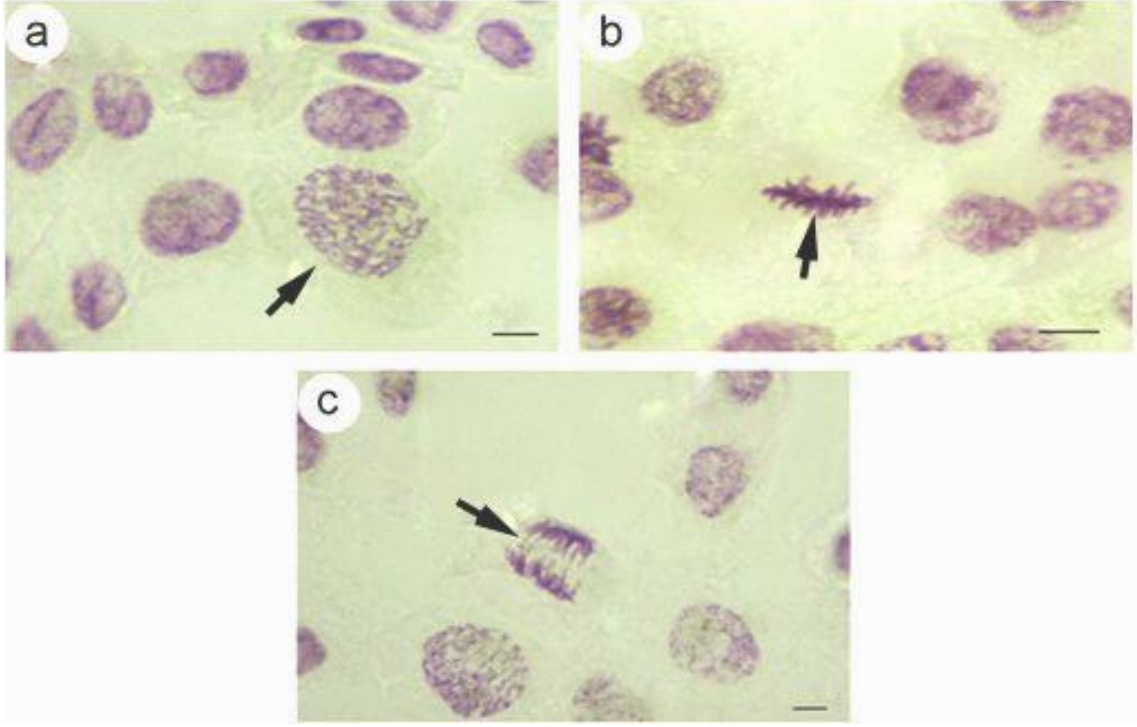
Tablo 6. Quizalofop-*p*-etil uygulanan *H. annuus*'un mitotik hücrelerindeki kromozom anormallikleri

Zaman (Saat)	Konsantrasyon (ppm)	Düzensiz Dağılmamış Kromatin (%)	Yapışık Kromozom (%)	Kromatid Köprüsü (%)	C-mitoz (%)	Geri Kalmış Kromozom (%)	Toplam Anormallik (%)
24	Kontrol	0,21±0,18	0,21±0,20	0,21±0,18	-	-	0,63
	0,75	3,34±0,70	2,90±1,14	0,66±0,39	0,22±0,18	0,44±0,24*	7,56
	1,5	3,04±0,89*	4,68±1,58*	0,93±0,44	2,10±1,30*	1,17±0,70*	11,92
	3	3,81±0,44*	7,08±1,09*	3,54±0,54*	1,36±1,00*	1,08±0,44*	16,87
36	Kontrol	0,56±0,54	0,56±0,54	-	-	-	1,12
	0,75	2,28±1,41	3,66±1,30	1,14±0,40*	0,68±0,39*	0,91±0,44*	8,67
	1,5	2,34±0,83	8,35±1,51*	2,44±0,54*	2,87±1,09*	0,78±0,89*	16,78
	3	3,39±0,83*	3,96±0,89*	3,39±0,44*	2,64±0,89*	0,75±0,54*	24,13
48	Kontrol	0,39±0,54	0,39±0,54	0,19±0,14	-	0,19±0,14	1,16
	0,75	2,33±0,70*	3,03±1,48	1,16±0,70	2,09±0,83*	1,39±0,83	10
	1,5	2,36±1,30*	5,24±1,58*	2,09±1,14*	2,62±0,70*	2,88±0,44*	15,19
	3	5,62±0,89*	10,82±1,73*	2,59±0,83*	4,32±0,41*	3,03±0,89*	26,38

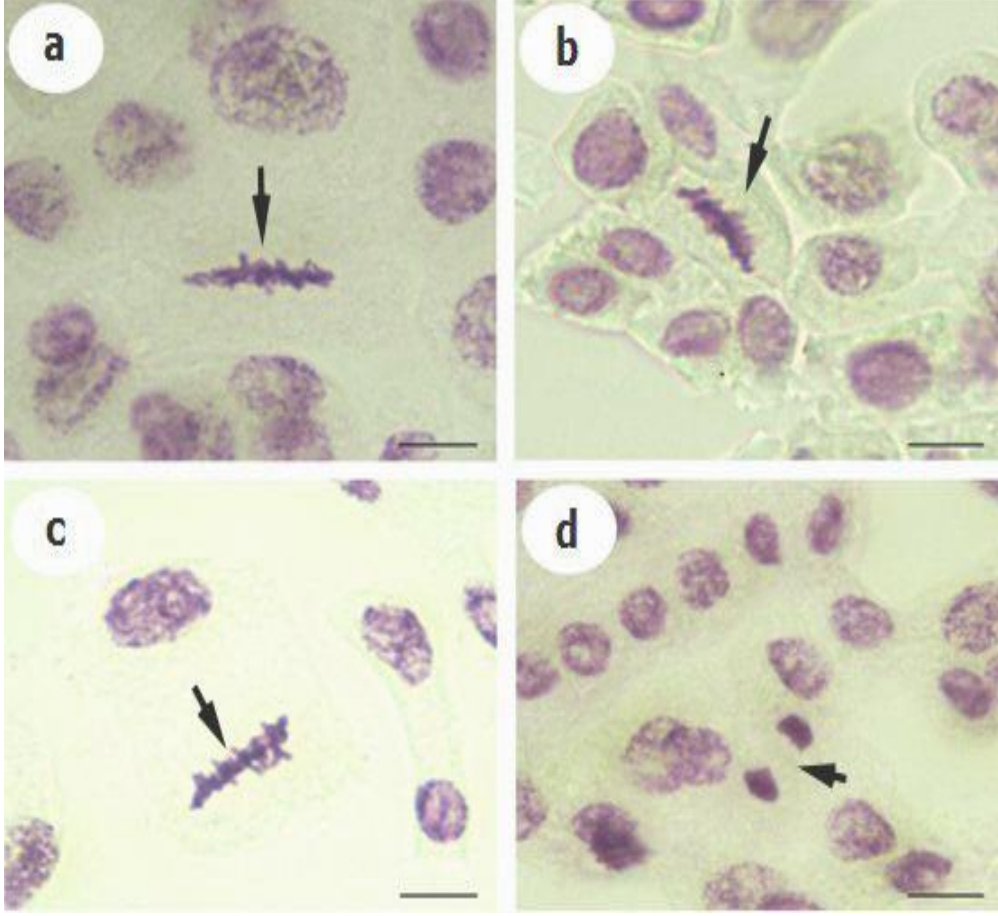
* P= 0,05 derecesinde önemlidir



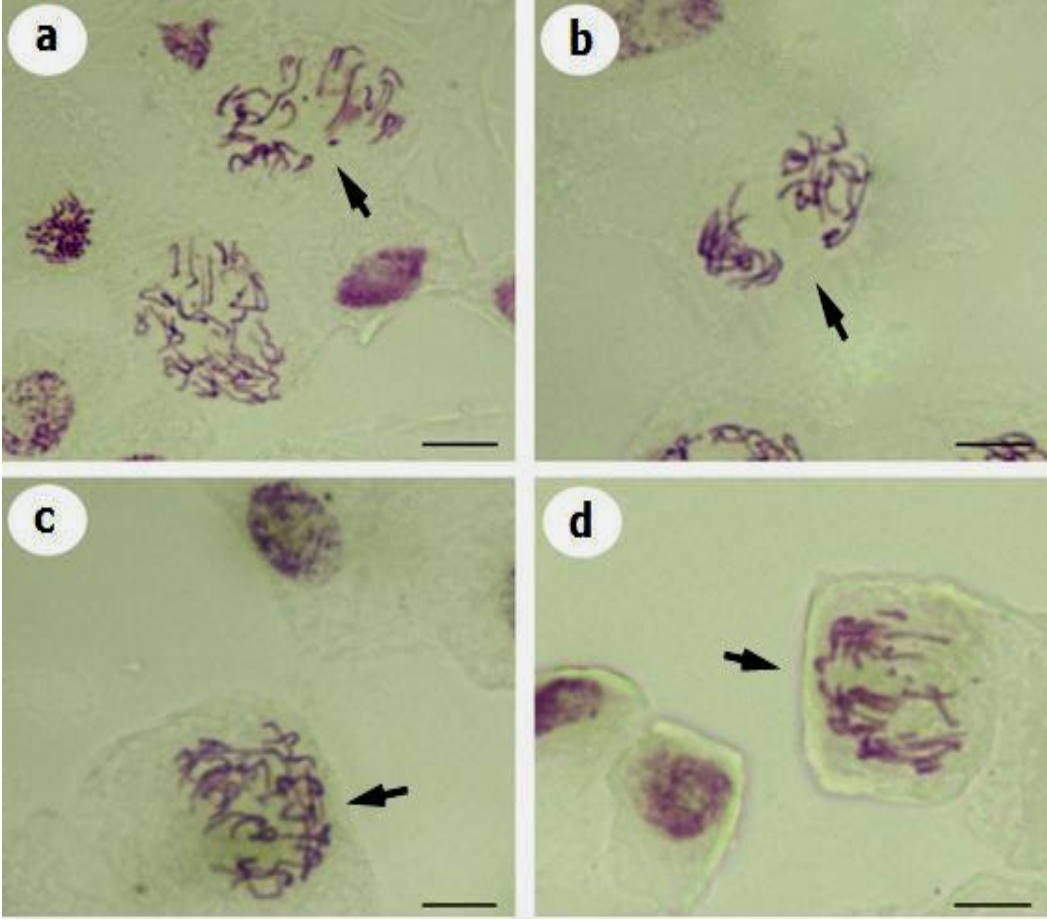
Şekil 9. Quizalofop-*p*-etil'in neden olduğu mitotik hücrelerdeki kromozom normallikleri



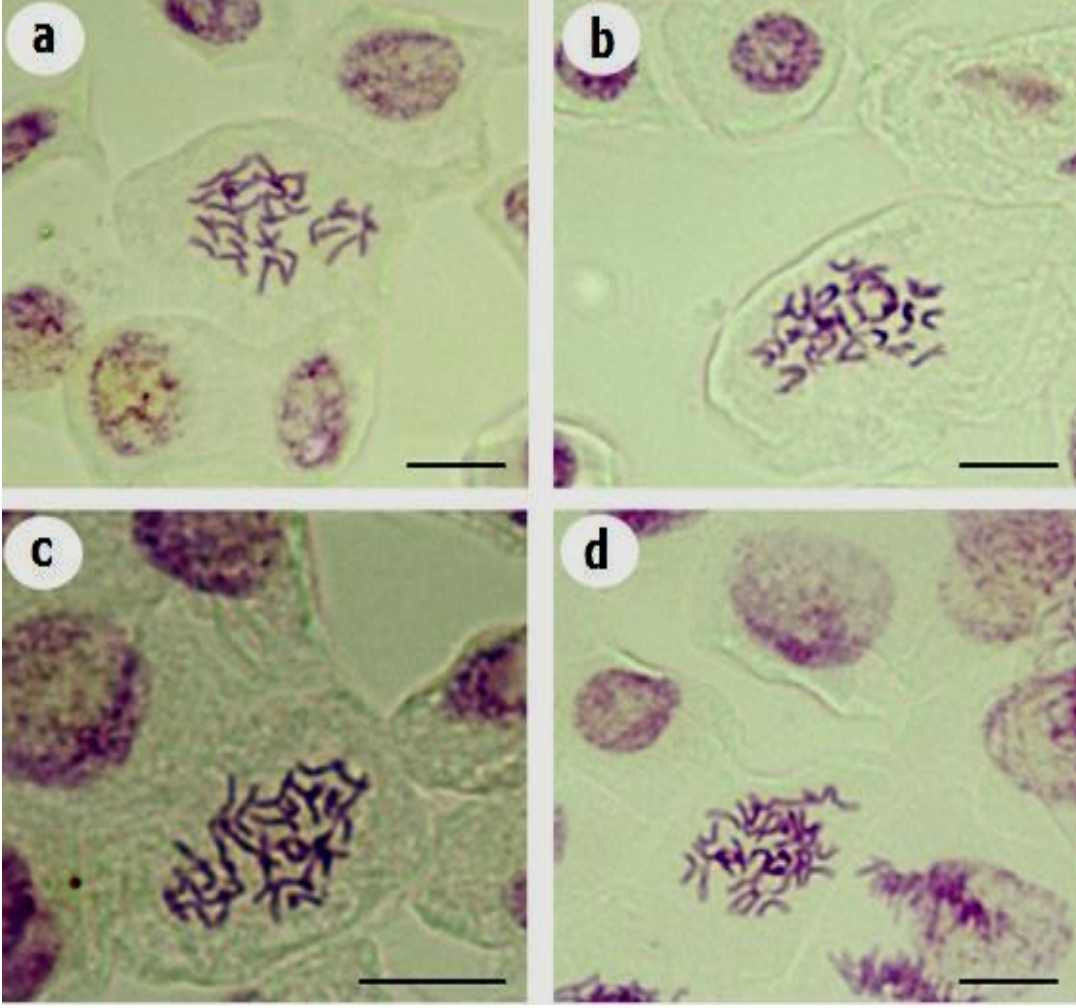
Şekil 10. *Helianthus annuus* kök hücrelerinde kontrol gruplarındaki normal mitotik hücre bölünmesi safhaları a; Profaz, b; Metafaz, c; Anafaz (Ölçekler =5 μ m; oklar bölünen hücreleri göstermektedir)



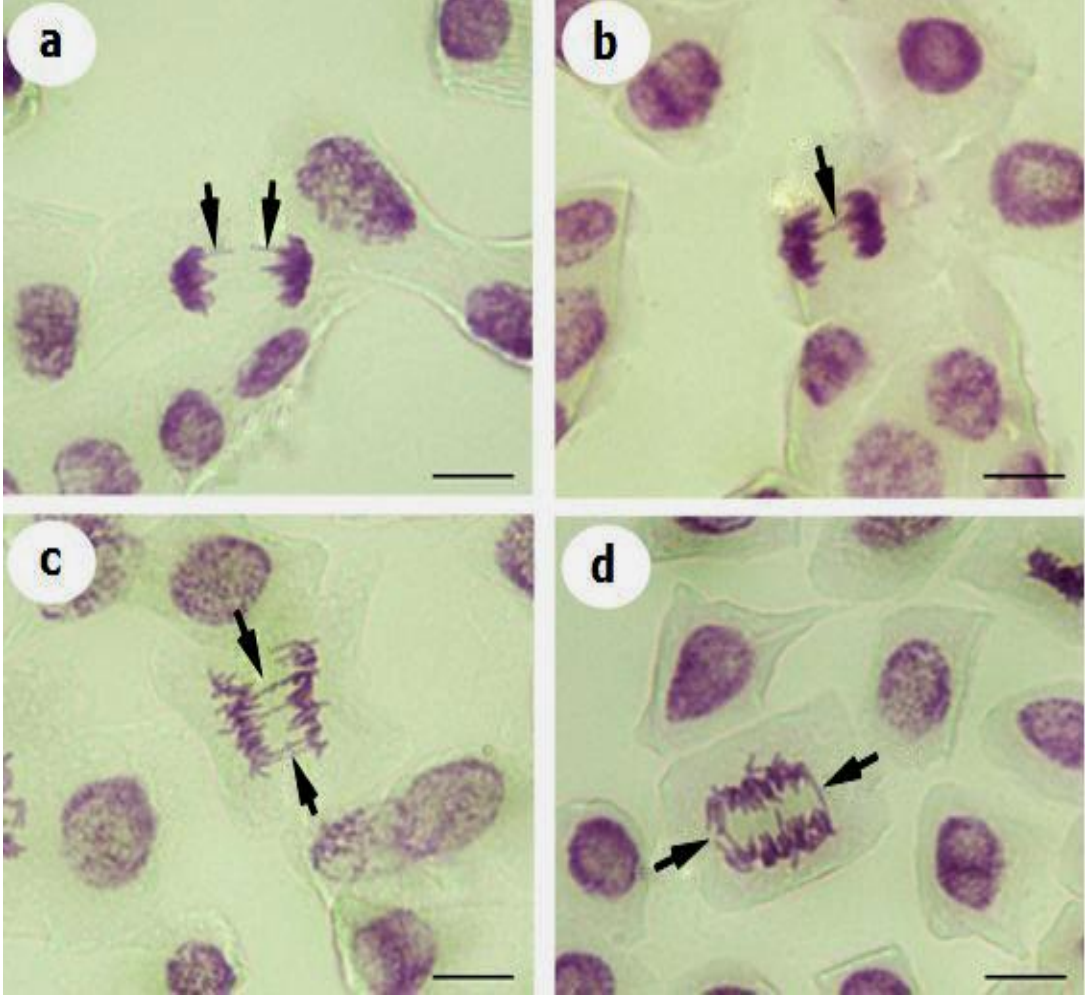
Şekil 11. *Helianthus annuus* aktif köklerinde hücre bölünmesinin metafaz ve anafaz safhasındaki yapışık kromozomlar; a, b, c; DEL ve QPE uygulanmasıyla oluşan yapışık metafaz, d; QPE uygulanmasıyla oluşan yapışık anafaz (Ölçekler =5 μ m)



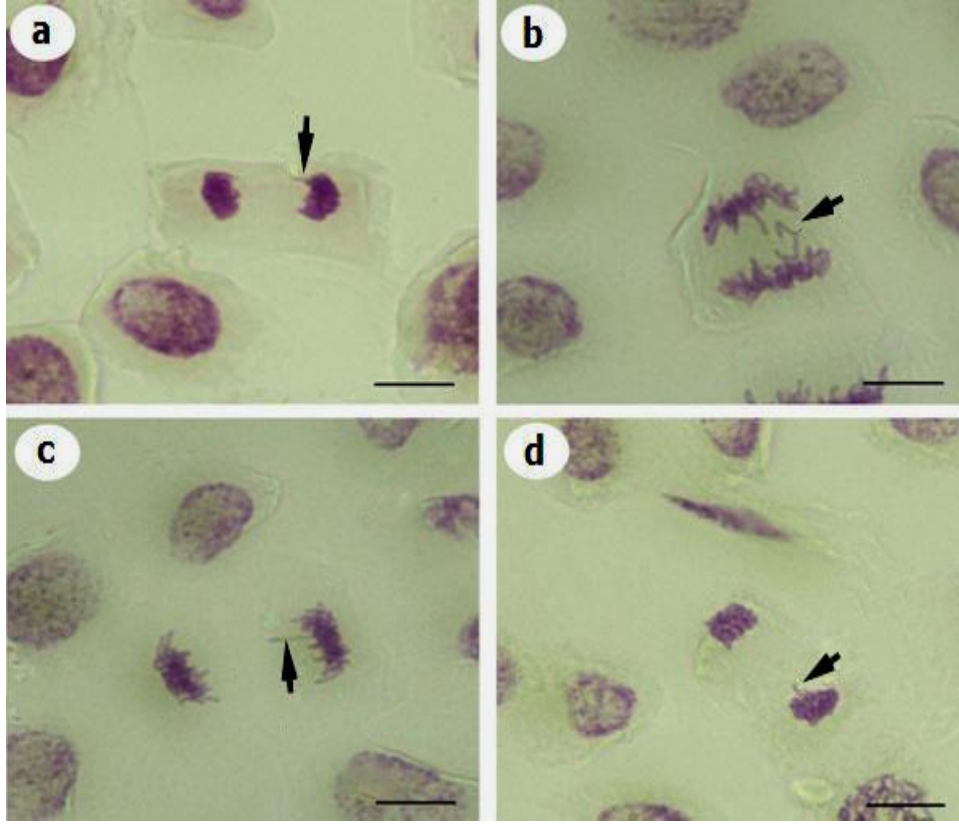
Şekil 12. *Helianthus annuus* aktif köklerinde hücre bölünmesinin profaz safhasındaki düzgün dağılmamış kromatin; a, b; DEL uygulanmasında, c, d; QPE uygulanmasında (Ölçekler =5 μm)



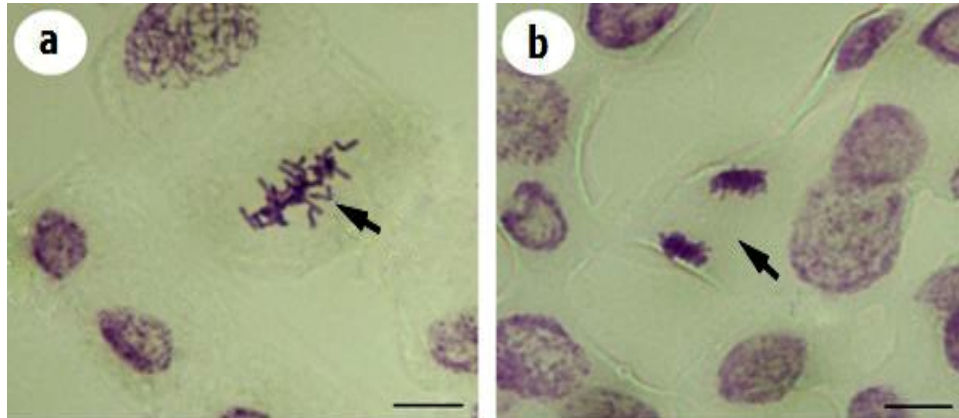
Şekil 13. *Helianthus annuus* aktif köklerinde hücre bölünmesinin metafaz safhasındaki c-mitoz; a, b; DEL uygulanmasında, c, d; QPE uygulanmasında (Ölçekler =5 µm)



Şekil 14. *Helianthus annuus* aktif köklerinde hücre bölünmesinin anafaz safhasındaki kromatid köprüsü; a, b; DEL uygulanmasıyla oluşan tekli kromatid köprüsü, c, d; QPE uygulanmasıyla oluşan çoklu kromatid köprüleri (Ölçekler =5 µm; oklar kromatid köprülerini göstermektedir)



Şekil 15. *Helianthus annuus* aktif köklerinde hücre bölünmesinin anafaz safhasındaki geri kalmış kromozom; a, b; DEL uygulanmasında c, d; QPE uygulanmasında (Ölçekler =5 μ m)



Şekil 16. *Helianthus annuus* aktif köklerinde hücre bölünmesinin metafaz ve anafaz safhalarındaki kromozom anormallikleri; a; DEL uygulanmasıyla oluşan başıboş kromozom, b; QPE uygulanmasıyla oluşan kutup kayması (Ölçekler =5 μ m)

3.4. Deltamethrin ve Quizalofop-*p*-Etil'in *Helianthus annuus* Mitotik Hücrelerinde Mikronükleus Oluşumu Üzerine Etkisi

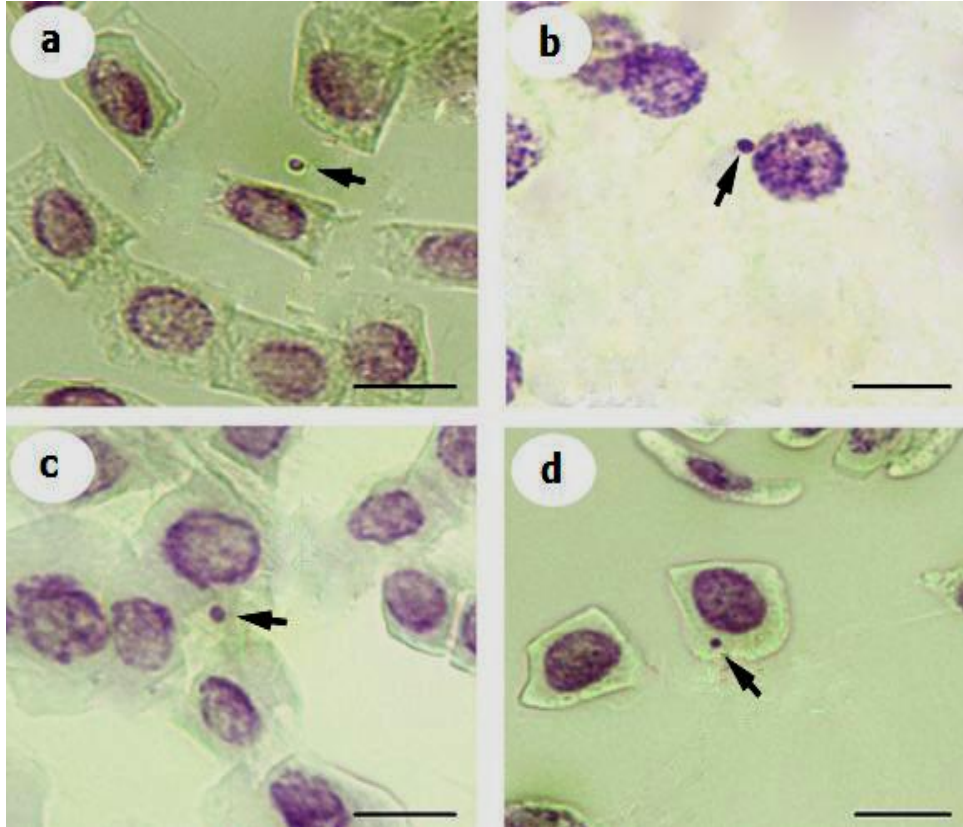
Deltamethrin ve QPE, uygulanan doz ve zaman artışına paralel olarak, *H. annuus*'un kök ucu hücrelerinin interfaz safhasında, mikronükleus (MN) oluşumuna neden olmuştur (Tablo 7-8 ve Şekil 17). Bazı istisnalar olmakla birlikte, genellikle DEL ve QPE'nin uygulama dozu ve zamana bağlı olarak MN oluşumunu belirgin bir şekilde arttırdığı tespit edilmiştir. Buna ilave olarak, en fazla MN oluşumuna QPE'de rastlanılmıştır (Tablo 7-8).

Tablo 7. Deltamethrin'in *H. annuus* aktif köklerinde mikronükleus oluşumu üzerine etkisi

Zaman (saat)	Konsantrasyon (ppm)	İncelenen Hücre Sayısı	Mikronükleus (%)
24	Kontrol	4210	0,02
	0,25	4051	-
	0,5	4002	0,07
	1	4216	0,09
	2	4137	0,14
36	Kontrol	4335	-
	0,25	3818	0,05
	0,5	4188	-
	1	4286	0,08
	2	4249	0,11
48	Kontrol	4134	0,02
	0,25	3692	0,05
	0,5	4206	0,07
	1	4292	0,11
	2	4222	0,26

Tablo 8. Quizalofop-*p*-etil'in *H. annuus* aktif köklerinde mikronükleus oluşumu üzerine etkisi

Zaman (saat)	Konsantrasyon (ppm)	İncelenen Hücre Sayısı	Mikronükleus (%)
24	Kontrol	4025	-
	0,75	4028	0,09
	1,5	3990	0,12
	3	4026	0,19
36	Kontrol	4259	0,02
	0,75	3666	-
	1,5	4077	0,12
	3	4069	0,14
48	Kontrol	4044	-
	0,75	4094	0,17
	1,5	4021	0,22
	3	4019	0,27



Şekil 17. *Helianthus annuus* aktif köklerinde interfaz safhasında mikronükleus oluşumu; a, b; DEL uygulanmasında, c, d; QPE uygulanmasında (Ölçekler =5 µm; oklar mikronükleusları göstermektedir)

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada, Deltamethrin ve Quizalofop-*p*-etil'in *Helianthus annuus* kök meristematik hücreleri üzerine mutajenik etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, Tablo 1-8'de, Şekil 5-9 ve 11-17'de verilmiştir. İlk kez bu çalışma ile Deltamethrin ve Quizalofop-*p*-etil'in *H. annuus* meristematik hücreleri üzerine mutajenik etkisi ortaya konulmuştur.

Deltamethrin ve QPE, uygulama dozu ve zamana bağlı olarak *H. annuus*'un kök büyümesini inhibe etmiştir (Tablo 1-2). Tüm uygulama zamanlarında, 1 ppm DEL ve 1,5 ppm QPE dozlarında kontrol gruplarına göre kök büyümesinde yaklaşık %50 oranında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Deltamethrin, QPE'ye nispeten kök büyümesinde daha fazla azalma meydana getirmiştir. Buna ilave olarak, özellikle yüksek doz ve uzun zaman zarfında kök büyümesini neredeyse durdurduğu ve köklerin morfolojik olarak değişime uğradığı gözlenmiştir (Şekil 5). Bu gözlem, fizyolojik dengesizlikler yüzünden bitki kısımlarında meydana gelen morfolojik değişikliklerin DEL ve QPE ile uyarıldığını göstermiştir. Benzer sonuçlara *A. cepa* üzerinde DEL ve QPE uygulanmasıyla da rastlanılmıştır (Chauhan vd., 1999; Yıldız ve Arıkan 2008).

Deltamethrin ve QPE uygulama dozu ve süresine bağlı olarak, *H. annuus* kök ucu hücrelerinin mitotik bölünmesini olumsuz yönde etkilemiştir (Tablo 3-4). Deltamethrin uygulamasıyla, profaz ve ana-telofaz yüzdesi azalırken, metafaz frekansının arttığı, QPE uygulanmasında ise profaz frekansının arttığı, metafaz ve ana-telofaz frekansının azaldığı kaydedilmiştir (Tablo 3-4). Benzer sonuçlar *A. cepa* üzerinde igran (El-Klodary vd., 1987), garlon-4 (El-Klodary vd., 1989) pestisitlerinin uygulanmasından sonra ve *H. annuus* üzerinde linuron (İnceer vd., 2004) herbisitinin uygulanmasından sonra da rapor edilmiştir. Bununla birlikte, mitotik hücre bölünmesindeki değişmelerin, hücre döngüsünün sentez (S) safhasındaki DNA sentezinin inhibisyonu ve hücre bölünmesinde iğ ipliği oluşumunun bloke edilmesinden kaynaklanabileceği belirtilmiştir (İnceer vd., 2009).

Deltamethrin ve QPE'nin *H. annuus* mitotik bölünme frekansını olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir. Bazı istisnalar olmakla birlikte, DEL ve QPE uygulama dozu ve süresine bağlı olarak mitotik indekste kontrol grubuna göre önemli azalmalar meydana getirmiştir (Tablo 3-4, Şekil 6-7). Bununla birlikte, en yüksek mitotik indekse kontrol gruplarında, en düşük mitotik indekse ise 48 saatlik 2 ppm DEL ve 3 ppm QPE

uygulamalarında rastlanılmıştır (Şekil 6-7). Deltamethrin ve QPE'nin mitotik indeks frekansını azaltması, DEL ve QPE'nin mitotik hücre bölünmesi üzerine mitodepresif bir etki yaptığını göstermiştir. Buna ilaveten, DEL'in QPE'ye oranla daha yüksek mitodepresif bir etkiye sahip olduğu gözlenmiştir (Tablo 3-4). Benzer sonuçlar *A. cepa* kök meristem hücrelerine DEL ve QPE'nin uygulanmasıyla da rapor edilmiştir (Chauhan vd., 1986; Yıldız ve Arıkan 2008).

Deltamethrin ve QPE uygulanmasıyla *H. annuus* köklerinde mitotik aktivitenin azalması; hücre döngüsünün G₂ safhasının bloklanması veya DNA sentezinin inhibisyonu (Türkoğlu, 2008) ile S safhasının süresindeki artıştan dolayı meydana gelebileceği belirtilmiştir (Webster ve Davidson 1969; MacLeod 1969). Ayrıca, pestisitlerin biyolojik sistemin DNA/protein sentezi üzerindeki etkisi (Badr ve İbrahim 1987; Chauhan vd., 1998), insektisit veya herbisit DNA nükleotidleri ile etkileşime geçmesi ve bu nedenle DNA sentezinin (DNA/nükleoprotein dengesi) inhibe olması (Soliman, 2001) gibi nedenlerden de kaynaklanabileceği rapor edilmiştir.

Deltamethrin ve QPE uygulanan *H. annuus* mitotik hücrelerinde çeşitli kromozomal anormalliklere neden olmuştur (Tablo 5-6). Bu anormalliklerin en sık rastlanılanları; profazda düzgün dağılmamış kromatin, anafazda ve metafazda yapışık kromozom, anafazda kromatid köprüsü, metafazda ve anafazda c-mitoz ve anafazda geri kalmış kromozomdur (Şekil 8-9, 11-15). Bunlara ek olarak metafazda başıboş kromozom ve anafazda kutup kayması (Şekil 16) gibi anormallikler de mevcuttur.

Deltamethrin ve QPE, *H. annuus* kök ucu hücrelerinde meydana getirdiği en sık rastlanılan anormallik tipi yapışık kromozom olarak kaydedilmiştir (Şekil 11). Pestisitlerle yapılan birçok çalışmada en sık gözlenen kromozom anormalliğinin yapışık kromozom olduğu bildirilmiştir (Chauhan vd., 1999; El-Ghamery vd., 2000; Ateeq vd., 2002; Amin, 2002; Rank vd., 2002; Chandra vd., 2005; Saxena vd., 2005). Darlington ve Mc Leish (1951), yapışıklığın kromozomal DNA'nın parçalanması veya depolimerizasyonundan dolayı olabileceğini bildirmişlerdir. Patil ve Bhat (1992) ise kromozom yapışıklığını çoğunlukla kromatin materyalinin protein matriksini içine alan fizyolojik bir adezyon tipi olarak açıklamıştır. Yapışıklık DNA'daki fosfat grupları ile komplekslerin formasyonu üzerine veya DNA, protein veya her ikisinin fiziko-kimyasal özellikleri üzerine kimyasal maddelerin etkisi olarak kabul edilebileceği ileri sürülmüştür (Vallee ve Ulmer, 1972). Aynı zamanda, inter-kromozomal kromatin fibrillerin dolaşması sonucu, kromozomlar arasında subkromatid bağlantıların oluşmasının da kromozom yapışıklığına neden

olabileceği bildirilmiştir (Mc Gill vd., 1974; Chauhan vd., 1986). Yapışıklığın, kromozomlardaki toksik etkinin yaygın bir göstergesi olduğu, geriye dönüşümü olmadığı ve hücrenin ölümüne neden olduğu rapor edilmiştir (Fiskesjö ve Levan 1993; Liu vd., 1995).

Deltamethrin ve QPE'nin uygulandığı *H. annuus* aktif kök uçlarında, yapışık kromozomluktan sonra en fazla görülen anormallik tipi profazda düzgün dağılmamış kromatin olarak belirlenmiştir (Şekil 12). Bu anormallik tipinin hücre bölünmesinin profaz aşamasında, kromatin ipliklerin organizasyonunda ve hücre içindeki dağılımında düzensizlikler meydana gelmesiyle oluştuğu ve metafazda kromozomların düzensiz oryantasyonuna neden olduğu açıklanmıştır (Grant, 1978; Mansour, 1984). Benzer tip anormalliğe *A. cepa*'ya tribunil ve garlon-4 pestisitleri uygulandıktan sonra da rastlanıldığı bildirilmiştir (El-Khodary vd., 1989).

Deltamethrin ve QPE'nin *H. annuus* kök ucu hücrelerinde meydana getirdiği diğer bir anormallik tipi c-mitoz olarak belirlenmiştir (Şekil 13). Pestisitlerin de içinde bulunduğu çeşitli kimyasalların, hücre bölünmesi esnasında iğ ipliklerinin oluşumunu engelleyerek c-mitoza neden olduğu birçok araştırmada rapor edilmiştir (Liu vd., 1992; Kovalchuk vd., 1998; Chauhan vd., 1999; Amin, 2002; Rank vd., 2002; Saxena vd., 2005; Yıldız ve Arıkan 2008). Benzer şekilde, DEL ve QPE'nin mitotik hücrelerde iğ ipliği oluşumunu engellediği ve bunun sonucunda c-mitoza neden olduğu düşünülmektedir.

Deltamethrin ve QPE'nin *H. annuus* mitotik hücrelerinde neden olduğu kromozom anormalliklerinden birinin de anafazda kromatid köprüsü olduğu belirlenmiştir (Şekil 14). Bu safhada gözlenen köprüler genellikle tekli olmakla birlikte, ikili ve üçlü köprülere de rastlanmıştır (Şekil 14). İkili ve üçlü köprülerin eşit olmayan kutuplaşma veya disentrik kromozomlar sonucu ya da kromozom kırıkları veya parçalanma ile terminalizasyonda başarısızlık nedeniyle oluştuğu rapor edilmiştir (Prakash vd., 1988; Arıkan 2006). Genellikle, mutajenik veya toksik etkiler sonucu oluşan kromozom köprülerinin geri dönüşümsüz bir kromozomal anormallik tipi olduğu belirtilmiştir (Liu vd., 1995). Daha önce yapılan çalışmalarda, cypermethrin ve fenvalerate insektisitleri (Chauhan vd.,1999), maleic hidrazide herbisiti (Marcano vd., 2004), ceresan, agrosan GN ve phenyl mercuric chloride fungusitlerinin (Nandi, 1985) *A. cepa*'da, benzene hexa chloride, lindane, aldrin, heptacolor ve endrin pestisitlerinin (Jain ve Sarbhoy 1987) *Lens* ve *Pisum*'da, linuron herbisitinin (İnceer vd., 2004) ve cypermethrin insektisitinin (İnceer vd., 2009) de *H.annuus* 'da mitoz bölünme esnasında köprülere neden olduğu rapor edilmiştir.

Helianthus annuus köklerine DEL ve QPE uygulamasından sonra karşılaşılan diğer bir kromozomal anormallik tipi de geri kalmış kromozom olarak belirlenmiştir (Şekil 15). Geri kalmış (kalgın) kromozomların genellikle kromozomların kutuplara çekilirken iğ ipliklerinin görevini yerine getirememesi sonucunda oluştuğu açıklanmıştır (Tkalec vd., 2009). Buna ilaveten, kromozomların kinetokorlarıyla toksik maddelere bağlanmasıyla da meydana geldiği bildirilmiştir (Brinkley vd., 1985). Yapılan bazı çalışmalarda, triazin pestisitinin (Badr, 1983), kadmiyumun (Zhang ve Yang 1994), maleic hidrazide herbisitinin (Rank ve Nielsen 1997) ve cypermethrin insektisitinin (İnceer vd., 2009) geri kalmış kromozomlara neden olduğu rapor edilmiştir.

Deltamethrin ve QPE'nin etkisiyle *H. annuus* kök ucu hücrelerinde interfaz safhasında mikronükleus (MN) oluşumu gözlenmiştir (Şekil 17). Artan uygulama zamanı ve doz ile birlikte, MN oluşumunun belirgin bir şekilde arttığı saptanmıştır (Tablo 7-8). Bununla birlikte, MN oluşumunun gerek DEL'in gerekse QPE'nin uygulama gruplarında hemen hemen birbirine yakın olduğu gözlenmiştir (Tablo 7-8). Mikronükleusların, çeşitli kimyasal ajanların neden olduğu kromozom anormalliklerinden kaynaklanabileceği rapor edilmiştir. (Atlı-Şekeroğlu ve Şekeroğlu 2011). Bununla birlikte, MN'ların mutajenik etkinin önemli bir göstergesi olduğu da açıklanmıştır (Fenech ve Crott 2002). Ayrıca, MN oluşumunun klastojeni hakkında bilgi verebileceği de açıklanmıştır (Yi ve Meng 2003; Fernandes vd., 2007).

Sonuç olarak, yapılan mutajenite testleri ile DEL ve QPE'nin *H. annuus* kök ucu hücreleri üzerine uygulanan doz ve zamana bağlı olarak mutajenik ve klastojenik bir etkiye sahip olabileceği ortaya konulmuştur.

5. SONUÇLAR

1) Bu çalışma ile Deltamethrin ve Quizalofop-*p*-etil'in *Helianthus annuus* kök ucu hücreleri üzerine mutajenik etkileri detaylı olarak araştırılmıştır.

2) Deltamethrin ve QPE'nin artan doz ve zamana bağlı olarak *H. annuus*'un kök büyümesini inhibe ettiği tespit edilmiştir.

3) Deltamethrin ve QPE'nin *H. annuus* kök ucu hücrelerinde, uygulanan doz ve zamana bağlı olarak mitotik hücre bölünmesini olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. Bu olumsuz etki sonucunda, hücre bölünme safhalarının ve hücre bölünme frekansının önemli derecede değiştiği tespit edilmiştir.

4) Deltamethrin ve QPE'nin *H. annuus* mitotik hücrelerinde, çeşitli kromozom anormalliklerine neden oldukları gözlenmiştir. En yaygın olarak yapışık kromozom, profazda düzgün dağılmamış kromatin, c-mitoz, anafazda kromatid köprüsü oluşumu ve geri kalmış kromozom anormalliklerine rastlanılmıştır.

5) Deltamethrin ve QPE'nin doz ve zaman artışına bağlı olarak neredeyse tüm uygulama gruplarında, mutajenik etkinin bir göstergesi olarak kabul edilen mikronükleus oluşumuna neden olduğu tespit edilmiştir.

6) Elde edilen morfolojik ve sitogenetik veriler ile genotoksisite çalışmalarına katkı sağlanmıştır.

6. ÖNERİLER

Helianthus annuus'un zirai mücadelesinde DEL'in 25-75 mL/100L ve QPE'nin ise dekarda 100 mL ticari konsantrasyonları kullanılmaktadır. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, DEL'in 0,5 ppm, QPE'nin ise 0,75 ppm'in altındaki dozlarda kullanılması, bu pestisitlerin ayçiçeği üzerine olumsuz etkilerini en aza indirecektir.

Deltamethrin ve QPE'nin *H. annuus* üzerindeki mutajenik etki hakkında daha ayrıntılı bilgilere ulaşmak için kuyruklu yıldız analizi (comet assay) gibi daha farklı test sistemleri kullanılarak, DEL ve QPE'nin DNA üzerinde meydana getirdiği hasarlar ortaya konulabilir.

Günümüzde mutajenik etkilere sahip olduğu bilinen ve tarımda sıklıkla kullanılan pestisitlerin, tarım alanlarında kullanılmadan önce hedef organizmalar ve uygulama dozlarının çok iyi belirlenmesi ve tarımla uğraşan kişilerin zirai mücadele konusunda bilinçlendirilmesi faydalı olabilir.

Halen zirai mücadelede kullanılan ve kullanıma sunulacak olan yeni pestisitlerin hedef olmayan organizmalar üzerine mutajenik etkilerinin test edilmesi, çevre ve insan sağlığı açısından da yararlı olacaktır.

Zirai mücadelede pestisit kullanımı sosyal bir problemdir. Yapılacak olan organik tarım ile bu problem bir dereceye kadar çözümlenmiş olacaktır.

7. KAYNAKLAR

- Amer, S., M., Mohammed, F., I. ve Ashry, Z., M., 1999. Cytogenetic effects of the fungicide benomyl on *Vicia faba* and *Pisum sativum*, Bull. Nat. Res. Cent., 24, 481-494.
- Amin, A., 2002. Cytotoxicity testing of sewage water treatment using *Allium cepa* chromosome aberrations assay, Pakistan Journal of Biological Sciences, 5, 1184-1888.
- Arıkan, E., S., 2006. Quizalofop-P-Etil Herbisitinin *Allium cepa* L. Kök Meristem Hücreleri Üzerine Sitogenetik Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Ateeq, B., Farah, M., A., Ali, M., N. ve Ahmad, W., 2002. Clastogenicity of pentachlorophenol, 2,4-D and butachlor evaluated by *Allium* root tip test, Mutation Research, 514, 105-113.
- Atlı-Şekeroğlu, Z. ve Şekeroğlu, V., 2011. Genetik toksisite testleri, Tünav Bilim Dergisi, 4, 3, 221-229.
- Badr, A., 1983. Mitodepressive and chromotoxic activities of two herbicides in *Allium cepa*, Cytologia, 48, 451-457.
- Badr, A. ve 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.
- Bolle, P., Mastrangelo, S., Tucci, P. ve Evandri, M., G., 2004. Clastogenicity of atrazine assessed with the *Allium cepa* test. Environmental and Molecular Mutagenesis, 43, 137-141.
- Brinkley, B., R., 1985. Microtubule Organizing Centers, Annual Review Cell and Developmental Biology, 1, 145-172.
- Buschini, A., Poli, P. ve Rossi, C., 2003. *Saccharomyces cerevisiae* as an eukaryotic cell model to assess cytotoxicity and genotoxicity of three anticancer anthraquinones, Mutagenesis, 18, 25-36.
- Chandra, S., Chauhan, L., K., S., Murthy, R., C., Saxena, P., N., Pande, P., N. ve Gupta, S., K., 2005. Comparative biomonitoring of leachates from hazardous solid waste of two industries using *Allium cepa*, Science of the Total Environment, 347, 46-52.
- Chauhan, L., K., S., Dikshith, T., S., S. ve Sundararaman, V., 1986. Effect of deltamethrin on plant cells. I. Cytological effects of deltamethrin on the root meristem cells of *Allium cepa*, Mutation Research, 171, 25-30.

- Chauhan, L., K., S., Saxena, P., N., Sundararaman, V. ve Gupta, S., K., 1998. Diuron induced cytological and ultrastructural alterations in the root meristem cells of *Allium cepa*, Pesticide Biochemistry and Physiology, 62, 152-163.
- Chauhan, L., K., S., Saxena, P., N. ve Gupta, S., K., 1999. Effects of Deltamethrin on the Ultrastructures of the Root Meristem Cells of *Allium cepa*. Pesticide Biochemistry and Physiology, 64, 135-147
- Chauhan, L., K., S., Saxena, P., N. ve Gupta, S., K., 1999. Cytogenetic effects of cypermethrin and fenvalerate on the root meristem cells of *Allium cepa*, Environmental and Experimental Botany, 42, 181-189.
- Chauhan, L., K., S., Kumar, M., Paul, B., N., Goel, S., K. ve Gupta, S., K., 2007. Cytogenetic effects of commercial formulations of deltamethrin and/or isoprothuron on human peripheral lymphocytes and mouse bone marrow cells, Environmental and Molecular Mutagenesis, 48, 636-643.
- Choy, W., N., 2001. Genetic toxicology and cancer risk assessment, Marcel Dekker, New York.
- Darlington, C., D. ve McLesih, L., 1951. Action of maleic hydrazide on the cell, Nature, 167, 407-408.
- Debeleç-Bütüner, B. ve Kantarcı, G., 2006. Mutasyon, DNA hasarı, onarım mekanizmaları ve kanserle ilişkisi, Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi, 35, 2, 149-170.
- Delen, N., Durmuşoğlu, E., Güncan, A., Güngör, N., Turgut, C. ve Burçak, A., 2005. Türkiye’de Pestisit Kullanımı, Kalıntı ve Organizmalarda Duyarlılık Azalışı Sorunları, TMMOB Ziraat Mühendisleri 6. Teknik Kongresi, Ocak, Ankara.
- Demirel, S. ve Zamani, A., 2002. Mikronükleus tekniği ve kullanım alanları, Genel Tıp Dergisi, 12, 3, 123-127.
- Elçi, Ş., 1994. Sitogenetikte Araştırma Yöntemleri ve Gözlemler, 100. Yıl Üniversitesi Yayınları, Van.
- Elefsiniotis, I., S., Liatsos, G., D., Stemelakis, D. ve Maulakakis A., 2007. Case report: mixed cholestatic/hepatocellular liver injury induced by the herbicide quizalofop-p-ethyl, Environmental Medicine, 115, 10, 1479-1481.
- EPA (Environmental Protection Agency), 1998. Quizalofop-p-ethyl ester; Fed. Reg., USA, 32753-32760.
- EPA, 2004. Deltamethrin; Pesticide tolerance. Fed. Regist., USA, 62602-62615.
- Eraslan, G., Bilgili, A., Akdogan, M. ve Sahindokuyucu, F., 2007. The effects of deltamethrin on some serum biochemical parameters in mice, Pesticide Biochem. Physiol., 87, 123-130.

- Eryiğit, H., N., 2002. Malathion ve Linuron pestisitlerinin *Helianthus annuus* L. kök ucu hücreleri üzerine sitogenetik etkilerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- El-Ghamery, A., A., El-Nahas, A., I. ve 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, 55, 209-215.
- El-Khodary, S., Habib, A. ve Haliem, A., 1987. Effect of the herbicide Igran on root mitosis of *Allium cepa*. 12th International Congress for Statistics, Computer science, social and demographic research, Cairo, Egypt, 133-150.
- El-Khodary, S., Habib, A. ve Haliem, A., 1989. Cytological effect of the herbicide garlon-4 on root mitosis *Allium cepa*, Cytologia 54, 465-472.
- Fenech, M. ve Crott, J., W., 2002. Micronuclei, nucleoplasmic bridges and nuclear buds induced in folic acid deficient human lymphocytes-evidence for breakage-fusion-bridge cycles in the cytokinesis-block micronucleus assay, Mutation Research, 504, 131-136.
- Fernandes T., C., C., Mazzeo D., E., C. ve Marin-Morales M., A., 2006. Mechanism of micronuclei formation in polyploidized cells of *Allium cepa* exposed to trifluralin herbicide, Pesticide Biochemistry and Physiology, 88, 252-259.
- Fishbein, L., 1972. Pesticidal, industrial, food additive and drug mutagens. In: Sutton HL, Harris MI (eds) Mutagenic effects of environmental contaminants, Academic press, New York.
- Fiskesjö, G., 1985. The *Allium* test as a standart in environmental monitoring, Hereditas, 102, 99-112.
- Fiskesjö, G. ve Levan, A., 1993. Evaluation of the First Ten MEIC Chemicals in the *Allium* Test, The American Theological Library Association, 21, 139-14.
- Gadeva, P. ve Dimitrov, B., 2008. Genotoxic effects of the pesticides Rubigan, Omite and Rovral in root-meristem cells of *Crepis capillaris* L., Genet Toxicol Environ Mutagen, 652, 191-197.
- Grant, W., F., 1978. Chromosome aberrations in plants as a monitoring system, Environmental Health Perspectives, 27, 37-43.
- Grant, W., F. ve Owens, E., T., 2002. Lycopersicon assays of chemical radiation genotoxicity for the study of environmental mutagens, Mutation Research, 511, 207-237.
- Grover, I., S. ve Tyagi, P., S., 1980. Chromosomal aberations induced by pesticides in meiotic cells of barley, Caryologia, 33, 251-259.

- Harte, J., Holdren, C., Schneider, C. ve Shirley, C., 1991. Toxics A to Z, A guide to everyday pollution hazards, University of California Press, California.
- İnceer, H. ve Beyazoğlu, O., 2000. Bakır Klorür'ün *Vicia hirsuta* (L.) S.F. Gray Kök Ucu Hücreleri Üzerine Sitogenetik Etkileri, Turkish Journal of Biology, 24, 553-559.
- İnceer, H., Eryiğit H., N. ve Beyazoğlu, O., 2004. Effects of the herbicide Linuron on somatic chromosomes of *Helianthus annuus* L., Caryologia, 57, 2, 127-132.
- İnceer, H., Hayırlıoğlu-Ayaz, S. ve Özcan, M., 2009. Genotoxic effects of the insecticide cypermethrin on the root meristem cells of sunflowers (*Helianthus annuus* L.), Bull. Environ. Contam. Toxicol., 83, 652-656.
- Jain, A., K. ve Sarbhoy, R., K., 1987. Cytogenetical studies on the effect of some chlorinated pesticides I. effect on somatic chromosomes of *Lens* and *Pisum*, Cytologia, 52, 47-53.
- Jones, R., N. ve Rickards, G., K., 1990. Practical Genetics, Open University Press, Buckingham.
- Kara, M., Şanda, M., A. ve Ateş, A., 1994. Cytogenetic Effects of the Insecticide Cypermethrin on the Root Meristems of *Allium cepa* L. Turkish Journal of Biology, 18, 323-331.
- Kaya, E., 2005. Klorprifos ve deltamethrin'in kan ve beyin lipid peroksidasyon ve antioksidan enzim aktivitelere etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Kaymak, F., 2005. Cytogenetic effects of maleic hydrazide on *Helianthus annuus* L., Pakistan Journal of Biological Science, 8, 1, 104-108.
- Kilbey, B., J., Legator, M., Nicholson, W. ve Ramel, C., 1984. Handbook of Mutagenicity Test Procedures, 2nd edition, Elsevier, Amsterdam.
- Kirsch-Volders, M., Vanhauwaert, A., Eichenlaub-Ritter, U. ve Decordier, I., 2003. Indirect mechanisms of genotoxicity, Toxicol Lett., 140, 63-74.
- Kluge, R. ve Podlesak, W., 1985. Plant critical levels for the evaluation of boron toxicity in spring barley (*Hordeum vulgare* L.), Plant. Soil., 83, 381-388.
- Konuk, M., Liman, R. ve Ciğerci İ., H., 2007. Determination of genotoxic effect of boron on *Allium cepa* root meristematic cells, Pak. J. Bot., 39, 1, 73-79.
- Kovalchuk, O., Kovalchuk, I., Arkhipov, A., Telyuk, P., Hohn, B. ve Kovalchuk, L., 1998. The *Allium cepa* chromosome aberration test reliably measures genotoxicity of soils of inhabited areas in the Ukraine contaminated by the Chernobyl accident, Mutation Research, 415, 47-57.

- Kowalczyk-Bronisz, S., N. ve Bubac, B., 1990. Immunological profile of animals exposed to pesticides-deltamethrin, Arch. Immunol. Ther. Exp., 38, 3, 229-238.
- Liman, R., Ciğerci, İ., H., Akyl, D., Eren, Y. ve Konuk, M., 2011. Determination of genotoxicity of fenaminosulf by *Allium* and comet tests, Pesticide Biochemistry and Physiology, 99, 61-64.
- Liu, D., Jiang, W. ve Li, M., 1992. Effects of trivalent and hexavalent chromium on root growth and cell division of *Allium cepa*, Hereditas, 117, 23-29.
- Liu, D., H, Jiang, W., S., Wang, W. ve Zhai, L., 1995. Evaluation of Metal Ion Toxicity on Root Tip Cells by the *Allium* Test, Israel Journal of Plant Sciences, 43, 125-133.
- Ma, T., H., Xu, Z., D., Xu, C., McConnell, H., Rabago, E., V., Arreola, G., A. ve Zhang, H., 1995. The improved *Allium/Vicia* root tip micronucleus assay for clastogenicity of environmental pollutants, Mutation Research, 334, 185-195.
- MacLeod, R., M., 1969. Influence of norepinephrine and catecholamine-depleting agents on the synthesis and release of prolactin and growth hormone, Endocrinology, 85, 916-923.
- Majer, B., J., Grummt, T., Uhi, M., ve Knasmuller, S., 2005. Use of plant assays for the detection of genotoxins in the aquatic environment, Acta of Hydrochemistry and Hydrobiology, 33, 45-55.
- Mansour, K., S., 1984. Cytological effects of the herbicide Tribunil on *Vicia faba*. Egypt. J. Bot., 27, 191-198.
- Marcano, L., Carruyo, I., Del Campo, A. ve Montiel, X., 2004. Cytotoxicity and mode of action of maleic hydrazide in root tips of *Allium cepa* L., Environmental Research, 94, 221-226.
- Mateuca, R., Lombaert, N., Aka, P., V., Decordier, I. ve Kirsch-Volder, M., 2006. Chromosomal changes: induction, detection, methods, and applicability in human biomonitoring, Biochimie, 88, 15-31.
- McGill, M., Pathak, S. ve Hsu T., C., 1974. Effect of ethidium bromide on mitosis and chromosomes: a possible material basis for chromosome stickiness, Chromosoma 47, 157-167.
- McGregor, S., E., 1976. Insect pollination of cultivated crop plants, Agricultural Handbook No: 496, US, 345 s.
- Millioğlu, Ö., 2006. Elektrolize suyun *Vicia faba* L. üzerine genotoksik etkisinin kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.

- Misik, M., Solenska, M., Micieta, K., Misikova, K. ve Knasmüller, S., 2006. In situ monitoring of clastogenicity of ambient air in Bratislava, Slovakia using the *Tradescantia* micronucleus assay and pollen abortion assay, Genet. Toxicol. Environ. Mutagen., 605, 1-6.
- Mortelmans, K. ve Zeiger, E., 2000. The Ames *Salmonella*/microsome mutagenicity assay, Mutation Research, 455, 29-60.
- Mortelmans, K. ve Rupa, S., D., 2004. Current issues in genetic toxicology testing for microbiologists, Adv. Appl. Microbiol., 56, 379-401.
- Nandi, S., 1985. Studies on the cytogenetic effect of some mercuric fungicides, Cytologia, 50, 921-926.
- Nilan, R., A. ve Vig, B., K., 1976. Plant test systems for detection of chemical mutagens. In: *Chemical Mutagens; Principles and Methods for Their Detection*. Vol. 4, Hollaender, Ed., Plenum Pres, New York.
- Olaharski, A., Sotelo, R., Solorza-Luna, G., Gonsebatt, M., E., Guzman, P., Mohar, A. ve Eastmond, D., A., 2006. Tetraploidy and chromosomal instability are early events during cervical carcinogenesis, Carcinogenesis, 27, 3317-3343.
- Ono, H., Tamura, H., Yamashita, Y., Tamura, K. ve Iwakura, K., 2006. In vitro chromosome aberration test and in vivo micronucleus test of Ca-type *Garcinia* extract, Shokuhin Eiseigaku Zasshi, 47, 80-84.
- Olorunfemi, D., I., Ogieseri, U., M. ve Akinboro, A., 2011. Genotoxicity screening of industrial effluents using onion bulbs (*Allium cepa* L.), J. Appl. Sci. Environ. Manage., 15, 1, 211-216.
- Öztürk, İ. ve Tosun, N., 2004. Famoxadone ve Cymoxanil etkili maddeli bir fungusitin domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bitkisi üzerine fizyolojik etkisi, Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 41, 77-87.
- Patil, B., C. ve Bhat, T., G., I., 1992. A Comparative Study of MH and EMS in the Induction of Chromosomal Aberrations on Lateral Root Meristem in *Clitoria termata* L., Cytologia, 57, 259-264.
- Pavlica, M., Vasilevska, J. ve Paes, D., 1998. Genotoxicity of pentachlorophenol revealed by *Allium* chromosome aberration assay, Acta Biol. Crac. Ser. Bot., 40, 85-90.
- Prakash, N., S., Lakshmi, N. ve Harini, I., 1988. Cytological effects of agricultural chemicals II. Effects of fungicides "bavistin" and "deltan" on chilli (*Capsicum annuum* L.), Cytologia, 53, 709-715.
- Ragsdale, N., N. ve Sisler, H., D., 1994. Social and political implication of manning plant disease in the United States, Annual Review of Phytopathology, 32, 545-557.

- Rank, J., 1997. Determination of sample concentrations for the *Allium* anaphase-telophase aberration assay, Mutation Research, 379, 96.
- Rank, J. ve Nielsen, M., H., 1997. *Allium cepa* anaphase-telophase root tip chromosome aberration assay *N*-methyl-*N*-nitrosourea, malic hydradize, sodium azide, ethyl meyhyl sulfonate. Mutation Research, 390, 121-127.
- Rank, J., Lopez, L., C., Nielsen, M., H. ve Moreton, J., 2002. Genotoxicity of maleic hydrazide, acridine and DEPH in *Allium cepa* root cells performed by two different laboratories, Hereditas, 136, 13-18.
- Rank, J., 2003. The method of *Allium* anaphase-telophase chromosome aberration assay, Ekologia, 38-42.
- Ruiz, E., F., Rabago, V., M., E., Lecona, S., U., Perez, A., B. ve Ma, T., H., 1992. Tradescantia-micronucleus (Trad-MCN) bioassay on clastogenicity of wastewater and in situ monitoring, Mutation Research, 270, 45-51.
- Sang, N. ve Li, G., 2004. Genotoxicity of municipal landfill leachate on root tips of *Vicia faba*, Mutation Research, 560, 159-165.
- Saxena, P., N., Chauhan, L., K., S. ve Gupta, S., K., 2005. Cytogenetic effects of commercial formulation of cypermethrin in root meristem cells of *Allium sativum*: Spectroscopic basis of chromosome damage, Toxicology, 216, 244-252.
- Silva, M., M., Vergani, C., E., Giampaolo, E., T., Neppelenbroek, K., H., Spolidorio, D., M. ve Machado, A., L., 2006. Effectiveness of microwave irradiation on the disinfection of complete dentures, Int. J. Prosthodont., 19, 288-293.
- Srivastava, A., K., Srivastava, S., K. ve Srivastava, S., K., 1997. Impact of deltamethrin on serum calcium and inorganic phosphate of freshwater catfish, heteropneustes fossils, Bull. Environ. Contam. Toxicol., 59, 840-846.
- Soliman, M., I., 2001. Genotoxicity testing of neem plant (*Azadirachta indica* A. Juss.) using the *Allium cepa* chromosome aberration assay, Journal of Biological Sciences, 1, 1021-1027.
- Soyöz, M. ve Özçelik, N., 2004. Zirai mücadelede kullanılan pestisitlerin sitogenetik etkileri, Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 10, 6-9.
- Stelzer, K., J. ve Gordon, M., A., 1984. Effects of pyrethroids on lymphocyte mitogenic responsiveness, Res. Commun. Chem. Pathol. Pharmacol., 46, 1, 137-150.
- Tanç-Yeter, O., 2007, Bal Örneklerinde Asetamiprid Kalıntısının ve Bozunma Ürününün Tayin için Yöntem Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı (TKİB), 2009. Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Ruhsatlı Bitki Koruma Ürünleri, Ankara.

- Tiryaki, O., Canhilal, R. ve Horuz, S., 2010. Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26, 2, 154-169.
- Tkalec, M., Malaric, K., Pavlica, M., Pevalek-Kozlina, B. ve Vidakovic-Cifrek, Z., 2009. Effects of Radiofrequency Electromagnetic Fields on Seed Germination and Root Meristematic Cells of *Allium cepa* L., Mutation Research, 672, 76-81.
- Tomlin, C., D., S., 2000. The Pesticide Manual, The British Crop Protection Council, Surrey, UK.
- Tomlin C., D., S., 2006. The pesticide Manual, A World Compendium, British Crop Protection Council, Farnham, UK, 141-147.
- Turkoglu, S., 2008. Evaluation of genotoxic effects of sodium propionate, calcium propionate and potassium propionate on the root meristem cells of *Allium cepa*, Food. Chem. Toxicol., 46, 2035-2041.
- Valle, B., L. ve Ulmer, D., D., 1972. Biochemical Effects of Mercury, Cadmium and Lead, Annual Review of Biochemistry, 41, 92-128.
- Vural, N., 1984. Toksikoloji, Ankara Üniv. Eczacılık Fak. Yay. No. 56, Ankara.
- Webster, P., L. ve Davidson, D., 1969. Changes in the duration of the mitotic cycle induced by colchicine and Indol-3yl-acetic acid in *Vicia faba* roots, Journal of Experimental Botany, 10, 671-685.
- Wilson, D., M. ve Thompson, L., H., 2007. Molecular mechanisms of sister-chromatid exchange, Mutation Research, 616, 11-23.
- Yeşilbaş, S., 2010. Quizalofop-p-etil herbisitinin soğan köklerindeki genotoksik etkilerinin RAPD ve comet assaylerle belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Yi, H. ve Meng, Z., 2003. Genotoxicity of hydrated sulfur dioxide on root tips of *Allium sativum* and *Vicia faba*, Mutation Research, 537, 109-114.
- Yıldız, M., Gürkan, O., Turgut, C., Kaya, Ü. ve Ünal, G., 2005. Tarımsal Savaşmada Kullanılan Pestisitlerin Yol Açtığı Çevre Sorunları VI. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ocak, Ankara.
- Yıldız, M., Arıkan, E., S. ve Terzi, H., 2006. Farklı Kimyasal Maddelerin Etkili Konsantrasyonlarının *Allium* Kök inhibisyon Testi ile Belirlenmesi, 18.Ulusal Biyoloji Kongresi, 26-30 Haziran, Kuşadası/Aydın.
- Yıldız, M. ve Arıkan, E., S., 2008. Genotoxicity testing of quizalofop-p- ethyl herbicide using the *Allium cepa* anaphase-telophase chromosome aberration assay, Caryologia, 61, 1, 45-52.

- Yüzbaşıoğlu, D. ve Ünal, F., 1999. Effects of the Herbicide İlloxan on Root Tip Mitosis of *Allium cepa*, 1. International Symposium on Protection of Natural Enviroment and Ehrami Karaçam, 23-25 September, Kütahya.
- Yüzbaşıoğlu, D., 2001. İlloxan ve Racer herbisitlerinin *Allium cepa* L. kök ucu hücrelerinde mitoz bölünmeye ve kromozomlara etkileri, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Zeiger, E., 1998. Identification of rodent carcinogens and noncarcinogens using genetic toxicity tests: Premises, promises, and performance, Regul. Toxicol. Pharmacol., 28, 85-95.
- Zhang, Y. ve Yang, X., 1994. The toxic effects of cadmium on cell division and chromosomal morphology of *Hordeum vulgare*, Mutation Research, 312, 121-126.

ÖZGEÇMİŞ

Mehmet Cengiz Karaismailoğlu, 1988 yılında Trabzon – Of ‘da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul ‘da tamamladıktan sonra 2005–2006 öğretim yılında Kafkas Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü’nde Lisans öğrenimine başladı. 2007–2008 öğretim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü’ne yatay geçiş yaptı ve burada lisans öğrenimini tamamladı. 2009-2010 öğretim yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji anabilim dalında yüksek lisansa başladı. 2011 yılında Öğretim üyesi Yetiştirme Programı (ÖYP) kapsamında Siirt Üniversitesi, Biyoloji Anabilim dalı, Botanik Bilim dalına Araştırma görevlisi olarak atandı, aynı yıl lisansüstü öğrenimini tamamlamak üzere Karadeniz Teknik Üniversitesine görevlendirildi ve hala öğrenimine burada devam ediyor. İyi derecede İngilizce biliyor.