



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



YÜKSEK LİSANS TEZİ

**CAPTAN FUNGUSİTİNİN AYÇİÇEĞİ (*Helianthus annuus*
L.) BİTKİSİ ÜZERİNE GENOTOKSİK VE FİZYOLOJİK
ETKİLERİ**

Esra GÜLMEZ

Biyoloji Anabilim Dalı

Botanik Programı

Danışman

Prof.Dr.Muammer ÜNAL

Kasım, 2015

İSTANBUL

Bu çalışma 11/12/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyoloji Anabilim Dalı Botanik programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi:


Prof.Dr.Muammer ÜNAL
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi


İmza
Prof.Dr.Orhan KÜÇÜK
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi


İmza
Doç.Dr.Gülriş BAYÇU
KAHYAOĞLU
İstanbul Üniversitesi
Fakülte


İmza
Yard.Doç.Serap ÇAĞ
İstanbul Üniversitesi
Fen Fakültesi


İmza
Doç.Dr.Şener AKINCI
Marmara Üniversitesi
Fen-Edebiyat Fakültesi

Bu alışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 49324 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmam boyunca her türlü destek ve yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Prof.Dr.Meral ÜNAL'a ve tezin her aşamasında bana yol gösteren tez danışmanım Prof.Dr.Muammer ÜNAL' a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca her alanda yardımlarını esirgemeyen Botanik Anabilim Dalı öğretim üyesi Yrd.Doç.Dr.Erdal ÜZEN'e, Genel Biyoloji Anabilim Dalı öğretim üyesi Doç.Dr.Ömür BULAN'a ve Botanik Anabilim Dalındaki tüm öğretim üyelerine,

Tez çalışmam sırasında bilgi ve deneyimlerine başvurduğum hocalarım Araş.Gör.Dr.Elif YÜZBAŞIOĞLU'na, Bio.Dr.Eda DALYAN'a ve Bio.Dr.Taylan KÖSESAKAL'a,

Çalışmalarımın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen çalışma arkadaşlarım; Ilgın AKPINAR'a, Müge DAZKIR'a, Tuğçe ERÜRKER'e ve Sevgi MARAKLI'ya,

Tohumlarımızın sertifikalı olarak temin edildiği, Edirne İl Gıda Tarım Ve Hayvancılık Müdürlüğü'ne,

Her zaman bana güvenen, beni destekleyen, kendimi geliştirmem ve başarılı olmam için her türlü olanağı sağlayan değerli aileme,

İçtenlikle teşekkür ederim.

Kasım, 2015

Esra GÜLMEZ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	iv
TABLO LİSTESİ	vi
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	vii
ÖZET.....	ix
SUMMARY	x
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR	3
2.1. AYÇİÇEĞİ (<i>HELİANTHUS ANNUUS</i> L.).....	3
2.2. PESTİSİTLER	7
2.2.1. Captan	12
2.3. BİTKİ TEST SİSTEMLERİ	14
2.4. PESTİSİTLERİN MİTOTİK AKTİVİTE ÜZERİNE ETKİLERİ	15
2.5. PESTİSİTLERİN ANTİOKSİDAN SAVUNMA SİSTEMLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ.....	16
3. MALZEME VE YÖNTEM	21
3.1. MALZEME.....	21
3.1.1. Bitki Materyali Tanıtımı	21
3.1.2. Bitki Materyali Temini ve Hazırlanması.....	22
3.1.3. Test Materyali Temini ve Hazırlanması.....	23
3.2. YÖNTEM	23
3.2.1. Çimlenme ve Kök Büyümesinin Belirlenmesi	23
3.2.2. Preparat Hazırlanması ve Mitotik İndeksin Belirlenmesi	23
3.3. ANTİOKSİDAN ENZİM AKTİVİTELERİNİN BELİRLENMESİ.....	24
3.3.1. Enzim Ekstraktlarının Hazırlanması	24
3.3.2. Glutasyon Redüktaz (GR, EC 1.8.1.7) Aktivitesinin Belirlenmesi.....	24
3.3.3. Katalaz (CAT, E.C. 1.11.1.6) Aktivitesinin Belirlenmesi	24
3.3.4. Peroksidaz (POX, E.C. 1.11.1.7) Aktivitesinin Belirlenmesi	25

3.4. İSTATİKSEL ANALİZ.....	25
4. BULGULAR	26
4.1. CAPTAN'IN TOHUM ÇİMLENMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ	26
4.2. CAPTAN'IN KÖK UZAMASI ÜZERİNE ETKİLERİ.....	27
4.3. CAPTAN'IN MİTOTİK İNDEKSE ETKİLERİ.....	28
4.4.CAPTAN'IN MİTOZ BÖLÜNME EVRELERİNDEKİ HÜCRELERİN DAĞILIMINA ETKİLERİ	30
4.5. CAPTAN'IN MİTOTİK KROMOZOM DAVRANIŞLARINA ETKİLERİ	32
4.6. <i>Helianthus annuus</i> L. MİTOTİK EVRE SAFHALARI.....	33
4.7. <i>Helianthus annuus</i> L. MİTOTİK BÖLÜNME EVRELERİNDE GÖRÜLEN ANOMALİLER	34
4.8. ANTİOKSİDAN ENZİM AKTİVİTE SONUÇLARI.....	37
4.8.1. Katalaz (CAT) Aktivite Sonuçları	37
4.8.2. Peroksidaz (POX) Aktivite Sonuçları	38
4.8.3. Glutasyon Redüktaz (GR) Aktivite Sonuçları.....	40
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	42
KAYNAKLAR	49
ÖZGEÇMİŞ.....	63

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Dünya Yağlı Tohum Üretimi (USDA Mart 2012 Raporu).	6
Şekil 2.2: Türkiye Yağlı Tohum Üretimi (TUIK, BYSD 2011).....	6
Şekil 2.3: Dünyada pestisit kullanımının gruplara göre dağılımı. (Şevken, 2009).....	9
Şekil 2.4: Türkiye’de gruplara göre pestisit kullanım oranları. (Şevken, 2009)	9
Şekil 2.5: Pestisitlerin toprak-bitki-çevre sistemindeki davranışları (Anonim,2005).....	10
Şekil 2.6: Pestisitlerin ekosistemdeki bozunma sürecini gösteren diyagram (Pierzynski ve diğ., 1994).....	11
Şekil 2.7: Pestisitlerin doğadaki hareketleri (Şevken, 2009).....	12
Şekil 2.8: Captan’ın Kimyasal Yapısı (Açık Formül).	13
Şekil 2.9: ROT ve antioksidan savunma mekanizması.	17
Şekil 3.1: Ayçiçeği bitkisi ve akenleri genel görünüm.	22
Şekil 4.1: Ayçiçeği’nde Captan’ın tohum çimlenmesi etkileri. Kontrol: Distile su. Captan 40µM, 80µM, 120µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır (P< 0,05).	26
Şekil 4.2: Ayçiçeği’nde Captan’ın kök uzaması üzerine etkileri. Kontrol: Distile su. Captan 40µM, 80µM, 120µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır.	28
Şekil 4.3: Ayçiçeği’nde Captan’ın mitotik indeks üzerine etkileri. Kontrol: Distile su. Captan 40µM, 80µM, 120µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır.....	29
Şekil 4.4: Ayçiçeği kök hücrelerine mitoz bölünme evrelerindeki hücrelerin dağılımına etkileri (%). Kontrol: Distile su. Captan 40µM, 80µM, 120µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır.	31
Şekil 4.5: Ayçiçeği kök hücrelerinde mitotik interfaz (A), profaz (B), metafaz (C), anafaz (D) ve telofaz (E) safhaları (Kontrol Grubu).	33
Şekil 4.6: Ayçiçeği kök hücrelerinde Düzensiz metafaz (A-B), Metafazda yapışık kromozom (D), kromozom kırığı (C-E-F), Telofazda kutup kayması, orantısız dağılım (G-H) ve ayrılmama (I) (40µM Grubu).....	34
Şekil 4.7: Ayçiçeği kök hücrelerinde Düzensiz metafaz (A-B), Metafazda kromozom kırığı (C), yapışık kromozom (D-E) ve kutup kayması (F), Anafazda kromozom köprüsü (G), Telofazda orantısız dağılım (H) ve ayrılmama (I) (80µM Grubu).	35

- Şekil 4.8:** Ayçiçeği kök hücrelerinde Çoklu nukleus (A-B), Düzensiz metafaz (C-D), Metafazda kromozom kırığı (D) ve kutup kayması (E), Anafazda kalgın kromozom, kromozom köprüsü (F-G) ve kutup kayması (H), Telofazda orantısız dağılım (I) (120µM Grubu).....36
- Şekil 4.9:** 7 gün süreyle Kontrol: Distile su. Uygulamalar: 40µM, 80µM, 120µM Captan uygulamasına maruz bırakılan ayçiçeğinin CAT aktivitesinde gözlenen değişimler. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları ± standart sapmaları göstermektedir (P<0,05).38
- Şekil 4.10:** 7 gün süreyle Kontrol: Distile su ile 40µM, 80µM, 120µM Captan uygulamasına maruz bırakılan ayçiçeğinin POX aktivitesinde gözlenen değişimler. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları ± standart sapmaları göstermektedir (P<0,05).39
- Şekil 4.11:** 7 gün süreyle Kontrol: Distile su ile 40µM, 80µM, 120µM Captan uygulamasına maruz bırakılan ayçiçeğinin GR aktivitesinde gözlenen değişimler. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları ± standart sapmaları göstermektedir (P<0,05).41

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1: Trakya'da yetiştirilen bitkilerden elde edilen ayçiçeği meyvelerine ait bazı özellikler (Baytop, 1963).....	4
Tablo 2.2: Ayçiçeği üretiminin önemi (Aysu, 2010)	5
Tablo 2.3: Antioksidan enzimler, buldukları yerler ve etkileri.	18
Tablo 4.1: Ayçiçeği'nde Captan'ın kök uzamasına etkileri. Kontrol: Distile su. Captan 40µM, 80µM, 120µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır.	27
Tablo 4.2: Ayçiçeği'nde Captan'ın mitotik indeks üzerine etkileri. Kontrol: Distile su. Uygulamalar: Captan 40µM, 80µM, 120µM konsantrasyonlar da uygulanmıştır.	29
Tablo 4.3: Ayçiçeği kök hücrelerine mitoz bölünme evrelerindeki hücrelerin dağılımına etkileri. (%). Kontrol: Distile su. Captan 40µM, 80µM, 120µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır.	30
Tablo 4.4: Ayçiçeği'nde Captan'ın oluşturduğu mitotik anormallikler.	32
Tablo 4.5: 7 gün süreciyle Kontrol: Distile su ile 40µM, 80µM, 120µM Captan uygulamasına maruz bırakılan ayçiçeğinin CAT aktivitesinde gözlenen değişimler. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları ± standart sapmaları göstermektedir (P<0,05).	37
Tablo 4.6: 7 gün süreyle Kontrol: Distile su ile 40µM, 80µM, 120µM Captan uygulamasına maruz bırakılan ayçiçeğinin POX aktivitesinde gözlenen değişimler. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları ± standart sapmaları göstermektedir (P<0,05)	39
Tablo 4.7: 7 gün süreyle Kontrol: Distile su ile 40µM, 80µM, 120µM Captan uygulamasına maruz bırakılan ayçiçeğinin GR aktivitesinde gözlenen değişimler. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları ± standart sapmaları göstermektedir (P<0,05).	40

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
A	: Anafaz
cm	: Santimetre
DAB	: 3,3'- <i>diaminobenzidine</i> tetrahidroklorid
DDT	: Dikloro Difenil Trikloroethan
dk	: Dakika
DNA	: Deoksiribonükleik asit
EDTA	: Etilendiamin tetraasetik asit
g	: Gram
GSSG	: Oksitlenmiş glutatyon
HCl	: Hidroklorik asit
HO*	: Hidroksil radikal
H₂O₂	: Hidrojen peroksit
kcal	: Kilokalori
kg	: Kilogram
L	: Litre
M	: Molarite
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
mM	: Milimolar
N	: Normalite
Na	: Sodyum elementi
NADPH	: Nikotinamid Adenin Dinükleotit Fosfat
nm	: Nanometre
O₂*⁻	: Süperoksit anyon
O₂H*	: Perhidroksil radikali
PVPP	: Polivinilpolipirrolidon
T	: Telofaz
THPI	: Tetrahidroftalamid
v	: Hacim
w	: Ağırlık
µg	: Mikrogram
µM	: Mikromolar
%	: Yüzde
° C	: Santigrad derece

Kısaltmalar**Açıklama**

AP	: Askorbat Peroksidaz
BYSD	: Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği
CAT	: Katalaz
FAO	: Dünya Gıda ve Tarım Örgütü
GR	: Glutasyon Redüktaz
GSH	: Glutasyon Peroksidaz
GST	: Glutasyon-S-Transferaz
IPCS	: Güvenlik Üzerine Uluslararası Program
LD	: Lethal Doz
OK	: Organik Kirleticiler
MI	: Mitotik İndeks
M.Ö.	: Milattan Önce
M.S.	: Milattan Sonra
OK	: Organik Kirleticiler
POX	: Peroksidaz
ROT	: Reaktif Oksijen Türevi
SA	: Spesifik Aktivite
SCE	: Kardeş Kromatid Değişimi
SOD	: Süperoksit Dismütaz
TEEP	: Tetraetilpirofosfat
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
USDA	: Birleşmiş Milletler Tarım Departmanı
UV	: Ultraviyole
yy	:Yüzyıl

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

CAPTAN FUNGUSİTİNİN AYÇİÇEĞİ (*Helianthus annuus* L.) BİTKİSİ ÜZERİNE GENOTOKSİKVE FİZYOLOJİK ETKİLERİ

Esra GÜLMEZ

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr.Muammer ÜNAL

Pestisitlerin yaygın kullanımı sağlık ve çevre açısından çeşitli olumsuzluklara neden olmaktadır. Özellikle hedef olmayan organizmalar üzerinde gelişmeyi durdurucu, hastalık yapıcı, mutajenik, kanserojenik ve öldürücü etkilere sahip olduğu *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarla belirlenmiştir. Pestisit uygulanmış ürünlerden canlıların zarar görmemesi için, pestisitlerin genotoksik etkilerinin test edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada tohum kaplamacılığında kullanılan Captan fungusitinin üç farklı konsantrasyonu (40µM, 80µM, 120µM) ile muamele edilen hedef olmayan organizma olan ayçiçeği (*Helianthus annuus* L) bitki akenlerinde çimlenme oranı, kök büyümesi, mitotik indeks, kromozomal anomaliler, antioksidan enzim (CAT, POX, GR) aktiviteleri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Elde ettiğimiz verileri göre tarımsal alanlarda uygulaması yapılan Captan fungusitinin ayçiçeği tohumlarının çimlenme yüzdesini azalttığı, kök büyümesini inhibe ettiği, mitotik indeksi düşürdüğü, kromozom anomalilerini (düzensiz metafaz, kromozom kırıkları, kromozomlarda yapışıklık, kromozom köprüleri) teşvik ettiği bulunmuştur. Antioksidan enzim aktivitelerinde ise konsantrasyon artışına bağlı olarak CAT, POX, GR aktivitelerinin arttığı saptanmıştır.

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlara göre, bir fungusit olan Captan'ın hedef olmayan organizma olan ayçiçeği üzerinde yarattığı toksik etkiler değerlendirilmiştir.

Kasım 2015, 73 sayfa.

Anahtar kelimeler: Ayçiçeği, Captan, fizyolojik etki, genotoksik etki

SUMMARY

M.Sc. THESIS

THE PHYSIOLOGICAL AND GENOTOXIC EFFECTS OF CAPTAN FUNGICIDE ON SUNFLOWER (*Helianthus annuus* L.)

Esra GÜLMEZ

İstanbul University

Institute of Graduate Studies in Science and Engineering

Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Muammer ÜNAL

The widespread use of pesticides cause various disadvantages in terms of health and the environment. In particular stopper improvement over non-target organisms, pathogens, mutagenicity was determined by *in vitro* and *in vivo* studies to possess carcinogenic or lethal effects. To avoid damage to the living been applied pesticide products, it is necessary to tested for genotoxic effects of pesticide.

In this study, seed plating used in Captan fungicide The three different concentrations (40µm, 80µm, 120µm) organisms are not the target of treated sunflower (*Helianthus annuus* L.) plant germination rate of achene root growth, mitotic index, chromosomal abnormalities, antioxidant enzymes (CAT, POX, GR), the effects on activity were examined.

We have achieved made agricultural areas of application based on data Captan fungicide's reduced the percentage of germination of sunflower seeds, which inhibits root growth, reduce the mitotic index, chromosomal abnormalities (irregular metaphase chromosome breaks, chromosome adhesions, chromosome bridges) have been found to encourage. Antioxidant enzyme activity increase depending on the concentration of the CAT, POX, GR activity were found to increase.

According to the results we have achieved in our study caused toxic effects on non-target organisms a fungicide of Captan was evaluated on sunflower.

November 2015, 73 page.

Keywords: Sunflower, Captan, physiological effects, genotoxic effects

1. GİRİŞ

Çağımızdaki hızlı nüfus artışı, insanlığın karşılaştığı en büyük sorunlardan biri olan beslenme problemini de beraberinde getirmektedir. Bu problemi çözmek amacıyla öncelikli olarak tarım alanlarından maksimum düzeyde ve kaliteli ürün alınabilmesi için çalışmalar hızla yapılmaktadır. Yıllardır insanların tarımsal zararlılar ve bitki hastalıklarıyla mücadele edebilmek için başvurdukları tarımsal savaşım yöntemleri arasında kültürel, biyoteknik ve karantina önlemleri ile mekaniksel, fiziksel, biyolojik ve kimyasal savaş yer almaktadır. Ancak ülkemizde uygulama kolaylığı ve iyi sonuç alınması nedeniyle daha çok kimyasal savaşa başvurulmaktadır. Dolayısıyla da ülkemizdeki tarım ilaçları (pestisitler) kullanımı çok yaygındır. Çeşitli tarım ilaçlarının kullanımının artması ile birlikte gerek bu maddelerin uygulamadaki yanlılıkları gerekse ileri aşamadaki zararları oldukça büyük boyutlara ulaşmış durumdadır (Delen, 1976; Öztürk, 2004; Koç, 2010; Mc Ewen ve diğ., 1979; Amdur ve diğ., 1991; Nixon, 2000).

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), günümüzün en önemli yağ bitkilerinden biridir. Ayçiçeği yağı yemeklik kalitesi yönünden tercih edilen bitkisel yağlar arasında ilk sırayı almaktadır (Karadoğan ve Özgödek, 1994). Dünya’da birçok ülkede yaygın olarak tarımı yapılmaktadır. Yurdumuzda da yıllara göre değişmekle beraber yaklaşık 550-600.000 hektar arasında ayçiçeği ekilmektedir. Türkiye’deki ayçiçeği ekiliş alanlarının %73’ü Trakya-Marmara, %13’ü İç Anadolu, %19’u Karadeniz, %3’ü Ege ve %1’i Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerindedir (Süzer, 2002; Kaya, 2002).

Ayçiçeğinde verim azalmasına neden olabilen etkenlerin başında parazit bir yabancı ot olan *orobans*; bazı hastalıklar; ayçiçeği mildiyösü, *sclerotinia* kök, sap ve tabla çürüklüğü, ayçiçeği pası, *alternaria* yaprak leke hastalığı, kurşuni küf, *septoria* yaprak lekeleri, *phoma* ve *rhizopus* tabla çürüklüğü, *verticillium* solgunluğu, *Fusarium* kök boğazı hastalığı kömürümsü çürüme ve mozayik virüsü; ve zararlılar: Çayır tırtılı, makaslı böcek, yeşil böcek, tel kurtları, kesici veya bozkurtlar, çekirgeler, mayıs böceği, yaprak bitleri vb. sayılabilir (Leppik 1962; Goossen ve Sackston 1968; Cohen ve Sackston 1973; Viranyi 1977; Yücer ve Karaca 1978; Tan, 2010).

Bitkilerde hastalıklara neden olan zararlılarla mücadele amacıyla pestisitler kullanılmaktadır. Pestisitler; fungusit, herbisit, insektisit vb. olarak tarımsal savaşta kullanılan anorganik ve organik bileşikler sınıfına ait çok sayıda kimyasal bileşiği kapsarlar (Oraler ve diğ., 1989). Tarımsal savaşta kullanılan pestisitler hedef organizmaları yok ederek ürün artışına neden olabildikleri gibi, hedef olmayan canlılarda da hasarlara yol açmaktadırlar (Ewen vd., 1979; Amdur, 1991). Tarımdaki bu mücadelede kullanılan pestisitlerin kimyasal özellikleri ve kullanım dozları çok önemlidir. Doz artışıyla orantılı olarak bitki hücrelerinde kromozom kırıkları, köprü oluşumları, kromozom yapışıklığı, kutuplara çekilemeyen kromozomlar, düzensiz metafaz ve anafaz, c-mitoz, iki çekirdekli hücre oluşumu gibi sitotoksik ve genotoksik etkiler meydana getirirler (Ateeq ve diğ., 2001). Bunun yanı sıra çeşitli fizyolojik ve morfolojik etkileri de görülmektedir (Tort ve diğ., 2003). Pestisitlerin özellikle hedef olmayan canlılar üzerinde gelişmeyi durdurucu, hastalık yapıcı, mutajenik, kanser yapıcı ve hatta öldürücü etkilere sahip olduğu *in vivo* ve *in vitro* çalışmalarla belirlenmiştir (Kligerman vd., 2000; Ashour, 1900; Kumar,1995; Badr, 1986)

Bu çalışmada toprağa uygulanan ve ayçiçeği tohum kaplamacılığında kullanılan Captan fungusitinin hedef olmayan organizma olan ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisi üzerindeki genotoksik ve fizyolojik etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu hedef doğrultusunda ayçiçeğinde çimlenme oranı, kök büyümesi, mitotik indeks, kromozom anomalileri (düzensiz metafaz, kromozom köprüleri, polarite vb.) ile antioksidan enzim aktivitelerindeki (POX, CAT, GR) değişimler incelenmiştir.

2. GENEL KISIMLAR

2.1. AYÇİÇEĞİ (*Helianthus annuus* L.)

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), Asterales takımına ait Asteraceae (Compositae) familyasının bir üyesidir. Anavatanı Orta Batı Amerika' dır (Dedio, 1687). Yaklaşık 2000 yıl önce Meksika' da görülmeye başlanmış ve yerliler tarafından yenilebilir olduğu anlaşılmıştır. Meksika' dan İspanya' ya yayılmıştır. 16. yy.' da ayçiçeği İspanya sayesinde Avrupa ile tanışmıştır. Bitki kısa sürede yetişmesi, kolay depolanabilmesi gibi özellikleriyle göçebe hayatlara uygun olmuştur ve bu sayede dünyanın büyük bir kısmına hızla yayılmıştır (Duke, 1983). Avrupa' ya ilk geldiğinde süs bitkisi olarak kullanılmıştır. Ancak ilerleyen zamanlarda ekmek yapımında kullanılması ve özellikle de tohumlarından yağ üretilmesi nedeni ile önemli bir bitki haline gelmiştir (Clarke, 1977; Duke, 1983). Böylece Doğu Avrupa ve Rusya tarafından oldukça benimsenmiştir (Putt, 1978). Zamanla yağ üretimini arttırmak için çeşitli hibritleri geliştirilmiştir (Burke, 2003). Türkiye' de ekimine 1918 yılında başlanmış ve Ege, Trakya, Marmara Bölgelerinin en çok yetiştirilen bitkisi olmuştur (Anonim, 2014).

Ayçiçeği tohumu istisnalar dışında %30-40 oranında yağ içermektedir (Tablo 2.1). Bu oran %50' lere kadar çıkabilmektedir (Eckey ve Miller, 1954; Baytop, 1963-1984; Langer ve Hill, 1982). Bu yağ; %66-72 linoleik asit, %16-20 oleik asit, %11-12 palmitik ve stearik asit, eser miktar (%1 den daha az) linolenik asit içermektedir. Ancak yüksek oranda oleik asit (%87-90) içeren kimyasal mutajenezis ile geliştirilmiş varyetelerin, %0.5-3 linoleik asit, %10'dan daha az da doymuş yağ asitlerini içerdiği saptanmıştır (Seiler vd., 1999; Yıldız Dişbudak, 2008;).

Tablo 2.1: Trakya'da yetiştirilen bitkilerden elde edilen ayçiçeği meyvelerine ait bazı özellikler (Baytop, 1963).

1000 tane ağırlığı	48.6 - 70.7 g
Tane uzunluğu	10.0 - 10.4 mm
Kabuk	% 44.0 - 54.0
İç	% 46.0 - 56.0
Su	% 6.4 - 8.0
Kül	% 2.56 - 2.79
Yağ, bütün meyve	% 22.9 - 31.1
Yağ, içte	% 44.7 - 56.6
Protein, bütün meyve	% 13.6 - 17.8
Protein, içte	% 25.0 - 27.2
Selüloz, bütün meyve	% 24.5 - 31.3
Selüloz, içte	% 4.0 - 4.9

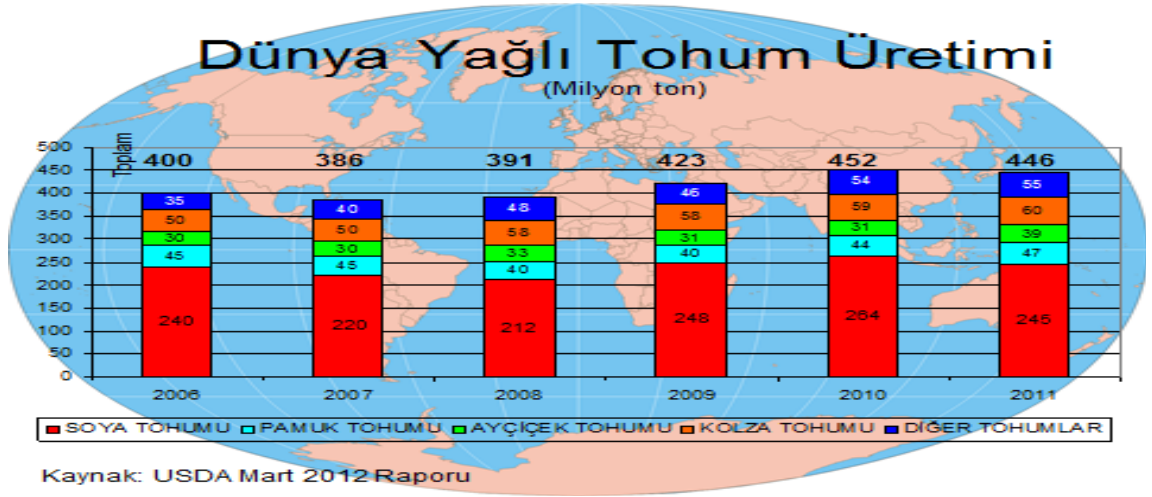
Ayçiçek yağının içerdiği doymamış yağ asitleri oranı yüksek (%69), doymuş yağ asitleri oranı düşük olması nedeniyle beslenme değeri oldukça yüksektir. Bu yüzden sıvı olarak yemeklerde ve kızartmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Harris vd.,1978; Miller vd., 1987). Ayrıca diğer yağlarla karıştırılarak yemeklik ve sofralık margarin yapımında da değerlendirilmektedir. Geriye kalan küspesinde yüksek oranda ham protein bulunması (kabuklu %32,2, kabuksuz %46,8) ve soya küspesinden sonra metabolize enerji değeri en yüksek yağlı tohum (2260 kcal/kg) olduğundan karma yem üretiminde de önemli bir paya sahiptir (Arıoğlu, 2007).

Tohumlarında bulunan %40-45 oranındaki yağ, yağ sanayinin, çeşitli gıda sanayilerinin, kimya, kozmetik ve boya sanayilerinin ham maddesi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca sap ve tabla artıkları kağıt ham maddesi ve tarlada çürütülmek suretiyle tabii gübre olarak kullanılır (Edirne Tarım Master Planı, 2005; Aysu, 2010). Ek olarak süs bitkisi, ekmek yapımı ve çerezlik olarak da kullanılır. Tıbbi amaçla kullanımı da oldukça yaygındır (Tablo 2.2), (Duke, 1983; Stevens, 2000; Mantese ve diğ., 2008).

Tablo 2.2: Ayçiçeği üretiminin önemi (Aysu, 2010)

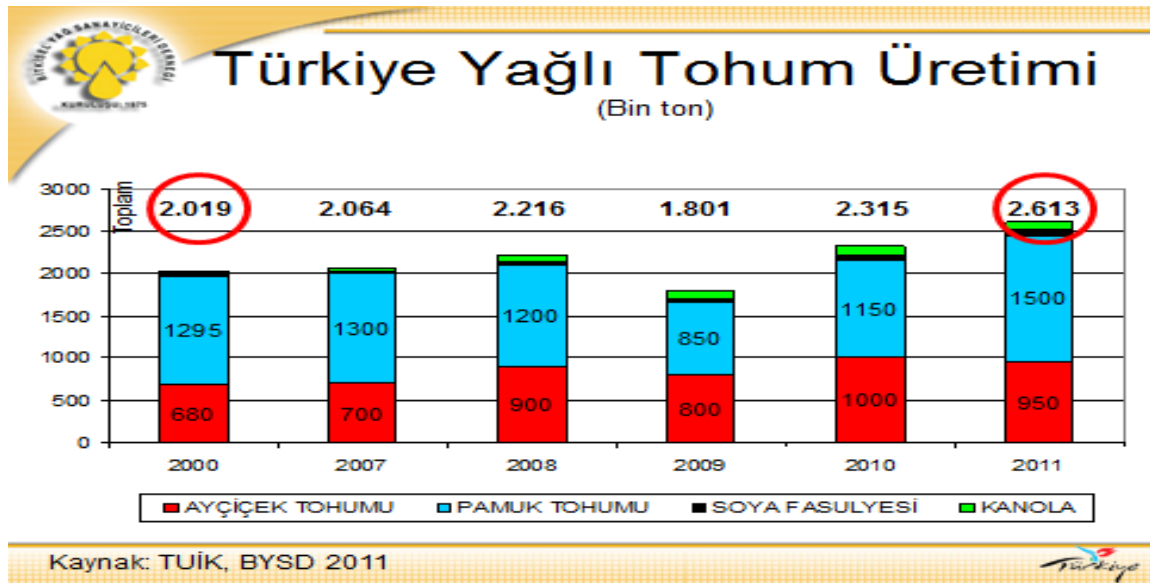
Ekonomik Olarak Önemi	Besin Değeri Olarak Önemi
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tohumları % 40–50 oranında yağ içerir. ➤ Bitkisel yağ üretimimizin % 57'si ayçiçeğinden üretilmektedir. ➤ Yağ üretimi sonrasında, % 40–45 oranında küspe elde edilir. ➤ Ayçiçeği küspesi içerdiği % 30–40 oranındaki protein ile değerli bir yemdir. ➤ Hayvan beslemesinde kullanılmaktadır. ➤ Yemeklik yağ dışındaki yağlar, sabun ve boya sanayinde değerlendirilmektedir. ➤ Sapları yakacak olarak kullanılmaktadır. ➤ Sapların yakılmasından sonra oluşan kül %36–40 potasyum içerdiğinden, gübre olarak kullanılmaktadır. ➤ Ayçiçeği tohumu çerezlik olarak da tüketilmektedir. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ayçiçeği çekirdeği sağlıklıdır. ➤ Protein bakımından fındık türü kabuklu ürünlerden daha zengindir. ➤ Demir bakımından fındıktan düşük, kuru üzüm ve fıstıktan zengindir. ➤ Potasyum ve E vitamini bakımından zengindir. ➤ Ayçiçeği çekirdeği önemli bir lionelik asit kaynağıdır. Lionelik asit kandaki kolesterol seviyesinin düşmesine yardımcı olmaktadır. ➤ Bu anlamda beslenmedeki değeri yüksektir.

Dünyada yağ bitkilerinin ekim alanına bakıldığında ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.); 22.3 milyon hektar ile soya, pamuk, yerfıstığı ve kolzadan sonra beşinci sırada yer almakta ve aralarında Rusya, Arjantin, Avustralya, Hindistan, Ukrayna, Türkiye, ABD gibi oldukça geniş bir coğrafyada tarımı başarıyla yapılmaktadır (FAO, 2005).



Şekil 2.1: Dünya Yağlı Tohum Üretimi (USDA Mart 2012 Raporu).

Dünyada en önemli yağ bitkilerinden biri olan ayçiçeği (Şekil 2.1), ülkemizde de en fazla ekim alanına ve üretime sahip yağ bitkisidir. Bitkisel yağlar, ülkemizde yıllardan beri üretim açığı olan alanlardan biridir. İthal edilen önemli tarım ürünleri arasında yer almaktadırlar. Son 20 yıllık dönemde yağlı tohum üretimi dalgalı bir seyir izlemekle birlikte, desteklemeler ve sözleşmeli üretim uygulamaları gibi nedenlerle artış eğilimi göstermiş (Şekil 2.2), ancak artan yurtiçi talebi karşılayacak düzeye ulaşamamıştır (Taşkaya ve Uçum, 2012).



Şekil 2.2: Türkiye Yağlı Tohum Üretimi (TÜİK, BYSD 2011).

Dünya’da yaygın olarak tarımı yapılan ayçiçeğinde verimi ve kaliteyi artırma çalışmalarında en önemli faktörlerden biriside fungal hastalıklardır. Bitki, mildiyö (*Plasmopora helianthi* Novat.), pas (*Puccinia helianthi* Schw.), yaprak lekesi (*Alternaria helianthi*) ile sap ve tabla çürüklüğü (*Sclerotinia scolorotium*) hastalıklarına karşı oldukça duyarlıdır (Fick, 1978; Süzer, 1991; Kaya, 2003). Bu hastalıklarla savaşımında, dayanıklı veya toleranslı çeşitlerin yetiştiriciliği yanında uygun şekilde düzenlenmiş bir ekim nöbeti, hastalıksız ve kaliteli bir tohumluk ile uygun koşulların sağlanmış olduğu tarla kullanılmalıdır. Öte yandan, yetiştirilecek ayçiçeği çeşidinin hastalıklara karşı tepkisinin dayanıklılık yönünde olmasına dikkat edilmeli ve bu bakımdan çeşidin tepkisi iyi bilinmelidir. Yapılan çalışmalarla mildiyö, pas ve solgunluk hastalığına dayanıklı; sap ve kök boğazı çürüklüğü (*Sclerotinia scolorotium*)’ne ise toleranslı melez çeşitler geliştirilmiştir (Fick, 1978; Süzer, 1991).

2.2. PESTİSİTLER

Tarımsal üretimde birim alandan alınan ürün miktarını artırmak ve ürün kalitesini yükseltmek için makina, gübre, enerji ve su gibi temel üretim girdilerinin kullanımı yanında kültür bitkilerinin gelişimlerini sınırlandıran hastalık, zararlı ve yabancı ot gibi etmenlerle mücadele çok önemli bir yer tutmaktadır (Çelik, 2000; Çilingir ve Dursun, 2002). Tarımsal mücadele uygulamalarında birçok yöntem mevcut olmakla birlikte, gerek uygulama kolaylığı ve gerekse etkisinin kısa zamanda görülmesi nedeniyle kimyasal mücadele yöntemi diğerlerine tercih edilmektedir (Matthews, 1979; Yağcıoğlu, 1993). Kimyasal mücadelede genel olarak pestisit (insektisit, fungusit, herbisit vb.) adı verilen tarım ilaçları kullanılmaktadır. Yıllara göre pestisit tüketim miktarları farklılık gösterse de kimyasal mücadelede ülkemiz genelinde yılda ortalama 33000 ton pestisit (Aksoy ve Bayat, 1991; Turabi, 2004) tüketilmekte, hektara ortalama 432 g ilaç atılmaktadır (Kan ve Gün, 2000).

Pestisit terimi kısaca pest (zararlı organizma) adı verilen zararlıları uzaklaştırmak, popülasyonlarını kontrol etmek ve öldürmek için kullanılan kimyasal maddelere verilen genel bir isimdir: İnsan, hayvan ve bitki üzerinde, çevresinde bulunan veya yaşayan, ayrıca besin maddelerinin üretimi, hazırlanması, depolanması ve tüketimi sırasında onların besin değerini azaltan, hasara uğratan zararlıları öldürmek için kullanılan

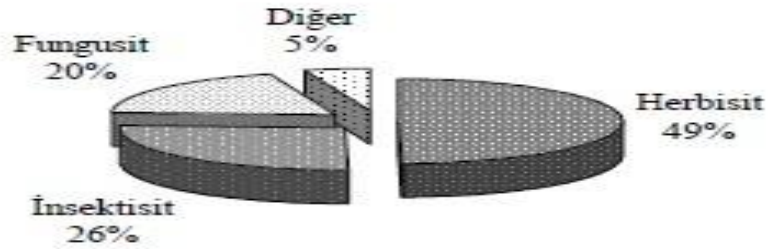
maddelerdir. Bu zararlılar, çeşitli hastalıkları taşıyan parazitler, tarım ve bitki zararlısı böcekler, yabani ot ve mantarlar, insan, hayvan, çevre ve barınaklardaki sinek, bit, pire, kene, uyuz, hamam böceği gibi uçan ve yürüyen canlılardır (Kaya ve diğ., 2002).

İnsanların pestisitleri tanımaları yıllar öncesine dayanmaktadır. Kutsal sayılan bazı tuzların, fethedilen yerlerin küllerinin “ non-selective” herbisit olarak M.Ö. 1200 yılında kullanıldığı, kükürdün insektisit ve fungusit özelliğinin M.Ö. 1000 yılında keşfedildiği (Öztürk ve Özge, 1978). “Hellebore” (*Helleborus niger*, *Helleborus orientalis* ve *Veratrum album*) adlı bitkilerin fare, sıçan ve böceklerin kontrolü için M.Ö. 100 yılında kullanıldığı bilinmektedir. “Arsenik” M.S. 900 yılında Çinliler tarafından böceklere karşı, “mineral yağ” M.S. 1300 yılında develerde “uyuz” hastalığına karşı kullanılmıştır. Tütün ekstratlarının M.S. 1690’da kontak etkili insektisit olarak, dumanlarının ise M.S. 1773’te gaz halinde insektisit olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Ware ve diğ., 1980).

Doğal kaynaklı organik ve inorganik pestisitlerin bitki koruma alanında çeşitli zararlılara karşı kullanılmasına II. Dünya savaşı öncesine kadar devam edilmiştir. Üretimi kolay ve maliyetleri daha düşük olan sentetik pestisitlerin devreye girişi ile bu maddelerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Kısa sürede etkili olan ve alternatifleri de pek bulunmayan bu sentetik pestisitlerden, ilk organik fosfatlı insektisit olan TEEP (Tetraethylpyrophosphate) Bernard Shrader tarafından 1938’de, ilk organik klorlu insektisit olan DDT 1874’de sentezlenmiş ve Paul Müler tarafından 1939’da insektisit özelliği keşfedilmiştir. İlk ditiyokarbamat fungusiti olan “zineb” Heuberger, J.M. ve Manns tarafından 1943’te, ilk herbisit olan amonyum sulfamat Dupont tarafından 1945’te, ilk dikarboksimid fungusiti olan “Captan” Kittlesan tarafından 1949’da keşfedilmiş ve piyasaya sunulmuştur. İlk karbamat insektisitleri olan “isolan, dimeton, pyramat ve pyrolan” 1951’de, ilk sentetik piretroid olan “allethrin” ise Sumitoma tarafından 1949’da sentezlenmiş ve bitki korumada kullanılmıştır (Worthing, 1987).

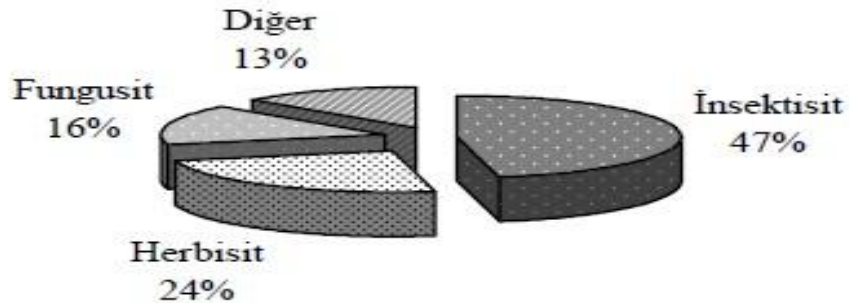
Ülkemizde pestisitlerin yaygın ve bilinçsiz olarak kullanıldığı diğer taraftan tarım teşkilatlarının kullanıcıyı bilinçlendirmeye yönelik çalışmalar yaptığı bilinmektedir. Daha önceden kullanılan fakat çok zehirli olduğu için kullanımı tamamen yasaklanan ilaçların bir kısmı halen ülkemizde satıldığı bilinmektedir (Öncüer, 1995). Pestisitlerin çevre üzerinde uzun süreli olumsuz etkilerinin anlaşılması amacıyla özellikle 1970

yılında başlayan çevre koruma hareketlerinden sonra bütün dünyada pestisit kullanımının çok daha kontrollü yapıldığı, mevcut etkili maddelerin yeniden emniyetlilik testlerine alındığı ve bu değerlendirmeler sonunda bazı pestisitlerin çeşitli ülkelerde yasaklandığı, kısıtlandığı ya da kontrollü kullanıldığı bilinmektedir. Avrupa ve Amerika’da tarım ilacı üreten tesisler bile çevresel baskılar nedeni ile kapatılmış, burada üretilen ilaçların birçoğu Avrupa ve Amerika’ da kullanılmamakta ve gelişmekte olan ülkelere satılmaktadır. Yılda 2.500.000 tondan fazla olan küresel çapta pestisit kullanım oranları Şekil 2.3’te görülmektedir (Heming ve diğ., 1954; Öncüer, 1995).



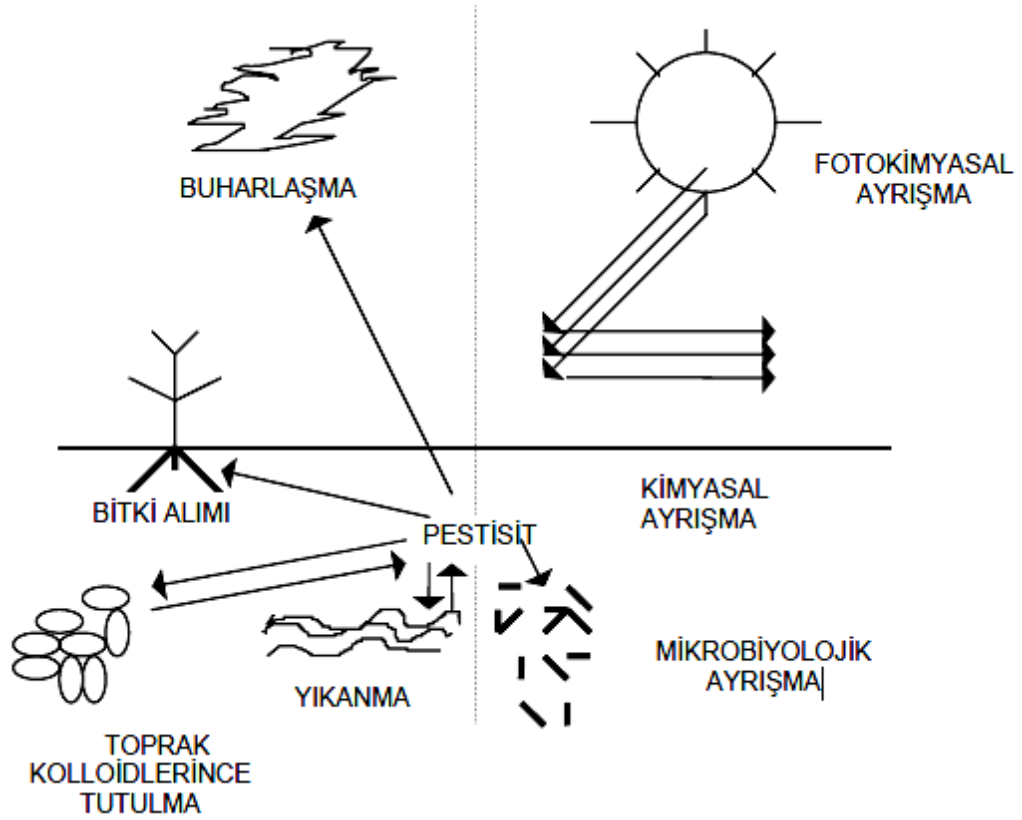
Şekil 2.3: Dünyada pestisit kullanımının gruplara göre dağılımı. (Şevken, 2009)

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de en çok kullanılan pestisit grupları (Şekil 2.4.); insektisitler, herbisitler ve fungusitlerdir (Şevken,2009).



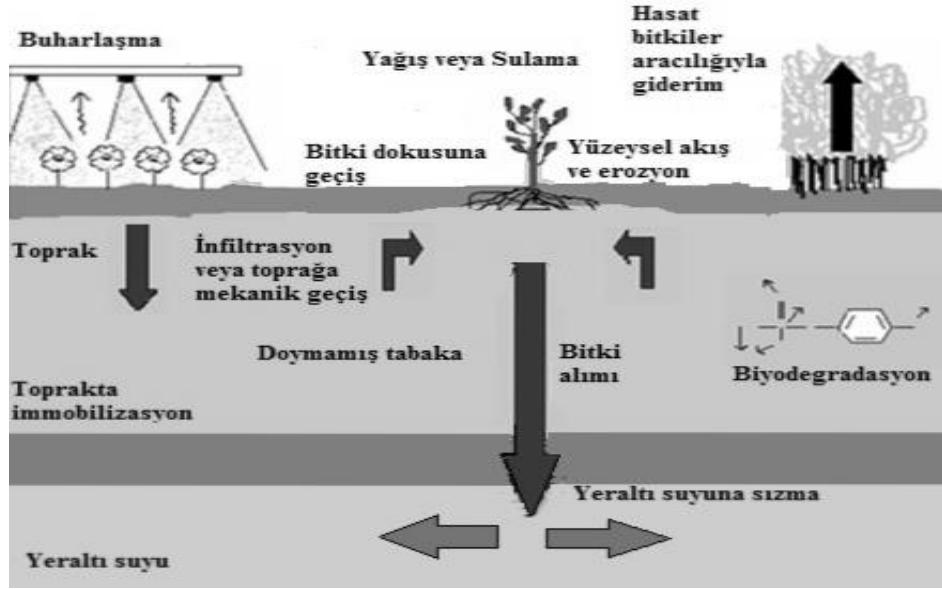
Şekil 2.4: Türkiye’de gruplara göre pestisit kullanım oranları. (Şevken, 2009)

Pestisitler kullanılmaları sonucu çevreye girdikten sonra toprakta, güneş ışınlarının etkisiyle fotokimyasal parçalanmaya; toprak mikroorganizmaları ve diğer organizmaların etkisiyle biyolojik parçalanmaya uğramakta veya topraktaki kil ve organik maddeler tarafından adsorplanıp veya kimyasal olarak parçalanmaya uğrayarak yok olmaktadır. Toprağın yapısı, kil tipi ve miktarı, organik madde içeriği, toprak pH' sı ve toprakta bulunan baskın mikroorganizma türleri, tüm bu olayları etkileyen faktörlerdendir (Şekil 2.5.) (Yücel, 2008).



Şekil 2.5: Pestisitlerin toprak-bitki-çevre sistemindeki davranışları (Anonim,2005).

Vazgeçilmez kimyasal mücadele aracı olan pestisitlerin kullanımı tarımsal üretimi artırırken, pestisit kirlenmesi ekolojik dengeyi, ürünlerde bulunan pestisit kalıntıları insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir (Bölükbaş, 1991; Nersheim, 1993; Wen, 1997). Organik Klorlu (OK) pestisitler, kalıcı özellikleri sebebiyle, uygulandıkları çevrede yarılanma ömrünün uzunluğuna bağlı olarak birikir ve besin zincirine girerek toplum ve çevre sağlığı için önemli tehlikeler oluştururlar (Şekil 2.6). Böylece, dinamik bir denge halindeki çevrede dengenin bozulmasına sebep olurlar (Vural, 1996; Kaya ve diğ., 2002; Dağlıoğlu, 2004; Tuncok ve Aksay Hocaoğlu, 2006).



Şekil 2.6: Pestisitlerin ekosistemdeki bozunma sürecini gösteren diyagram (Pierzynski ve diğ., 1994)

Hastalık, zararlı ve yabancı otların neden olduğu ürün kayıplarının önlenmesinde kimyasal tarım ilaçları (pestisitler) çok önemli bir yere sahiptir. Ancak, bilinçsizce yapılan ve tekniğine uygun olmayan pestisit uygulamaları sonucunda insan, hayvan ve çevre sağlığı tehdit edilmekte, hava, su, toprak ve yabani hayat olumsuz etkilenmekte (Şekil 2.7), gıda maddelerinde ilaç kalıntıları söz konusu olmakta, hedef alınan zararlılarda direnç oluşmakta, önemli olmayan bazı zararlılar ana zararlı konumuna geçmekte, yararlıların ve doğal hayatı öldürülmesiyle doğal denge bozulmakta ve bitkilerde fitotoksitite görülmektedir (Seiber, 1989; Somasundoram ve Coats, 1991; Weber 1994; Coates 1996; Yıldırım, 2000; Tosun ve diğ., 2001; Akpınar ve diğ., 2014).



Şekil 2.7: Pestisitlerin doğadaki hareketleri (Şevken, 2009)

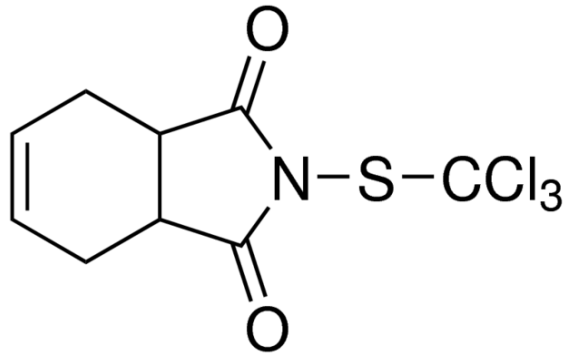
Birçok araştırmacı, pestisitlerin mutajenik ve kanserojenik etkilere sahip olduklarını bildirmişlerdir. (Pavlica ve diğ., 2000; El- Shahaby ve diğ., 2003; Evseeva ve diğ., 2003; Chandra ve diğ., 2005). Kullanılan 100 pestisit bileşenini kapsayan test kimyasallarının %59'unun gen mutasyonu, %83'ünün kromozomal hasar ve %71'inin DNA hasarında etkili olduğu belirlenmiştir (Bolognesi ve Morasso, 2000).

2.2.1. Captan

Fungusitler kültür bitkilerine zarar veren hastalık etmenlerine karşı korumak amacıyla yaklaşık 200 yıldan beri kullanılmaktadır. Önceleri basit olarak bakliyat tohumlarını ve bağlarda üzümleeri korumak amacıyla başlayan mücadelede zamanla ilaçlanan ürün sayısı, mücadele edilen hastalık sayısı ve kullanılan kimyasalların sayısı büyük oranda artmıştır. Bu artış özellikle ikinci dünya savaşından sonra hızlanmış ancak son on yılda kullanılan fungusit miktarı ve tipinde belli bir durgunluğa ve olgunluğa erişilmiştir (Ağar ve diğ., 1991).

Fungisitler, tohum kaplamacılığında yaygın olarak kullanılmak ile birlikte, direk toprağa veya sprey formunda toprak üstü organların ilaçlamasında da kullanılmaktadır. (Delen, 2009)

Triklorometilthiocarboksamide grubunun ilk bileşiği, 1949'da dünya piyasalarına sunulan, grubunun en önemli ve en yoğun kullanılan fungusiti Captan'dır (Şekil 2.8). Tohum kaplamacılığı, karasal ve sera ürünleri ile süs bitkilerinin korunması, hasat sonrası meyveye uygulama ve kapalı gıda dışı uygulama gibi çeşitli alanlarda ya da direkt olarak toprağa uygulanabilmektedir (Anonymus, 2002; Thomson, 1997). Captan fungusiti koruyucu ve tedavi edici etkili spesifik olmayan bir tiol reaktandır. Mantar ve bakterilerin birçok türünde solunum mekanizmasında inhibisyona neden olduğu bilinmektedir (EPA, 1999; Edwards ve diğ., 1999; Tomlin ve Ed, 2000). Captan'ın pH 7'deki yarı ömrü 2,5 saat iken pH 7'nin altında stabildir. Bu fungusit, toprak tarafından kuvvetli biçimde tutulur ve çabuk hidrolize olur (Roberts ve Huston, 1999). Bitkideki yarı ömrü ise 3-13 gün arasında değişmektedir (EPA, 1999).



Şekil 2.8: Captan'ın Kimyasal Yapısı (Açık Formül).

Kimyasal Adı (IUPAC): N-(trichloromethylthio)cyclohex-4-ene-1,2-dicarboximide

Kapalı formülü: C₉H₈Cl₃NO₂S

CAS NO:133-06-2

Captan kontak etkili bir fungusit olup uygulandıklarında bitki yüzeyinde kalırlar ve temas ettikleri canlıları öldürürler. Fungusitin etki mekanizması; Captan'ın parçalanması sonucu açığa çıkan tiyoller ve diğer fonksiyonel gruplar ile reaktif olan kısa ömürlü tiofosjen bozunmasını içerir. Diğer yandan Tetrahidroftalamid (THPI) Captan'ın önemli bir metabolitidir ve oral yolla alınmada memeliler için toksik olan TPHI'nın LD₅₀ değeri 2.000 mg / kg dir (Gordon, 2001). Ayrıca U.S. EPA Captan'ın canlılar üzerinde karsinojen ve teratojenik etkileri olduğunu da bildirilen önemli bir hava kirleticisidir. (EPA, 1999). Captan bazı bitki türlerinde fitotoksik olabilmektedir (Thomson, 1997). Captan'ın yapılan çalışmalara göre kanser yapıcılık tehlikesinin bulunduğu ve bu nedenle ruhsatının bazı Avrupa ülkelerinde iptal edildiği bildirilmektedir (Köller, 1999).

2.3. BİTKİ TEST SİSTEMLERİ

Pestisitlerin mutajenik etkileri farklı bitki sistemleri ile analiz edilmektedir. Diğer taraftan, pestisitlerin genetiksel etkilerinin belirlenmesi için farklı organizmalarda farklı mutajenite testleri de uygulanmaktadır. Bunlardan bazıları, *Drosophila*'da eşeye bağlı letalite testi, *Drosophila*'da somatik mutasyon ve rekombinasyon testi (SMART) (Isaenko ve diğ., 2002), mayalarda *Saccharomyces cerevisiae* genotoksisite testi (Buschini ve diğ., 2003), bakterilerde *Salmonella* mutajenite testi ve *Bacillus subtilis* onarım testi, hayvanlarda (sıçan, fare, hamster) kemik iliği mikronükleus testi (Ono ve diğ., 2006), insan lenfosit hücre kültürlerinde kardeş kromatit değişimi (Çelik ve diğ., 2006) ve hayvan hücrelerinin yanında tüm bitki türlerinde DNA zararını belirlemek için uygulanan COMET veya Tek Hücre Jel Elektroforezi testleridir (Collins, 2002). Mutajenlerin belirlenmesi için bitki biyotestleri uzun yıllardan beri kullanılmakta olup; sitogenetik aberasyonlar ve gen mutasyonlarına sebep olan çevresel kimyasalların denetlenmesi için çok kullanışlı sistemler olduğu bildirilmiştir (Grant, 1994).

Güvenlik Üzerine Uluslararası Program (IPCS) kapsamında bitki genetik sistemleri üzerine ortak bir çalışmanın 1984 yılında tamamlandığı bildirilmiştir. Bu çalışmada, mutasyon testi için *Arabidopsis thaliana* klorofil ve embriyo testleri ile *Tradescantia clone 4430* stamen tüyü testi), sitogenetik testlerde ise *Tradescantia clone 4430* mikronükleus testi ve *Vicia faba* kromozom aberasyonu testi kullanılmıştır (Kihlman ve

Andersson, 1984). Çevresel kirleticilerin mutajenik etkilerinin değerlendirilmesi için sıklıkla kullanılan diğer bitki türlerinin *Allium cepa*, *Crepis capillaris*, *Glycine max*, *Hordeum vulgare*, *Lycopersicum esculentum*, *Nicotiana sp.*, *Pisum sativum* ve *Zea mays* olarak bildirilmiştir (Grant, 1994). Yüksek yapılı bitkiler kromozomlarının boyutlarından dolayı sitogenetik analizler için oldukça uygundur.

Ortamdaki kirlilik seviyelerinin belirlenmesi için standart bir yöntem olan *Allium* testi, çeşitli maddelerin sitotoksik etkilerinin belirlenmesi için sıklıkla kullanılmaktadır. *Allium* testi kullanılması kolay ve ucuz bir testtir ve özellikle memeli test sistemleriyle pozitif bir korelasyon göstermektedir (Bilaloğlu, 1982).

Pestisitlerin genotoksik etkilerinin belirlenmesinde pestisitler tarafından teşvik edilen aşağıdaki değişiklikler ele alınmaktadır (Bolognesi ve Morasso, 2000).

- Kromozom aberasyonları olarak isimlendirilen kromozom veya kromatidlerde meydana gelen yapısal değişiklikler (kırıklar, delesyonlar, inversiyonlar, translokasyonlar) ve diğer bozukluklar (yapışıklık, kümeleşme, aşınmalar),
- Mitotik veya mayotik bölünmelerde bozukluklar (iğ ipliği inaktivasyonu, c-mitoz, düzensiz gamet oluşumu),
- Poliploid veya anöploid hücrelerle sonuçlanan anafaz esnasında meydana gelen kromozom dağılımındaki düzensizlikler,
- Somatik krossing over ve kardeş kromatid değişimi gibi rekombinasyon olaylar,
- Verimsizlik ve embriyonik ölüm, polen tanelerinde veya yavru döllerde ifade edilen mutasyonlar.

2.4. PESTİSİTLERİN MİTOTİK AKTİVİTE ÜZERİNE ETKİLERİ

Pestisit uygulama sıklığındaki artış, pestisit birikimine zemin hazırlamaktadır (Isabikalı ve diğ., 1999). Ziraî mücadelede kullanılan pestisitlerin gıdalar üzerinde bıraktığı kalıntı insan sağlığını tehdit eder boyutlara ulaşmıştır (Raizada ve diğ., 2001; Kaya ve diğ., 2002). Bu durum, pestisitlerin değişik fizyolojik, biyolojik ve sitolojik etkilerinin incelenmesinin önemini ortaya koyar (Güner, 1992). Tarım ilaçlarındaki hatalı kullanımlar, bu ilaçların yararlarından çok zararlarının tartışılacağı bir boyutu gündeme

getirmektedir (Lowry ve diğ., 1951; Witham ve diğ., 1971; Sinha ve diğ., 1989; Kiremitçigil, 1990).

Nersheim (1993)'e göre; tüm pestisitler canlı organizmalara az ya da çok, belli derecede toksisiteye sahiptir. Pestisitlerin özellikle herbisit ve fungusitlerin, mitotik aktivite üzerine etkileri de birçok araştırmada kanıtlanmıştır. Bu kimyasalların yüksek dozlarda kullanımı kromozomal anomalilere neden olabildiği gibi mikronukleus, kromozom köprüleri ve poliploidi gibi mitotik çemberde bozulmalara da neden olabilmektedir (Tosun ve diğ., 2001; Akpınar ve diğ., 2014; Gülmez ve diğ., 2014).

Kromozom aberasyonları, pestisitler ve diğer bazı kimyasal maddelerin toksitesini ölçmede güvenilir indikatör olarak kullanılmaktadır (Mohandas ve Grant, 1972; Khilman, 1975). Modern tarımda ürün korunması için pestisitlerin artarak kullanımı nedeniyle, bu kimyasalların hücrelerde sitolojik hasara sebep olması ile ilgili sorular artmaktadır. Pestisitlerin kullanımı bir ihtiyaç olmasına rağmen, bu kimyasalların sık sık ve gelişmiş güzel kullanımı hedef olmayan yüksek bitkiler üzerinde birçok sakıncalı sonuçlar meydana getirdiği kanıtlanmıştır (Sinha, 1989).

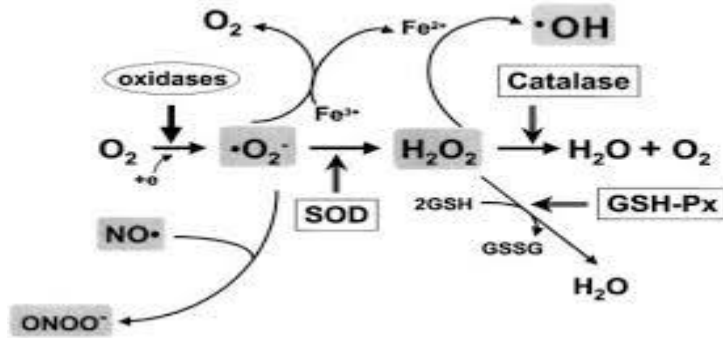
2.5. PESTİSİTLERİN ANTİOKSİDAN SAVUNMA SİSTEMLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Bitkiler farklı stres faktörlerine karşı aynı veya benzer savunma mekanizmaları geliştirmişlerdir. Bitkiler stresi ya tolere etmekte ya da ondan kaçınmaktadırlar. Stres faktörleri yapısal ve metabolik hasarlara neden olmaktadır. Bu hasarlar tersinir ya da geri dönüşümsüz olabilirler. Bu yüzden bitkiler antioksidan maddeler ve sekonder metabolitlerin yanı sıra başka savunma yolları da geliştirmişlerdir. Bu yollardan biri de antioksidan enzimlerin aktivasyonudur (Parvaiz ve Satyawati, 2008).

Antioksidanlar hücrede hem sürekli kararlılığı sağlamada hem de serbest radikalleri yok etmede önemli olan doğal bir savunma mekanizması olarak kabul edilmektedir. Pestisitler, vücuttaki önemli koruyucu sistemlerden olan antioksidan sistemi olumsuz olarak etkilemektedir. Antioksidanlar, oksidasyonu başlangıç veya gelişme basamağında önleyen ve/veya geciktiren maddelerdir. Biyolojik sistemlerde antioksidan aktiviteye sahip bileşiklerin bulunması yaşam için bir ihtiyaçtır. Bu antioksidanların

antimutajenik, antikarsinojenik ve yaşlanmayı önleyici etkileri bulunmaktadır (Bilaloğlu, 1982; Alaca ve Arabacı, 2005).

UV radyasyonu, kuraklık, yaralanma, hava kirleticileri, ozon, organik çözücüler, pestisitler gibi oksidatif strese neden olan çevresel faktörler hücelere zarar veren ya da hücre ölümüne sebep olan Reaktif Oksijen Türlerinin (ROT) bitki hücrelerinde oluşmasına neden olur (Şekil 2.9). ROT belli redoks tepkimeleri sırasında oluşabildiği gibi oksijenin tamamlanmamış indirgenmesi sırasında, mitokondriada suyun yükseltgenmesinde ya da kloroplastlarda elektron aktarımı anında da oluşur (Apel ve Hirt, 2004). Singlet oksijenin oluşumunu (1O_2) hidrojen peroksit (H_2O_2), süperoksit anyon ($O_2^{\cdot-}$), hidroksil radikal (OH^{\cdot}) ve perhidroksil radikali (O_2H^{\cdot}) gibi diğer reaktif oksijen türlerinin (ROT) oluşumları izler (Yu, 1994; Gill ve Tuteja, 2010; Yılmaz ve diğ., 2010).



Şekil 2.9: ROT ve antioksidan savunma mekanizması.

Serbest radikallerin neden olduğu oksidasyonları önleyen, serbest radikalleri yakalama ve stabilize etme yeteneğine sahip maddelere “antioksidan” adı verilir (Elliot, 1999). Antioksidanlar mekanizmalarına göre, birincil ve ikincil antioksidanlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Birincil (enzimatik) antioksidanlar; mevcut radikallerle reaksiyona girerek bunların daha zararlı formlara dönüşmelerini ve yeni serbest radikal oluşumunu önleyen enzimlerdir. Birincil antioksidan kategorisinde yer alan süperoksit dismutaz (SOD), peroksidaz (POX), glutatyon peroksidaz (GSHPx) ve katalaz (CAT) gibi enzim sistemleri serbest radikalleri yok etme yeteneğindedir (Şekil 2.9). Bu enzimler genel olarak serbest radikallerin DNA, proteinler ve lipidler gibi hücresel bileşenlere zarar vermesini sınırlandırmak suretiyle bir hücresel bölgeden diğerine geçişini de

önleyebilmektedirler (Diplock, 1998). İkincil (non-enzimatik) antioksidanlar ise; oksijen radikalini yakalayan ve radikal zincir reaksiyonlarını kıran askorbat (C Vitamini), indirgenmiş glutatyon (GSH), α -tokoferol (E Vitamini), karotenoidler, poliaminler ve flavonoidler tarafından gerçekleştirilir. Oksidatif stresteki bitkiler antioksidan metabolitlerin sentezlerini hızlandırmaları yanında Anyonik Peroksidaz, Askorbat Peroksidaz, Katalaz, Glutatyon, Glutatyon Redüktaz, Poliaminler ve Süperoksit Dismutaz gibi antioksidan enzimlerin aktivitelerini de artırır (Tablo 2.3). Bitkiler bu yolla reaktif oksijen türlerinin zararlarına karşı dayanıklılık kazanırlar (Mercan 2004; Yaşar ve diğ., 2008; Gill ve Tuteja, 2010).

Tablo 2.3: Antioksidan enzimler, buldukları yerler ve etkileri.

Mekanizmalar	Süpürdüğü madde	Ürün	Hücrede bulunduğu yer
SOD	O_2^-	H_2O_2	Kloroplast, sitoplazma, mitokondri, peroksizom
Katalaz	H_2O_2	H_2O	Mitokondri, peroksizom
Peroksidazlar	H_2O_2	H_2O	Birçok yerde
Askorbat-glutatyon döngüsü enzimleri	H_2O_2	H_2O	Kloroplast, sitoplazma, mitokondri, peroksizom
Glutatyon peroksidaz	H_2O_2	H_2O	Kloroplast, sitoplazma, ER, mitokondri

Katalaz, bitki, hayvan ve aerobik bakterilerde bulunan ve hidrojen peroksidi (H_2O_2) su ve moleküler oksijene ($2H_2O_2 \rightarrow O_2 + 2H_2O$) yıkılmasını katalizleyen bir enzimdir (Giovannetti ve diğ., 1980; Gill ve diğ., 2010).

Katalaz (CAT), somatik bir oksidan koruyucudur. Katalazın hidrojen peroksidi ilgisi, glutatyon peroksidaza göre daha fazladır (Murphy ve diğ., 1962). Katalazın temel fonksiyonu, moleküler O_2 mevcudiyetinde metabolizmanın bazı kademelerinde sentezlenen H_2O_2 ve ROOH gibi bir peroksidi tüketerek, özellikle membranlarda oluşturabilecekleri geri dönüşümsüz hasarları engellemektir. Çünkü H_2O_2 , singlet oksijen ve hidroksil radikalinin potansiyel kaynağıdır (Porra ve diğ., 1989; Asada, 1999; Parvaiz ve diğ., 2008).

Glutasyon peroksidaz, aşırı düzeylerde H₂O₂ varlığında redükte glutasyonun (GSH) okside glutatyona (GSSG) dönüşümünü ($(\text{ROOH}) \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{GSH} \rightarrow \text{GSSG} + 2\text{H}_2\text{O} (\text{ROH})$) katalize eder. Bu arada H₂O₂ de suya dönüştürülerek detoksifiye olur (Giovannetti ve diğ., 1980; Creissen ve diğ., 1994; Wang ve diğ., 2014).

Glutasyon mekanizması çok önemli antioksidatif savunma mekanizmalarından biridir. Glutasyon peroksidaz, oksidasyona karşı hücre membranını ve proteinlerini korumaktadır (Giovannetti ve diğ., 1980; Keleş, 2000).

Peroksidaz çok çeşitli organik bileşiği oksitleme özeliğine sahip hem grubu içeren bir enzimdir. Antioksidan bir enzim olan peroksidaz, hidrojen peroksiti indirgeme ($2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$) fonksiyonuna sahiptir. Peroksidaz enzimi diğer enzimlerin denatüre olabileceği pH ve sıcaklık koşullarında çalışabilmesi açısından büyük öneme sahip bir enzimdir. Antioksidan faaliyetlerinin yanında peroksidazın lignifikasyonda, senesente, oksin katabolizmasında rol aldığı bilinmektedir (Parvaiz ve Satyawati, 2008). Bitkilerin büyük bir kısmında kloroplastlarda sentezlenmekte olan peroksidaz bitkilerdeki çoklu savunma sisteminin önemli bir kısmını içermektedir (Malolepsza ve Urbanek, 1994).

Pestisitlerin hedef olmayan bitkilerde diğer bir etkisi de yapısındaki etken maddenin diğer maddeler ile etkileşerek bitkinin cins, tür ve gelişme devrelerine göre değişik fitotoksik etkilerde bulunmasıdır (Moore, 1974). Pestisitler tohum çimlenmesi, bitki büyüme ve gelişmesi, bitki yapraklarında birim alandaki stoma dağılımını azaltması sonucunda bitkinin fotosentez hızını düşürerek farklı metabolik faaliyetlerin yavaşlamasına sebep olduğu bildirilmiştir (Beyer ve diğ., 1987). Yüksek dozlarda pestisit kullanımı, bitkilerin fotosentez ve transpirasyon gibi işlevlerinin gerçekleştiği yapraklarda da fizyolojik yönden önemli farklılıklara yol açmaktadır (Collins, 2002; Tort ve diğ., 2004; Çalı, 2013).

Yukarıda belirtildiği gibi, fungusitler tohumları korumak amacıyla tohum kaplamacılığında kullanılmaktadır. Bu çalışmada, fungusitlerin hedef olmayan organizmalar üzerindeki olumsuz etkileri de dikkate alınarak, bir kültür bitkisi olan ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) tohumlarını (akenlerini) korumak amacıyla kullanılan Captan'ın, ayçiçeği tohumlarının üzerine olan genotoksik ve fizyolojik etkileri

araştırılmıştır. Bu amaçla tohum canlılığı ve çimlenmesi, kök büyümesi, kök meristem hücrelerindeki mitotik aktivite ve kromozom anomalileri ile katalaz (CAT), peroksidaz (POX), ve glutatyon redüktaz (GR) gibi antioksidan enzim aktiviteleri incelenmiştir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. MALZEME

3.1.1. Bitki Materyali Tanıtımı

ALEM:	Plantae
BÖLÜM:	Magnoliophyta
SINIF:	Magnoliopsida
TAKIM:	Asterales
AİLE:	Asteraceae
ALT AİLE:	Asteroideae
CİNS:	<i>Helianthus</i>
TÜR:	<i>Helianthus annuus</i> L.

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) kazık köklü bir bitkidir. Yan köklerinin üzerinde demet halinde ince kökler oluşur. Kökler bitkinin büyüklüğüne göre değişmekle beraber 150-270 cm derinliğe, 60-150 cm yanlara doğru uzayabilir. Ağır bir gövdeyi taşıdığı için kök sistemi yüzeysel olsa bile gelişmiş ve dallanmış bir yapıdadır (Duke, 1983). Saçak köklerin sayısı oldukça fazladır ancak bitkiye göre kuvvetli değildir. Gövdesi çok kuvvetli olan bir bitkidir. Gövdenin uzunluğu ise internod sayısı ile belirlenir. Gövdenin kalınlığı bitkinin uzunluğuna bağlı olarak 2-15 cm arasında değişebilir. Gövde düz yapıdadır, içi özle doludur ve genellikle dallanmaz. Gövdenin üzeri ince tüylü olup, kabuk kısmı lignince zengindir. Ayçiçeği yaprakları iri ve gösterişlidir. Yaprak şekli mızrak, ters mızrak, kalp veya böbrek şeklinde olabilir. Yapraklar genellikle 3 köşeye ve 3 ana damara sahiptir. Yaprakların üzeri hafif tüylüdür (Heiser, 1978; Seiler, 1997).

Ayçiçeği yapraklarının heliotropik (ışığa yönelme) özelliği nedeniyle fotosentez için ihtiyaç duyduğu ışığı rahatlıkla alabilir. Bu ışığa yönelme özelliğinden dolayı ayçiçeğine Trakya ve Marmara Bölgesinde “günebakan” veya “gündöndü” denilmektedir (Süzer, 1998).

Ayçiçeğinde çiçek durumu kapitulium olarak tanımlanır. Yani çiçekler bir tabla üzerinde oluşurlar (Şekil 3.1). Bu çiçek durumu bitkinin ait olduğu Asteraceae (Compositae) familyasının karakteristik çiçek durumudur (Heiser, 1978; Seiler, 1997). Kapitulium üzerinde steril çiçekler ve fertil hermafrodit çiçekler beraberce bulunur (Davis, 1966; Dezar ve diğ., 2003).



Şekil 3.1: Ayçiçeği bitkisi ve akenleri genel görünüm.

Ayçiçeği meyve tipi aken, içinde tek tohum bulunan ve olgunlaştığında açılarak tohumun çıkmasına olanak verecek özel bağlantı yerleri olmayan kuru meyvedir. Tohum kabuğu, ince ve kuru meyve kabuğuna (perikarp) kısa bir sapla bağlıdır. *Helianthus* türlerinden özellikle *Helianthus annuus*'un meyveları bol miktarda yağ içermekte ve elde edilen yağ, "Ayçiçeği yağı (Oleum Helianthi)" adı ile bilinmekte, yemeklik yağ olarak, salata ve kızartmalarda kullanılmaktadır (Eckey ve Miller, 1954).

Tohumlarının en iyi çimlenebilmesi için 8-10°C' lik toprak sıcaklığı gerekir. Ayçiçeği bitkisi için en iyi yetiştirme sıcaklıkları 21 ile 24°C arasındadır. Genellikle vejetatif dönemde serin, generatif dönemde ise açık ve güneşli havalar ister. Bitki kazık kök yapısına sahip olduğu için diğer tarla ürünlerine göre kurağa oldukça toleranslıdır (Süzer, 2002).

3.1.2. Bitki Materyali Temini ve Hazırlanması

Kullanılacak Ayçiçeği akenleri Edirne İl Gıda Tarım Ve Hayvancılık Müdürlüğü' nden sertifikalı olarak temin edilmiştir.

Araştırmada her deney grubu için elli adet aken seçilmiş ve %5'lik sodyum hipoklorit çözeltisi içeren musluk suyunda beş dakika bekletilerek steril edildikten sonra yıkanarak distile su içine alınmıştır. Mitotik indeksin belirlenmesi amacıyla ekilen akenlere

yapılan uygulamalar 3. gün sonunda antioksidan enzim aktivitesinin belirlenmesi amacıyla ekilen akenlere yapılan uygulamalar ise 7. günde sonlandırılmıştır.

3.1.3. Test Materyali Temini ve Hazırlanması

Araştırmada test materyali olarak Sigma-Aldrich firmasından temin edilen bir fungusit olan Captan kullanılmıştır. Captan (CAS:133-06-2), %99 saflıkta 250 mg'lık analitik standartlar temin edilmiştir. Captan, ticari doz (40µM), ticari dozun iki katı (80µM) ve ticari dozun üç katı (120µM) konsantrasyonlarda distile suda çözünerek hazırlanmıştır.

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Çimlenme ve Kök Büyümesinin Belirlenmesi

Ayçiçeği akenleri 12 cm'lik petri kaplarına yerleştirilerek filtre kâğıtları; kontrol grubu distile su ve diğer gruplar farklı konsantrasyonlardaki deney çözeltileriyle (40µM, 80µM, 120µM) ıslatılıp, karanlıkta, 25±1 °C'de bitki büyüme odasında çimlendirilmeye bırakılmıştır. Ayrıca 24' er saatlik aralıklar ile deney ve kontrol gruplarının petrilere distile su eklenmiştir. Çimlenme oranlarını belirlemek üzere 3. günün sonunda çimlenen tohum sayısı belirlenmiştir. Çimlenen tohumların kök uzunlukları ölçümü ise 7. günün sonunda yapılmıştır.

3.2.2. Preparat Hazırlanması ve Mitotik İndeksin Belirlenmesi

Kökler, 1,5-2 cm. uzunluğuna ulaştığında uçlarından 0,5 cm uzunluğunda kesilmiştir. Primer kökler, fiksasyon için taze olarak hazırlanan 1 kısım glasiyal asetik asit: 3 kısım absolute alkol (1:3 v/v) içeren Carnoy fiksatifinde 1 gece bekletilmiştir. Daha sonra, %96'lık alkol içinde üçer kez, ardından %70' lik alkol içinde birer kez yıkanarak, %70'lik alkolde +4 °C'de buzdolabında preparat yapılıncaya kadar saklanmıştır. %70' lik alkolde saklanan kökler, 60°C'de 1N HCl ile 8-10 dk. muamele edilerek hücre çeperlerinin gevşetilmesi sağlanmıştır. Bazik fuksin boyasına alınan kök uçları boyada 1,5-2 saat bekletilerek DNA' nın boyanması sağlanmıştır. Lam üzerine bir damla %2'lik aseto orsein damlatıldıktan sonra lamel kapatılan kök uçları, uygulanan hafif darbeler yardımıyla ezilerek ve dokunun yayılması sağlanmıştır. Hazırlanan ezme preparatlar, ışık mikroskopunda incelemeye alınmıştır. Yapılan ezme preparatlar, mitotik indeks hesabı için gerekli olan hücre sayımlarının yapılmasında ve anormal

bölünme geçiren hücrelerin görüntülenmesinde kullanılmıştır. Mitotik indeks, bölünen hücre sayısının tüm hücre sayısına oranının 100 ile çarpılmasıyla elde edilmiştir.

Çalışmada kontrol ve uygulama gruplarından sonra mitotik indeksi hesaplamak için her deney grubundan ortalama 10 adet preparat yapılmıştır. Hazırlanan her preparattan bölünmelerin gözlenebildiği yaklaşık beş bölge seçilmiştir. Bu yolla her deney grubu için sayılan ortalama 1000 hücrede aşamalarına göre bölünen, bölünmeyen ve bozukluk gösteren hücreler sayılmıştır.

Yapılmış olan preparatlarda teşhis edilen hücrelerin, BH-2 Olympus trinoküler fotomikroskopunda x100 immersiyon objektifi fotoğrafları çekilmiştir.

3.3. ANTIOKSİDAN ENZİM AKTİVİTELERİNİN BELİRLENMESİ

3.3.1. Enzim Ekstraktlarının Hazırlanması

Antioksidan enzimlerin ekstraksiyonu için -80°C’de saklanmış olan kökler, soğutulmuş havanda sıvı azot yardımıyla % 2’lik (w/v) polivinilpolipirrolidon (PVPP) ve 1 mM EDTA içeren 0,05 M sodyum fosfat tamponuyla (pH 7,8) homojenize edilmiştir. Homojenat +4°C’de 14000 devirde 30 dk. santrifüj edilmiş ve oluşan süpernatant enzim aktivitesinin tayininde kullanılmıştır. Enzim ekstraktlarının hazırlanmasında tüm işlemler +4°C’de gerçekleştirilmiştir. Tüm spektrofotometrik ölçümler BioTek Epoch 2 mikropate spektrofotometre ile yapılmıştır.

3.3.2. Glutasyon Redüktaz (GR, EC 1.8.1.7) Aktivitesinin Belirlenmesi

Glutasyon redüktaz aktivitesi tayininde Foyer ve Halliwell (1976) yöntemi modifiye edilerek uygulanmıştır. Aktivite ortamı olarak 25 mM sodyum fosfat (pH 7,8), 1,2 mM NADPH, 5 mM GSSG içeren tampon kullanılmıştır. Reaksiyon enzim örneğinin ilave edilmesi ile başlatılmış ve 3 dakika boyunca 340 nm’de spektrofotometrede okunmuştur. Başlangıç ve bitiş absorbans değerleri kullanılarak enzime ait SA hesaplamaları yapılmıştır.

3.3.3. Katalaz (CAT, E.C. 1.11.1.6) Aktivitesinin Belirlenmesi

Katalaz enzimi aktivitesinin belirlenmesi Bergmeyer (1970) metoduna göre gerçekleştirilmiştir. H₂O₂’ in miktarında oluşan azalma; 240 nm’de gösterdiği

maksimum absorbanstaki düşüşle belirlenmiştir. Reaksiyon karışımı; 0,1 mM EDTA, 50 mM Sodyum-fosfat tamponu (pH:7) ve %0,3 H₂O₂'den oluşmaktadır. Reaksiyon boyunca absorbansta oluşan düşüş 3 dakika boyunca takip edilmiştir. Katalaz (CAT) aktivitesi dakikada harcanan $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ olarak ifade edilmektedir.

3.3.4. Peroksidaz (POX, E.C. 1.11.1.7) Aktivitesinin Belirlenmesi

Peroksidaz (POX) aktivitesi Herzog ve Fahimi (1973)'ye göre belirlenmiştir. Aktivite 465 nm'de 3,3-diaminobenzidin tetrahidroklorid (DAB)'in oksidasyonu ile absorbansta meydana gelen artış takip edilerek hesaplanmıştır. Reaksiyon karışımı, DAB solüsyonu, % 0,6 'lık H₂O₂ ve enzim ekstraktından oluşmaktadır. Reaksiyon H₂O₂'in katılmasıyla başlatılmış ve 3 dakika boyunca absorban artışı takip edilmiştir. Spesifik enzim aktivitesi dakikada tüketilen $\mu\text{mol.ml}^{-1} \text{H}_2\text{O}_2$ olarak ifade edilmektedir.

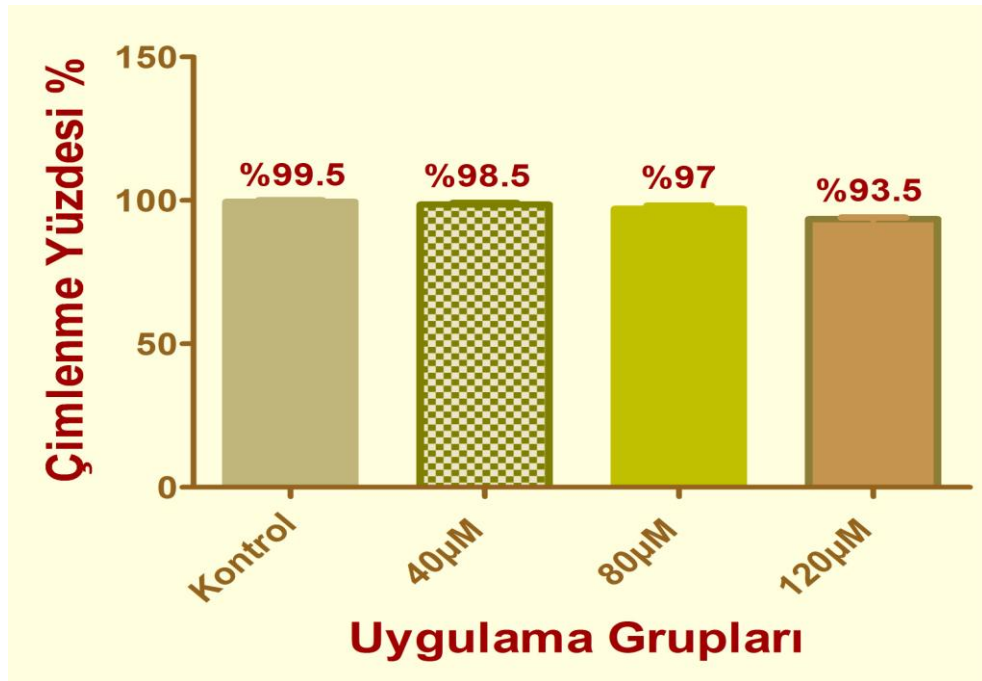
3.4. İSTATİKSEL ANALİZ

Yürütülen çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizleri Graphpad 6.0 paket programında iki yönlü varyans analizi ile ortalama standart sapma değerleri ve Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılarak değerlendirilmiştir

4. BULGULAR

4.1. CAPTAN'IN TOHUM ÇİMLENMESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Büyüme odasında kontrol (distile su), 40 μ M, 80 μ M ve 120 μ M'lık Captan çözeltileriyle ıslatılmış filtre kağıtları üzerinde çimlenmeye bırakılan tohumlar sayılarak çimlenme oranları (%) hesaplanmıştır. Tüm gruplarda 24 saat sonunda çimlenme gözlenmeye başlanmış, 3 gün sonunda tüm gruplar için çimlenme oranları hesaplanmıştır. Ayçiçeği tohumlarının çimlenmesi üzerine kontrol, 40 μ M, 80 μ M ve 120 μ M uygulamanın etkileri araştırılmış ve uygulama yapılan gruplarda meydana gelen azalmanın istatistiksel açıdan anlamlı olduğu belirlenmiştir ($P < 0,05$). Sonuç olarak kontrol grubu ile uygulama grupları karşılaştırıldığında sırasıyla %1'lik, %2,5'lik ve %6'lık bir düşüş gözlenmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Ayçiçeği'nde Captan'ın tohum çimlenmesi etkileri. Kontrol: Distile su. Captan 40 μ M, 80 μ M, 120 μ M konsantrasyonlarda uygulanmıştır ($P < 0,05$).

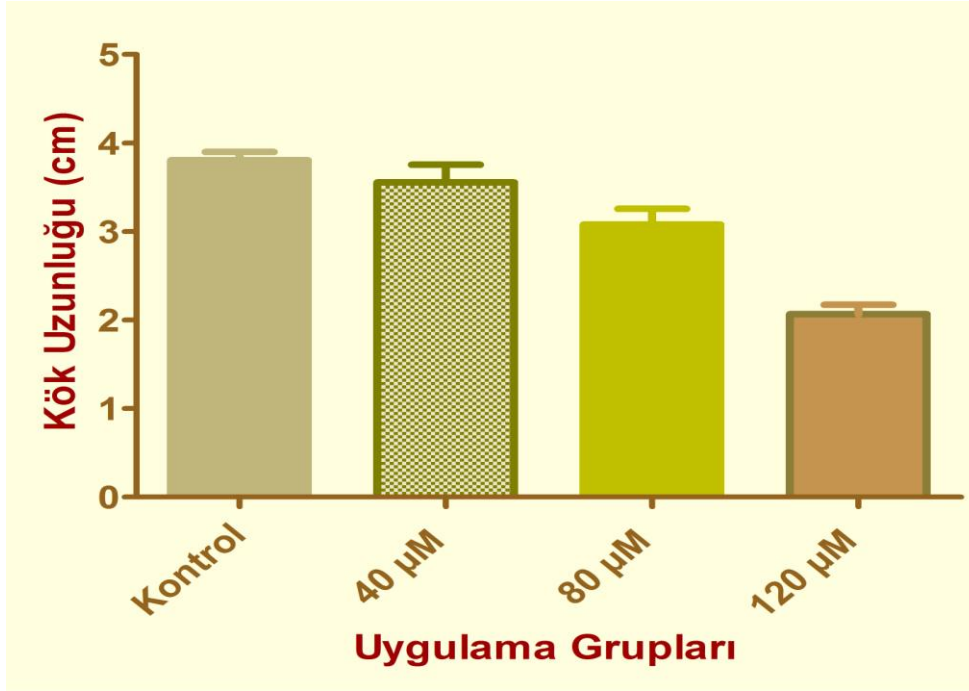
4.2. CAPTAN'IN KÖK UZAMASI ÜZERİNE ETKİLERİ

Captan ile yapılan uygulama sonucunda ayçiçeği bitkisinin kök uzunluklarında hem kontrol grubu ile deney konsantrasyonlardaki uygulama grupları arasında, hem de uygulanan fungusitin farklı konsantrasyonları arasındaki değişim istatistiksel bakımdan önemli ($P<0,05$) olarak tespit edilmiştir. Uygulanan Captan çözeltisinin konsantrasyonuna bağlı olarak bitkide primer kök uzamasını inhibe ettiği saptanmıştır (Şekil 4.2).

7. gün sonunda yapılan ölçümde kök uzunlukları, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında $40\mu\text{M}$, $80\mu\text{M}$ ve $120\mu\text{M}$ Captan uygulanan gruplarda sırasıyla %6,58; %19,3 ve %45,79 oranında azaldığı görülmüş ve gruplar arası farklılıkların istatistiksel açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$), (Tablo 4.1, Şekil 4.2).

Tablo 4.1: Ayçiçeğinde Captan'ın kök uzamasına etkileri. Kontrol: Distile su. Captan $40\mu\text{M}$, $80\mu\text{M}$, $120\mu\text{M}$ konsantrasyonlarda uygulanmıştır.

Uygulama Grupları/72.Saat	Kök Uzunluğu (cm)
Kontrol	3,80±0,41
40μM Captan	3,55±0,58
80μM Captan	3,07±0,54
120μM Captan	2,06±0,51



Şekil 4.2: Ayçiçeği'nde Captan'ın kök uzaması üzerine etkileri. Kontrol: Distile su. Captan 40µM, 80µM, 120µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır.

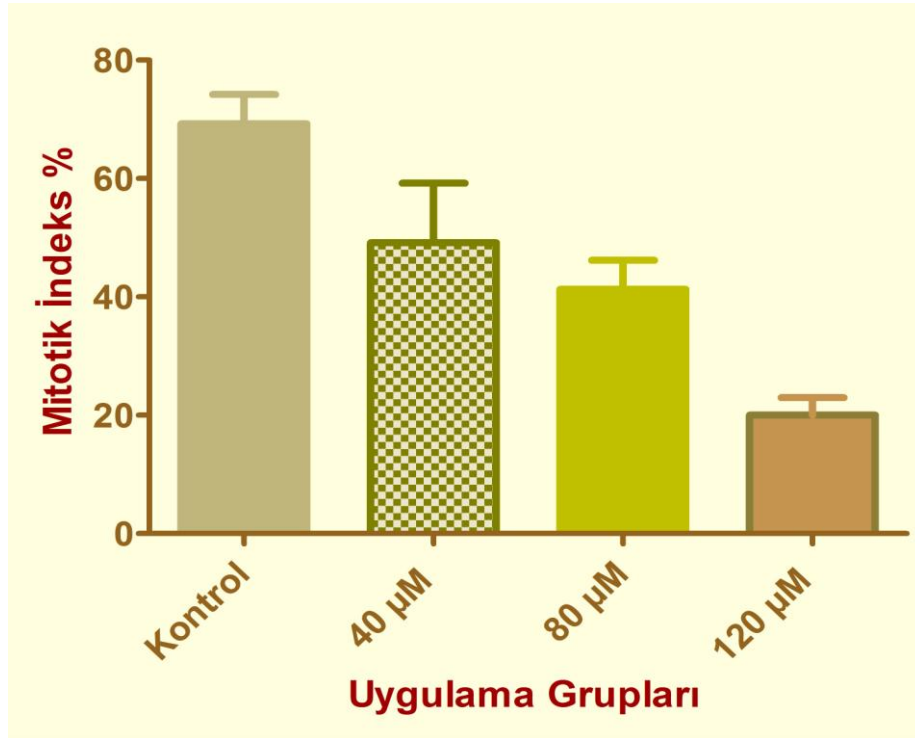
4.3. CAPTAN'IN MİTOTİK İNDEKSE ETKİLERİ

Captan'ın ayçiçeği tohumlarındaki kök uzamasına etki mekanizmasını anlamak için bölünmenin aktif olduğu uçlarda Feulgen ezme tekniği uygulanmıştır. Her grup için yapılan preparatlarda bölünen hücre sayısının, gözlenen toplam hücre sayısına bölünüp 100 ile çarpılmasıyla mitotik indeks (MI) hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda kontrole göre uygulama gruplarında Captan'ın konsantrasyonu arttıkça bölünen hücre sayısı azalmış ve mitotik indekste azalma meydana gelmiştir. Kontrol grubunda tüm deneme gruplarından daha yüksek mitotik indeks tespit edilmiştir.

Captan fungisitinin uygulanması, ayçiçeği köklerinde hücrelerin bölünme hızını azaltan bir etki göstermiştir. Distile su uygulanan kontrol grubunda mitotik indeks %69,25 iken, 40µM, 80µM, 120µM Captan uygulanan gruplarda sırasıyla %49,15, %41,25, %20,04'e kadar indirgenmiştir (Tablo 4.2, Şekil 4.3).

Tablo 4.2: Ayçiçeğinde Captan'ın mitotik indeks üzerine etkileri. Kontrol: Distile su. Captan 40 μ M, 80 μ M, 120 μ M konsantrasyonlarda uygulanmıştır.

Uygulama	Mitotik İndex %
Kontrol=Distile Su	69,25 \pm 4,95
40 μ M Captan	49,15 \pm 10,08
80 μ M Captan	41,25 \pm 4,89
120 μ M Captan	20,04 \pm 2,91



Şekil 4.3: Ayçiçeği'nde Captan'ın mitotik indeks üzerine etkileri. Kontrol: Distile su. Captan 40 μ M, 80 μ M, 120 μ M konsantrasyonlarda uygulanmıştır.

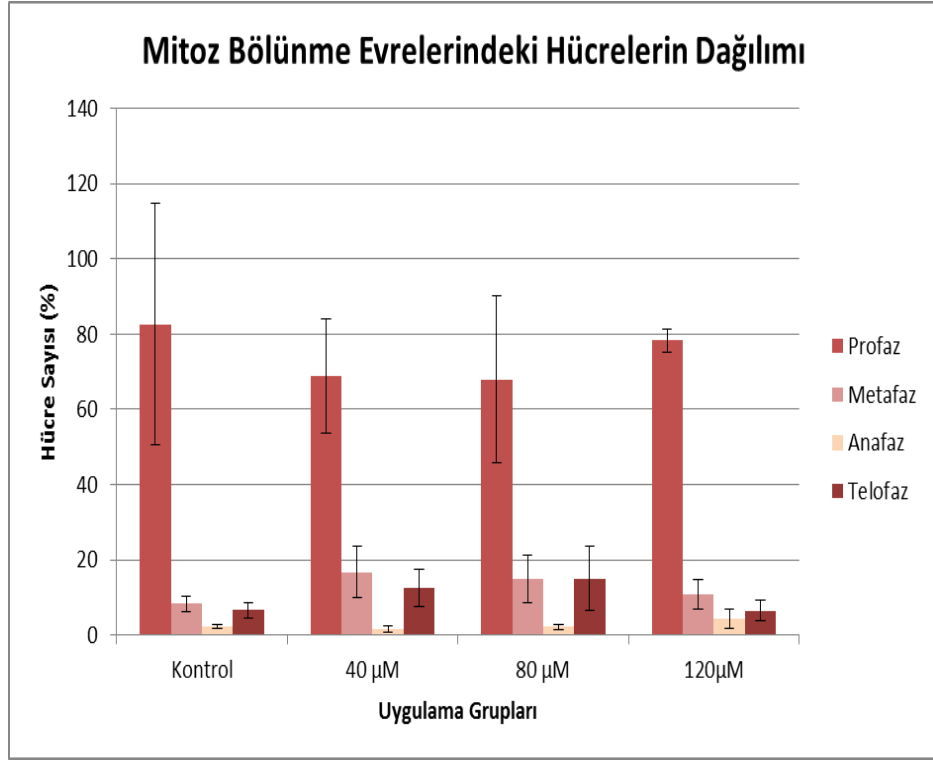
4.4. CAPTAN'IN MITOZ BÖLÜNME EVRELERİNDEKİ HÜCRELERİN DAĞILIMINA ETKİLERİ

Kök uçlarında yapılan ezme preparatlarda kontrol grubu ve farklı konsantrasyondaki Captan uygulamalarından sonra mitotik bölünme evrelerindeki hücrelerin sayısı hesaplanmıştır. Çalışma sonunda elde edilen verilere göre Captan'ın konsantrasyonu arttıkça bölünen hücre sayısı azalmış ve mitotik indeks düşmüştür. Kontrol grubunda tüm uygulama gruplarından daha yüksek mitotik indeks bulunmaktadır.

Captan fungusiti uygulaması ayçiçeği bitkisinin kök hücrelerinde bölünme hızını azaltmıştır. Captan'ın mitoz bölünmeye olan olumsuz etkisi konsantrasyon ile doğru orantılı olduğu görülmüştür. Kontrol grubunda bölünen hücrelerin yüzdesinin profaz evesinde %82,6 olduğu görülürken bu değerlerin sırasıyla 40 μ M Captan uygulanmasından sonra %68,8; 80 μ M uygulanmasından sonra %67,9; 120 μ M uygulanmasından sonra ise bu oranın %78,3 olduğu saptanmıştır (Tablo 4.3, Şekil 4.4).

Tablo 4.3: Ayçiçeği kök hücrelerine mitoz bölünme evrelerindeki hücrelerin dağılımına etkileri. (%). Kontrol: Distile su. Captan 40 μ M, 80 μ M, 120 μ M konsantrasyonlarda uygulanmıştır.

	Kontrol	40μM	80μM	120μM
Profaz	82,6 \pm 32,0	68,8 \pm 15,2	67,9 \pm 22,2	78,3 \pm 3,1
Metafaz	8,3 \pm 2,1	16,77 \pm 6,8	14,9 \pm 6,2	10,86 \pm 3,8
Anafaz	2,4 \pm 0,5	1,7 \pm 0,8	2,2 \pm 0,7	4,34 \pm 2,6
Telofaz	6,6 \pm 2,0	12,52 \pm 5,1	14,95 \pm 8,5	6,5 \pm 2,8



Şekil 4.4: Ayçiçeği kök hücrelerine mitoz bölünme evrelerindeki hücrelerin dağılımına etkileri (%). Kontrol: Distile su. Captan 40µM, 80µM, 120µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır.

4.5. CAPTAN'IN MİTOTİK KROMOZOM DAVRANIŞLARINA ETKİLERİ

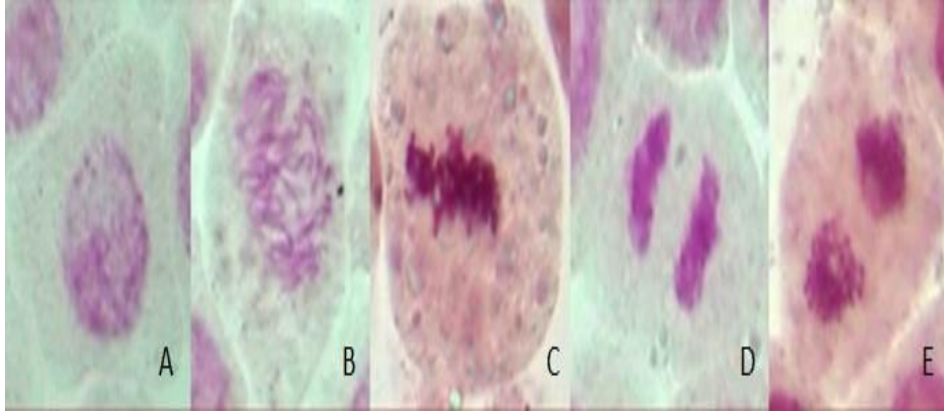
Captan'ın mitotik indeks üzerine etkilerini incelemenin yanında, kromozomların davranışlarına olan olumsuz etkileri de incelenmiştir. Araştırma materyali olan ayçiçeğinin kontrol grubunda mitoz bölünme sırasında anomaliye rastlanmamıştır. Fakat Captan uygulamalarının üç konsantrasyonunda da çeşitli anomaliler gözlemlenmiştir. Bu anormallikler şöyle sıralanabilir: Metafazda tabla kayması, kromozomlarda yapışıklık, kromozom kırıkları ve düzensiz metafaz, Anafazda kalgın kromozom, köprü oluşumu ve multipolar anafaz, Telofazda orantısız dağılım ve ayrılmama ile çok nukleuslu hücre oluşumu. Yine Captan'ın konsantrasyonu arttıkça anormallik gösteren hücre sayısının da arttığı görülmektedir. 40 μ M uygulanan grupta anormallik gösteren hücre %23,23 iken 80 μ M ve 120 μ M uygulanan gruplarda sırasıyla %25,99 ve %34,03'e yükselmiştir (Tablo 4.4).

Tablo 4.4: Ayçiçeği'nde Captan'ın oluşturduğu mitotik anormallikler.

Konsantrasyon	Toplam Sayılan Hücre	Bölünen Hücre	ANOMALİLER											
			Kromozomlarda Yapışıklık	Kalgın Kromozom	Tabla Kayması	Kutup Kayması	Kromozom Kırığı	Orantısız Dağılım	Düzensiz Metafaz	Kromozom Köprüsü	Multipolar Anafaz	Çok Nukleuslu Hücre	Toplam Anomalilik Frekansı (%)	
Kontrol	1000	540	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40μM	1000	471	14	1	6	10	9	10	51	3	-	6	23,23 \pm 3,38	
80μM	1000	408	12	-	3	10	7	14	39	4	3	8	25,99 \pm 9,99	
120μM	1000	199	12	-	2	3	8	12	15	1	-	17	34,03 \pm 13,4	

4.6. *Helianthus annuus* L. MİTOTİK EVRE SAFHALARI

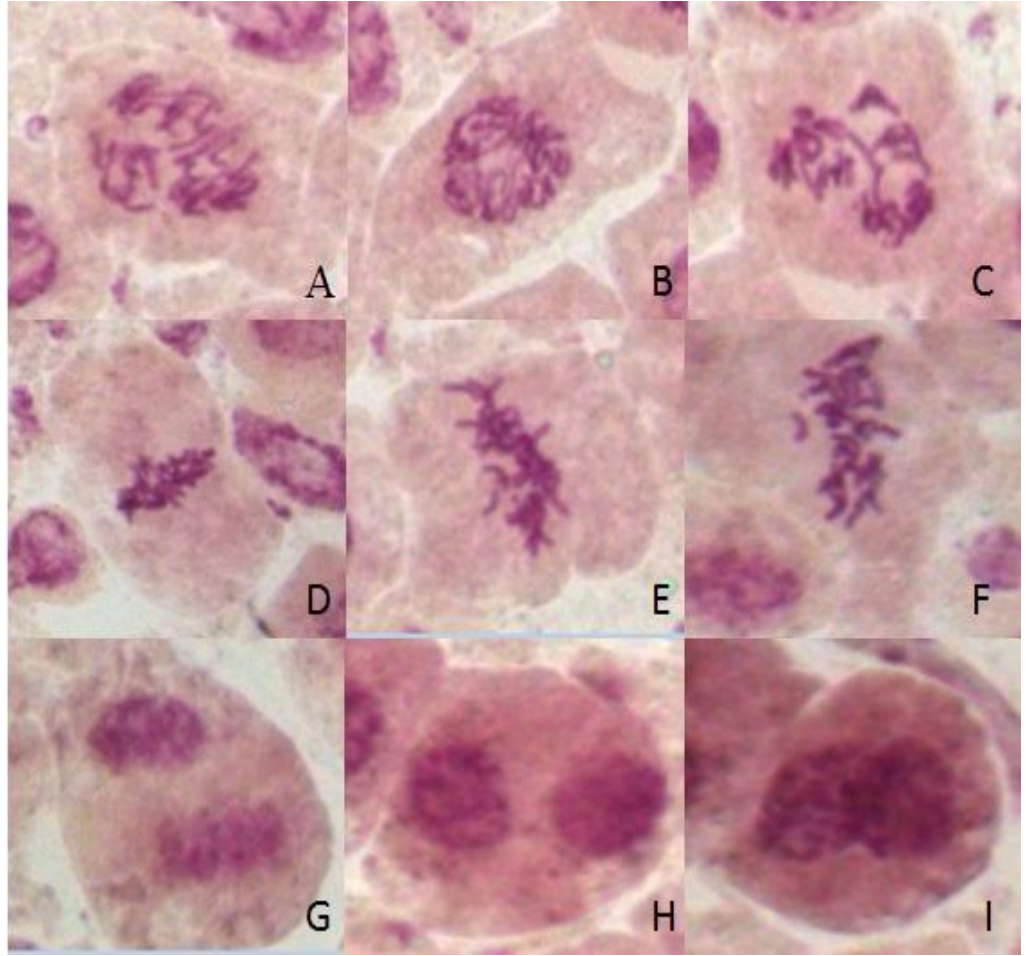
Ayçiçeği akenlerine, kontrol grubu (distile su) ile Captan'ın farklı dozlarını (40 μ M, 80 μ M, 120 μ M) içeren solüsyonlar 3 gün boyunca uygulanmıştır. Kontrol gruplarında herhangi bir kromozom anomalisine rastlanmamıştır ancak Captan uygulanan bitki gruplarında konsantrasyon dozuna bağlı olarak çeşitli kromozomal anomaliler gözlenmiştir. Kontrol grubu mitotik interfaz, profaz, metafaz, anafaz ve telofaz safhaları Şekil 4.5' te verilmiştir.



Şekil 4.5: Ayçiçeği kök hücrelerinde mitotik interfaz (A), profaz (B), metafaz (C), anafaz (D) ve telofaz (E) safhaları (Kontrol Grubu).

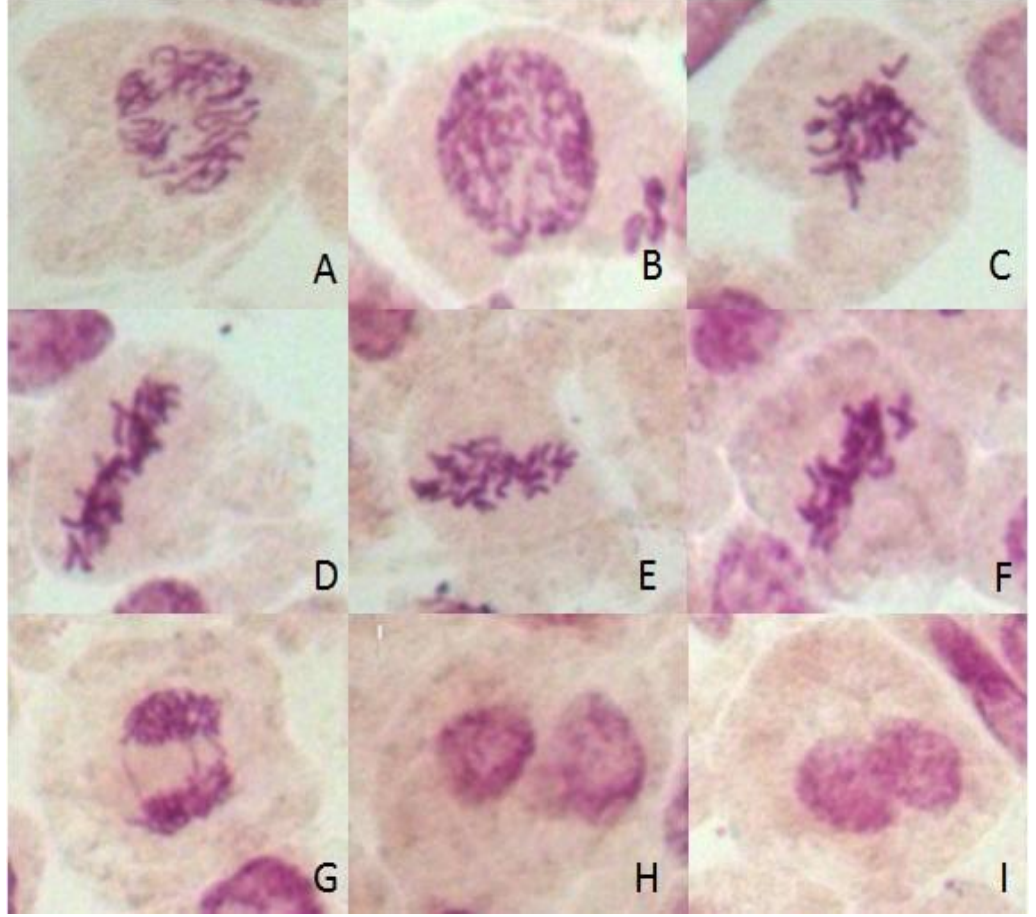
4.7. *Helianthus annuus* L. MİTOTİK BÖLÜNME EVRELERİNDE GÖRÜLEN ANOMALİLER

Captan'ın, ayçiçeği bitkisinin ıslatma suyuna $40\mu\text{M}$ 'lık uygulanması sonucu 72. saatte ortaya çıkan kromozomal anomaliler; düzensiz metafaz, metafazda yapışık kromozom ile kromozom kırığı, telofazda orantısız dağılım ve kutup kaymasına rastlanmıştır (Şekil 4.6).



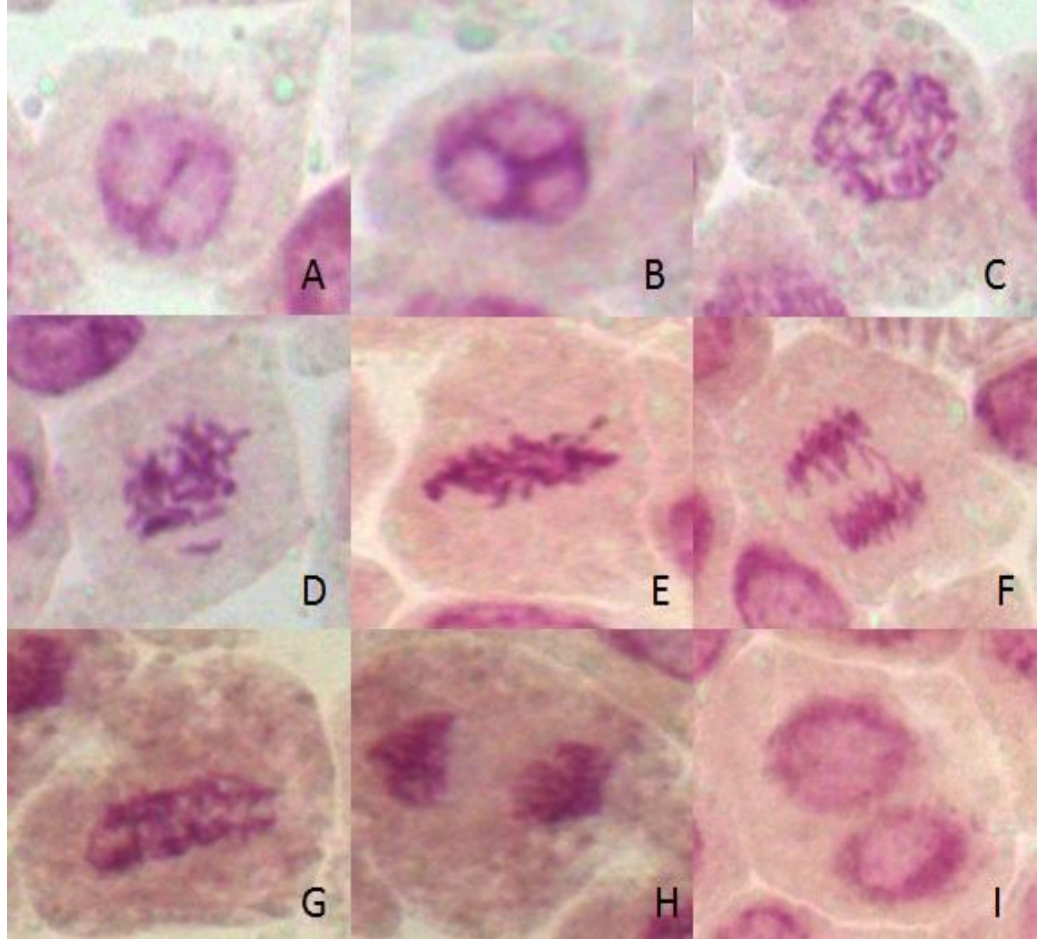
Şekil 4.6: Ayçiçeği kök hücrelerinde Düzensiz metafaz (A-B), Metafazda yapışık kromozom (D), kromozom kırığı (C-E-F), Telofazda kutup kayması, orantısız dağılım (G-H) ve ayrılmama (I) ($40\mu\text{M}$ Grubu).

Captan'ın, ayçiçeği bitkisinin ıslatma suyuna $80\mu\text{M}$ 'lık uygulanması sonucu 72. saatte ortaya çıkan kromozomal anomaliler; Düzensiz metafaz, metafazda yapışık kromozom, anafazda kromozom köprüsü, telofazda kutup kayması ve orantısız dağılıma rastlanmıştır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7: Ayçiçeği kök hücrelerinde Düzensiz metafaz (A-B), Metafazda kromozom kırığı (C), yapışık kromozom (D-E) ve kutup kayması (F), Anafazda kromozom köprüsü (G), Telofazda orantısız dağılım (H) ve ayrılmama (I) ($80\mu\text{M}$ Grubu).

Captan'ın, ayçiçeği bitkisinin ıslatma suyuna $120\mu\text{M}$ 'lık uygulanması sonucu 72. saatte ortaya çıkan kromozomal anomaliler; Çoklu nukleus, düzensiz metafaz, metafazda kromozom kırığı ve kutup kayması, anafazda kutup kayması ve kromozom köprüsü, telofazda orantısız dağılıma rastlanmıştır (Şekil 4.8).



Şekil 4.8: Ayçiçeği kök hücrelerinde Çoklu nukleus (A-B), Düzensiz metafaz (C-D), Metafazda kromozom kırığı (D) ve kutup kayması (E), Anafazda kalgın kromozom, kromozom köprüsü (F-G) ve kutup kayması (H), Telofazda orantısız dağılım (I) ($120\mu\text{M}$ Grubu).

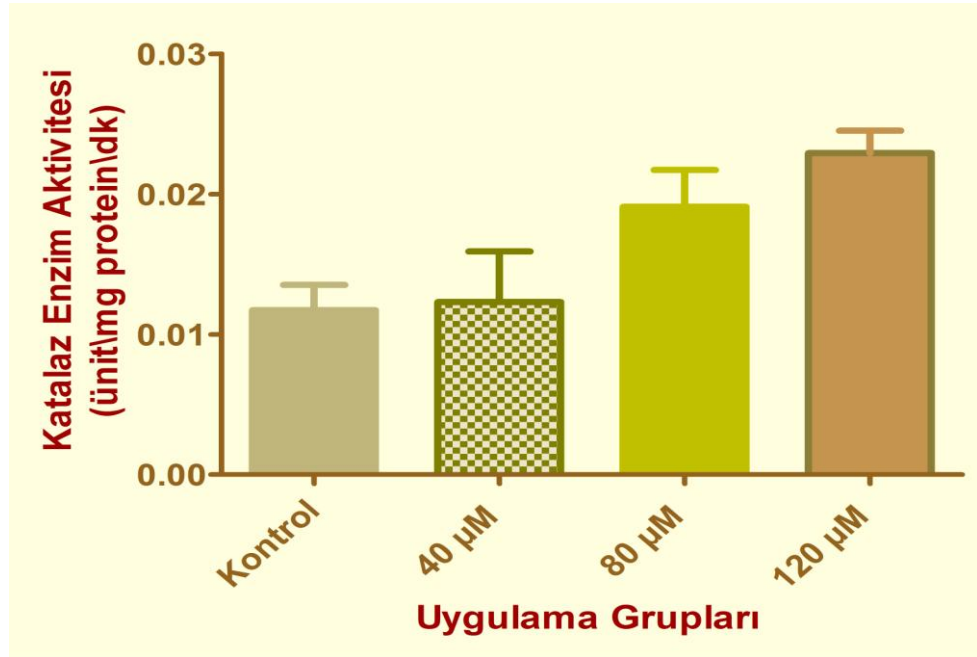
4.8. ANTIOKSİDAN ENZİM AKTİVİTE SONUÇLARI

4.8.1. Katalaz (CAT) Aktivite Sonuçları

Ayçiçeği bitkisinde CAT aktivitesi kontrol grubuyla karşılaştırıldığında; 40 μ M, 80 μ M ve 120 μ M'lık Captan uygulanan gruplarda sırasıyla %9,1; %72,7 ve %100 oranında artış olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara göre Captan'ın konsantrasyon artışı ile CAT aktivitesinin arttığı tespit edilmiştir (Tablo 4.5, Şekil 4.9).

Tablo 4.5: 7 gün süreyle Kontrol: Distile su ile 40 μ M, 80 μ M, 120 μ M Captan uygulamasına maruz bırakılan ayçiçeğinin CAT aktivitesinde gözlenen değişimler. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları \pm standart sapmaları göstermektedir (P<0,05).

GRUPLAR	CAT
Kontrol	0,011 \pm 0,001
40μM	0,012 \pm 0,003
80μM	0,019 \pm 0,002
120μM	0,022 \pm 0,001



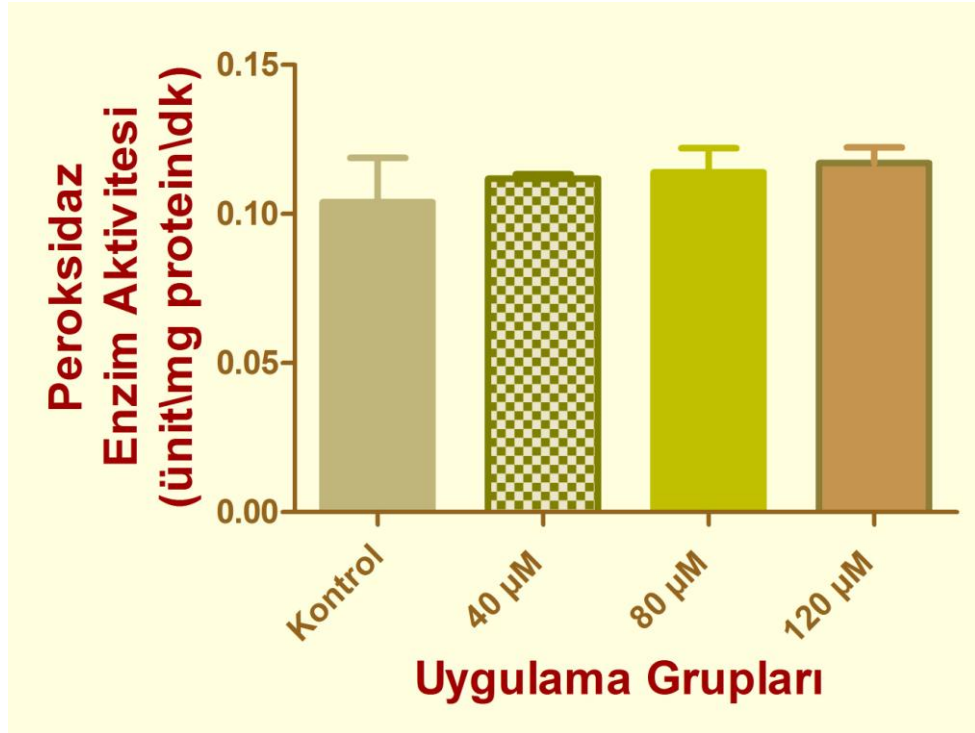
Şekil 4.9: 7 gün süreyle Kontrol: Distile su. Uygulamalar: 40µM, 80µM, 120µM Captan uygulamasına maruz bırakılan ayçiçeğinin CAT aktivitesinde gözlenen değişimler. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları \pm standart sapmaları göstermektedir ($P < 0,05$).

4.8.2. Peroksidaz (POX) Aktivite Sonuçları

Ayçiçeği bitkisinde POX aktivitesi kontrol grubuyla karşılaştırıldığında; 40µM, 80µM ve 120µM'lık Captan uygulanan gruplarda sırasıyla %7,8; %9,7 ve %13,6 oranında artış olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara göre Captan'ın konsantrasyon artışı ile POX aktivitesinin arttığı tespit edilmiştir (Tablo 4.6, Şekil 4.10).

Tablo 4.6: 7 gün süreyle Kontrol: Distile su ile 40 μ M, 80 μ M, 120 μ M Captan uygulamasına maruz bırakılan ayçiçeğinin POX aktivitesinde gözlenen değişimler. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları \pm standart sapmaları göstermektedir (P<0,05)

GRUPLAR	POX
Kontrol	0,103 \pm 0,014
40 μ M	0,111 \pm 0,001
80 μ M	0,113 \pm 0,008
120 μ M	0,117 \pm 0,005



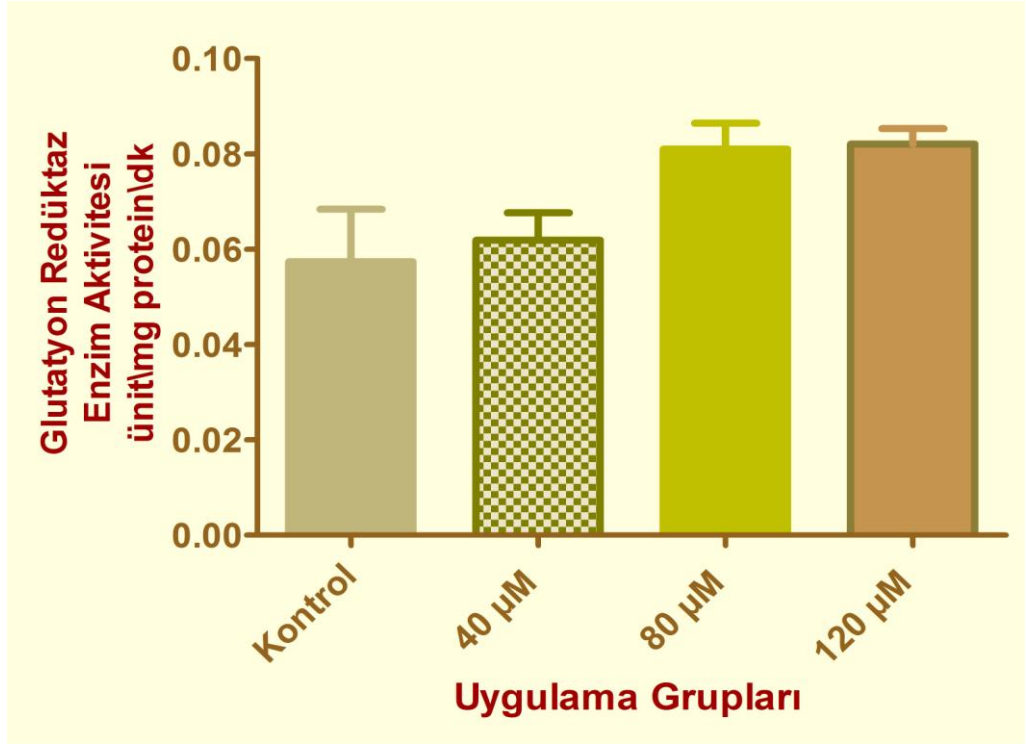
Şekil 4.10: 7 gün süreyle Kontrol: Distile su ile 40 μ M, 80 μ M, 120 μ M Captan uygulamasına maruz bırakılan ayçiçeğinin POX aktivitesinde gözlenen değişimler. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları \pm standart sapmaları göstermektedir (P<0,05).

4.8.3. Glutatyon Redüktaz (GR) Aktivite Sonuçları

Ayçiçeği bitkisinde GR aktivitesi kontrol grubuyla karşılaştırıldığında; 40 μ M, 80 μ M ve 120 μ M'lık Captan uygulanan gruplarda sırasıyla %7; %40,4 ve %43,9 oranında artış olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara göre Captan'ın konsantrasyon artışı ile GR aktivitesinin arttığı tespit edilmiştir (Tablo 4.7, Şekil 4.11).

Tablo 4.7: 7 gün süreyle Kontrol: Distile su ile 40 μ M, 80 μ M, 120 μ M Captan uygulamasına maruz bırakılan ayçiçeğinin GR aktivitesinde gözlenen değişimler. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları \pm standart sapmaları göstermektedir (P<0,05).

GRUPLAR	GR
Kontrol	0,057 \pm 0,01
40 μ M	0,061 \pm 0,005
80 μ M	0,08 \pm 0,005
120 μ M	0,082 \pm 0,003



Şekil 4.11: 7 gün süreyle Kontrol: Distile su ile 40µM, 80µM, 120µM Captan uygulamasına maruz bırakılan ayçiçeğinin GR aktivitesinde gözlenen değişimler. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları ± standart sapmaları göstermektedir (P<0,05).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Ayçiçeği ülkemizin hemen hemen her bölgesinde üretilmekte olup, bitkisel yağ tüketiminde %73'lük bir paya sahiptir. Türkiye'de yıllara göre değişmekle beraber yaklaşık 550-600 bin hektar alanda ayçiçeği ekimi yapılmaktadır. Ancak verimin düşük olması ve üretilen ürünün yüksek maliyetle elde edilmesi gibi faktörler nedeniyle ayçiçeği ekiminde beklenen düzeyde bir artış sağlanamamıştır. Kültür bitkilerinden optimum düzeyde verim ve kaliteli ürün alabilmenin önemli yollarından biri de hastalık etmenlerin belirlenip, uygun mücadele yöntemleriyle zamanında önlem alınmasıdır (Semerci ve Meral 2001; Tozlu, 2008).

Zirai mücadelede kullanılan pestisitler (fungusitler, insektisitler, bakterisitler vb.) başlıca kimyasal kirlilik kaynakları olarak karşımıza çıkmaktadır. Fiziksel ve biyolojik kirlenmeye nazaran kimyasal kirlenme daha tehlikelidir. Çünkü kimyasal kirlenmeye neden olan birçok faktör ekosistemlerde besin zincirinin en alt halkasındaki canlının bünyesine girdikten sonra besin zincirinde bulunan diğer canlılara birikerek taşınabilmektedir (Isabikalı ve diğ., 1999; Raizada ve diğ., 2001; Durmuşoğlu, 2007). Örneğin; zirai mücadele ilaçlarının kullanıldığı bölgedeki pestisit kalıntıları bu ortamda otlarla beslenen hayvanlar ile insana kadar ulaşmaktadır. Pestisitlerin püskürtülerek uygulanması sırasında bir kısmı evaporasyon ve dağılma nedeniyle kaybolurken, diğer kısmı bitki üzerinde ve toprak yüzeyinde kalmaktadır. Havaya karışan pestisit rüzgarlar ile taşınabilir, yağmur, sis veya kar yağışıyla tekrar yeryüzüne dönebilir. Değişik yollarla çevreye giren pestisitler hedef olmayan diğer organizmalara ulaşarak toksik etki oluşturabilirler (Kaya ve diğ., 2002; Akpınar ve diğ., 2014; Gülmez ve diğ., 2014).

Yetiştiricilik alanı çok geniş olan ayçiçeği bitkisinde; kök boğazı ve gövde yanıklığı, mildiyö, külleme, kurşuni küf, boğaz çürüklüğü vb. hastalıklar doğal olarak meydana gelmektedir. Bu hastalıklar bitkinin funguslarla enfekte olması sonucunda ortaya çıkmakta ve yüksek oranda ürün kayıplarına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra tohumların depolanması ve çimlendirilmesi aşamalarında da tohum çürümesinin önlenmesi ve genç köklerin korunması amacıyla tohum kaplamacılığında fungusitler

kullanılmaktadır (Durmuşoğlu, 2001; Tort ve diğ., 2003; Yüzbaşıoğlu ve diğ., 2009). Fakat tohum kaplamacılığında ve fide aşamasında kullanılan fungusitler bitkiyi hastalık etmenlerinden korusa da kültür bitkileri üzerinde olumsuz etkiler yarattığı bilinmektedir. Fungusitlerin morfolojik ve fizyolojik toksik etkilerinin yanı sıra, yüksek dozlarda kullanımı ve çevrede birikmeleri ile bitkilerde kromozom anomalilerine neden olabildiği gibi mikronukleus oluşumu, kromozom köprüleri ve poliploidi gibi mitotik aktivite bozulmaları gibi genotoksik etkilere de yol açabilmektedirler (Mann,1977; Kovalchuk ve diğ., 1998; Bushra ve diğ., 2002; Kırımlı, 2007).

Tarım ürünlerinin verimini artırma ve zararlılara karşı korunma çarelerinin uzun bir geçmişı vardır. Bitki koruma ilaçlarının ekonomik önemi tartışmasız kabul edilen bir gerçektir. Bilinçli kullanımları halinde verimi birkaç kat artırabilmektedirler. Bugüne kadar yapılmış araştırmaların ortak özelliği; bütün pestisitlerin, canlılarda az ve ya çok anormalliklere yol açmasıdır (Arslan ve Ertuğrul, 2004). Bitkiler üzerinde sitotoksik etkileri olan pestisitlerin hücrelerde neden olduğu kromozomal sapmalar, genetik hasarın göstergesi olarak kabul edilebilir (Bilaloğlu, 1982; Fisun ve Rasgele, 2009). Bu nedenle kullanılan bu pestisitlerin neden olduğu çeşitli toksik etkileri direkt olarak göstermesi için sıklıkla kullanılan bitki türleri *Allium cepa*, *Crepis capillaris*, *Glycine max*, *Hordeum vulgare*, *Lycopersicum esculentum*, *Capsicum annuum*, *Nicotiana sp.*, *Pisum sativum* ve *Zea mays* olarak bildirilmiştir (Grant, 1994; Badr, 1998; Çelik ve diğ., 2006; Yüzbaşıoğlu, 2003).

Son yıllarda yapılan çalışmalar artmış olmakla birlikte, pestisitlerin çok çeşit ve sayıda olmasından dolayı pestisitlerin büyük bir kısmının sitotoksik, biyokimyasal ve fizyolojik etkileri detaylı olarak incelenmemiştir. Bu nedenle yaptığımız çalışmada *Helianthus annuus* L. (Ayçiçeği) hastalık yapıcı etkenlerinden korunmak için tohum kaplamacılığında kullanılan geniş spektrumlu bir fungusit olan Captan'ın antioksidan enzim aktiviteleri, mitotik aktivite, kromozom anomalileri (kalgın kromozom, kromozom köprüleri, düzensiz metafaz, kutup kayması, çoklu nukleus vb.), kök büyümesi ve çimlenme oranları tayini gibi sitotoksik ve fizyolojik etkileri araştırılmıştır. Ön deney sonuçları ve yapılan hesaplamalar sonucunda bulunan ticari doz ile bunun katlarından (40µM, 80µM, 120µM) oluşan üç ayrı konsantrasyon tespit edilmiştir. Bu

konsantrasyonların bitkide meydana getirdiği etkiler incelenerek sonuçlar kontrol grubuyla karşılaştırılmıştır.

Çalışmamızda ayçiçeği akenlerine Captan fungusiti artan dozlarda uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, 40µM, 80µM, 120µM olarak belirlenen üç farklı doz uygulanmış tohumların çimlenmesi üzerine yapılan araştırmamızda çimlenme oranında kontrole göre %6'lık bir azalma (Şekil 4.1) ve kök gelişmesinde kontrole göre %45,79'a varan bir azalma gözlenmiştir (Tablo 4.1, Şekil 4.2). Captan uygulaması yapılmış köklerdeki büyümenin kontrole göre inhibe olması, bu pestisit kök uzamasına baskılayıcı etkisi olması şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca kök uzunluğundaki inhibisyonun hücre bölünmesinin inhibisyonundan dolayı olabileceği de düşünülmekte ve mitotik indeksteki konsantrasyon artışına bağlı azalma ile doğru orantılı olduğu görülmektedir (Şekil 4.3). Bulgularımıza paralel olarak ladin ve kızılçam tohumlarının çimlenmesi üzerine Captan fungusitinin etkisi incelenmiş, Captan'ın fitotoksik etki göstererek çimlenmeyi inhibe ettiği ve kaplı tohumlarda kök uçlarının fungusitle temasının kök büyümesini engellediği bildirilmiştir (Voight, 1963). Akpınar (2014) tarafından *Lycopersicum esculentum*'a Thiram fungusiti uygulaması ile de benzer sonuçlar elde edilmiş, uygulama yapılan tohumların kök büyümesini inhibe ettiği bildirilmiştir. Acar (2000)' ın *Vicia faba* ile yaptığı araştırmada bitkileri hastalık yapıcı etkenlerden ve zararlılardan koruyan pestisitler (Captan, hezudin, tetrafin, bolikel) ile besleyici nitelik taşıyan kimyasalların birlikte uygulanmaları ile bu bitki üzerinde oluşturabileceği etkiler karşılaştırmalı olarak ortaya konmuştur. Captan'ın farklı dozlarda biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinde uygulaması ile çimlenme üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan denemelerde kontrol grubu dışında farklı dozların verildiği uygulama grupları oluşturmuş, yapılan araştırma sonucunda doz artışına paralel olarak çimlenme oranlarının düştüğü tespit edilmiştir (Tort ve Dereboylu, 2003; Dazkır, 2015). Trakya Bölgesinde yetişen *Helianthus annuus* L. bitkisinde görülen Ayçiçeği mildiyösü hastalığına karşı kullanılan Metalaxyl adlı fungusitin primer kök uzamasını azaltarak sekonder kök gelişimini arttırdığını saptamıştır (Şalk, 1990). Bazı süs bitkilerine uygulanması sonucu Captan'ın bitkilerde kök oluşumunu engelleyen bir etki gösterdiği belirlenmiştir (Hocking ve diğ., 1979). Yüksek dozlarda fungusit uygulamasının fitotoksik etki göstererek hücre bölünmesini, kök büyümesini, çimlenmeyi inhibe ettiği ve hücre membran yapısı bozduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Sasaki ve

diğ., 1968; Macias ve diğ., 1992; Hocking ve diğ., 1979; Yüzbaşıoğlu, 2001; Dalgıç, 2005; Metin 2006; İnceer ve diğ., 2009; Deveci, 2012; Karaismailoğlu ve diğ., 2013, Maity, 2014).

Soğan kök uğlarına farklı konsantrasyonlarda ve farklı srelerde Captan uygulamasının mitotik aktivite üzerine etkilerinin incelendiği bir ęalıřmada, Captan'ın hücre bölünmesini etkileyerek mitotik indeksi azalttığı ve kromozomlarda kromozom köprüleri, kalgın kromozomlar, kutup kaymaları gibi ęeřitli anomalilere neden olduğu tespit edilmiştir (Rufus ve diğ., 2000). *Vicia faba L.* (bakla)'nın meristematik hücreleri üzerine ęeřitli kimyasalların etkilerine ilişkin diğer bir ęalıřmada ise, Captan'ın önerilen ve iki katı konsantrasyonları uygulanarak mitoz bölünme üzerine etkileri incelenmiştir. Buna göre doz artışına bağlı olarak bölünme oranının azaldığı görülmüştür. Ayrıca kromozomlarda yapışma, kırılma, kalgın kromozomlar, köprü oluşumu, kutup kayması gibi ęeřitli anomaliler gözlemlendiği, önerilen dozda bile Captan'ın kromozomal anomalilere yol ağtığı bildirilmiştir (Acar, 2000). Akpınar ve diğ., (2014) yaptıkları ęalıřmada Thiram ve Captan uygulanan bitki grupları, kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında konsantrasyona bağlı olarak ęeřitli kromozomal anormallikler gözlemişlerdir. Fungusit uygulamaları sonucunda doz artışına paralel olarak mitotik indekste de önemli lęde azalma meydana gelmiştir. Gülmez ve diğ. (2014) *Helianthus annuus L.* (Akoli-F1 dl) bitkisi ile yaptıkları ęalıřmada Captan fungusitinin 3 farklı konsantrasyonunu uygulayarak kök meristem hücrelerindeki genotoksik etkileri incelemiş; uygulanan dozların ęimlenme oranı üzerine etkisi olmadığı aksine fungusit oranı artışı ile mitotik indekste azalma meydana geldiği ve kontrol grubuna göre kromozom anomali oranlarında artış olduğu saptanmıştır.

Yaptığımız ęalıřmalar sonucunda, Captan isimli fungusitin farklı konsantrasyonları (40µM, 80µM ve 120µM) ile muamele edilen ayęięeđi akenleri ęimlendirilmiř ve kök ucu hücrelerinde kontrol grubuna göre, mitoz anomalilerinin ve kromozom hasarlarının arttığı, mitotik indeks oranının ise azaldığı görülmüştür. Kontrol grubuna ait bitkilerde anomali gözlenmezken, 40µM, 80µM ve 120µM Captan uygulama dozuna maruz bırakılan ayęięeđi aken örneklerinde mitozda anormalilere ve kromozomal hasarlara rastlanmıştır (Tablo 4.4). Anafaz evresinde ise bölünme hızında bariz bir düşüş tespit edilmiştir (şekil 4.4). Bunun yanı sıra doz artışına bağlı olarak mitoz giren hücre

sayısında (MI: mitotik indeks) ise azalmalar gözlenmiştir (Tablo 4.2). Elde edilen bu sonuçlara göre, uygulama grubu ayçiçeği örneklerinde, Captan fungusitinin tüm konsantrasyonlarının genotoksik açıdan olumsuz etkilere neden olduğu görülmüştür.

Gözlenen kromozom anomalileri arasında en fazla profaz safhasında deformasyon, çoklu nukleus oluşumu; metafaz safhasında tabla kayması, düzensiz kromozom dağılımı, kromozom kırıkları; anafaz safhasında düzensiz kromozom dağılımı, kalgın kromozomlar, kutup kayması, köprü oluşumu, çok kutupluluk, kromozomlarda ayrılmama; telofaz safhasında kutup kayması, kalgın kromozom ve orantısız dağılım saptanmıştır (Tablo 4.4). Ayçiçeği bitkisinde kök ucu mitozu testinde konsantrasyon ve sürenin artmasına paralel olarak genotoksik etkiden dolayı mitotik indekste önemli derecede düşüş meydana gelmiştir (Tablo 4.2, Şekil 4.3). Aynı zamanda hücrelerde meydana getirmiş olduğu sitotoksik etkilerden dolayı kromozomal bozukluklar ortaya çıkmış ve bu bozuklukların kimyasallar uygulama konsantrasyonlarının değişimine bağlı olarak arttığı gözlenmiştir (Tablo 4.4). Başka araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarla bulgularımız desteklenmektedir (Bilaloğlu, 1982; Badr, 1986; Coşkun, 1992; Türkoğlu, 1996; Shahid ve diğ., 2000; Gill ve diğ., 2000; Rufus, 2000; Ateeq vd., 2002; Metin, 2006; Liu, 2003; Kırımlı, 2007; Tok, 2010; Karaismailoğlu ve diğ., 2013; Akpınar ve diğ., 2014; Gülmez ve diğ., 2014).

Çalışmamızda kullanılan fungusitin biyokimyasal etkilerinden biri de antioksidatif enzim aktivitesindeki değişimlerdir. Bunun için, pestisitlerin bitkilerde kimyasal ajanlara karşı bitki metabolizmasını koruyucu olan antioksidatif sisteme ait CAT, POX ve GR aktiviteleri üzerine etkileri incelenmiş ve oksidatif stresinin enzim aktivitelerinde artışa neden olduğu görülmüştür. CAT, POX ve GR'ta sırasıyla %100, %13,6 ve %43,9'luk bir artış görülmüştür (Şekil 4.9-11 Tablo 4.5-7). CAT, POX ve GR'nin hidrojen peroksitin su molekülüne dönüşümünden sorumlu olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Giovannetti ve diğ., 1989). CAT, GR ve POX enzim aktivitelerindeki artışın, ortamda oluşan oksidatif stres sonucu hidrojen peroksit moleküllerinin oluşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Halliwell ve diğ. (2006)' e göre, ayçiçeği gibi yağlık olarak üretilen bitkilerin stres koşullarında dokularındaki serbest radikallerden süperoksit ve peroksit birikiminde bir artış olduğu belirtilmiştir. Bu belirtilen radikaller, ayçiçeği bitkisinin yağların yapısında bozulmalara ve doğal gelişimde düzensizliğe etki etmektedir. Biyotik ve abiyotik stres koşullarında, peroksidaz ve katalaz bazı fizyolojik döngülerde yer almaktadır. Çevresel kaynaklı stres koşullarında $^1\text{O}_2$, H_2O_2 ve OH^* miktarında artışlar görülmesi olasıdır (Habibi ve diğ., 2004). Hücrelerdeki SOD, APX veya CAT aktiviteleri arasındaki denge, O_2^{*-} ve H_2O_2 ' nin durağan seviyesini saptamak için çok önemlidir (Gara ve diğ., 2003).

Bu konuyla ilgili olarak yapılan çalışmalara bakılacak olursa, Antracol WP 70 (fungisit), denenen tüm konsantrasyonlarında çimlendirilen *Allium cepa* örneklerinde, doz artışına bağlı olarak, SOD, CAT ve GSH-Px enzim aktivitelerinde, kontrol grubuna göre azalmalar gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda fungusitin farklı konsantrasyonlarda uygulanarak doz artışıyla orantılı olarak toksik etkilerin arttığını saptamışlardır (Topçu, 2010). Cupravit OB 21 fungusiti ile yapılan bir çalışmada bitkilerde kimyasal ajanlara karşı bitki metabolizmasını koruyucu olan antioksidatif sisteme ait SOD, CAT ve GSH-Px aktiviteleri üzerine etkileri incelenmiş ve fungusit stresinin enzim aktivitelerinde düşüşe neden olduğu belirtilmiştir (Arslanoğlu, 2011). Vardar ve diğ., (2009) yaptığı çalışmada bir fungusit olan prokloraz ile yapılan arpa (*Hordeum vulgare* L. cv Efes) köklerindeki stres teşviki ile ortaya çıkan peroksidaz aktivitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Yapılan ölçümlerin sonunda özellikle ticari dozun üzerinde kullanılan tralkoksidim ve proklorazın, bitkide strese yol açarak peroksidaz aktivitesini artırdığı görülmüştür. Kaya, (2012) bir kültür bitkisi olan ayçiçeği ve herbisitinin hedef bitkisi olan fiğ (*Vicia sativa*) üzerine flurokloridon herbisiti uygulaması yaptığı çalışmasında, herbisitinin antioksidan savunma sistemi üzerinde etkili olduğunu tespit etmiştir. Her iki bitkide de ROT temizlenmesinde önemli rol oynayan SOD aktivitesinde herbisit uygulamasına bağlı olarak değişimler saptanmış, bu değişimlere paralel olarak ayçiçeği bitkisinde POD aktivitesinde, fiğ bitkisinde ise hem POD ve hem de CAT aktivitesinde değişimler gözlenmiştir. AP ve POD aktiviteleri ayçiçeği bitkisinde, SOD, CAT, GST, GR aktiviteleri ve GSH içeriği fiğ bitkisinde daha yüksek miktarlarda belirlenmiştir. Kontrole kıyasla her iki türde de enzim seviyelerinde artış olduğu bildirilmiştir. Peroksidaz ve katalaz ve glutatyon redüktaz aktivitelerindeki

artış elde ettiğimiz verilerle paralellik göstermektedir (Castra, 2005; Tang ve diğ., 2006; Zabalza, 2007; Zhang ve diğ.,2008; Zhang ve diğ., 2009; Mishra ve diğ., 2009; Yakar, 2014). Enzim aktivitelerindeki artış oksidatif stresin bir göstergesidir.

Yaptığımız çalışmada, tohum kaplamacılığında kullanılan Captan isimli fungusit ayçiçeği (*Helianthus annuus L.*) bitkisi üzerinde üç farklı konsantrasyonda uygulanmış ve çözeltilerinin konsantrasyon artışına bağlı olarak hedef olmayan organizma (*Helianthus annuus L.*) üzerindeki olumsuz etkileri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, Captan fungusiti uygulanan ayçiçeği bitkisinde oksidatif strese yol açarak fizyolojik reaksiyonlar (çimlenme, kök büyüme ve gelişmesi) üzerinde baskılayıcı rol oynadıkları, genotoksik açıdan (kromozomlarda ayrılmama, kromozom kırılması, düzensiz metafaz, kutup kayması, çoklu nukleus oluşumu vb. kromozom anomalileri) olumsuz etkilere neden oldukları ve biyokimyasal parametreleri (CAT, POX, GR aktiviteleri) değiştirdikleri söylenebilir. Bu nedenle zararlılarla mücadelede kullanılan bu kimyasalların, kullanımının azaltılarak biyolojik mücadelenin tercih edilmesi önerilmektedir. Bu anlamda çalışmamızın yeni çalışmaların planlanmasına ışık tutacağı ve literatüre önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Acar, T., 2000, *Vicia faba L.'nin meristematik hücreleri üzerine çeşitli kimyasalların etkileri*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora tezi, s. 247.
- Ağar, S., Aydınoglu, H., Temel, O., İkizunal, K., Ece, H., 1991, Pestisit kullanımının tarihçesi, bugünü ve geleceği, *Türk. Entomol. Derg.*, 15 (4) : 247 – 256,
- Akpınar, I., 2014, *Thiram'ın Domates (Lycopersicum esculentum Miller) Bitkisi Üzerine Fizyolojik Etkileri*, Yüksek L. Tezi, İstanbul Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akpınar, I., Dazkır M., Gülmez E., Ünal M., 2014, The cytotoxic and physiological effects of some fungicides on vegetables, *ICOB7*, Antalya.
- Aksoy, H., Bayat, A., 1991, Micromax tip döner diskli memeye ait işletme karakteristikleri ve ilaç uygulama etkinliğinin saptanması, 6. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi, 2–6 Eylül, Ankara.
- Alaca, F.G. ve Arabacı, O., 2005, Bazı tıbbi bitkilerdeki doğal antioksidanlar ve önemi, Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi, (Derleme Sunusu (I), 465-470.), Antalya.
- Amdur, M.O., Doull, J., Klassen C.D., 1991, Casarett and Doull's Toxicology: The basic science of poisons, *Pergamon Press*, 1033: 565-623, New York.
- Ami, B.H., Haim, S. A., 1992, Direct effect of phosphamidon on isolated working rat heart electrical and mechanical function, *Toxicol., Apply Pharmacol.*, 110 (3): 429-434.
- Anonim, 2014, 'Tarım istatistikleri özeti', T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, http://www.agri.ankara.edu.tr/soil_sciences/1250_Karaca-Arcak-Cevre-Bolum-7.pdf-50k, (Erişim tarihi: 01.06.2015).
- Arıoğlu, H.H., 2007, Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 220 *Ders Kitapları* Yayın No: A-70, Adana, 160-290.
- Arslan, E., Ertuğrul, K., 2004, Fipronilin Soğan (*Allium cepa L.*) Kök Ucu Hücrelerine Sitogenetik Etkileri, *S. Ü. Fen Ed Fak Fen Derg.*, Sayı 24 (2004) 69-75, KONYA.
- Arslanoğlu, İ., 2011, *Basudin 60 EM ve Cupravit OB 21 Pestisitlerinin Allium cepa Bitkisi Üzerindeki Fizyolojik, Sitogenetik ve Biyokimyasal Etkileri*, Yüksek L. Tezi, Kırıkkale Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Kırıkkale.

- Asada, K., 1999. The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygens and dissipation of excess photons, *Annu. Rev. Plant Physiol Plant Mol. Biol.*, 50:601-639.
- Ashour, S. A., Abdou, R. F., 1990, Effect of weed control treatments on weeds, seed yield, yield components and nodulation in winter lentil *Fabis Newslttr*, 26: 10-14.
- Ateeq, B., Farah, M.A., Niamat Ali, M., Waseem, A., 2002, Clastogenicity of pentachlorophenol, 2,4-D and butachlor evaluated by *Allium* root tip test, *Mutation Research*, 514:105-113.
- Aysu, A., 2010, Türkiye’de ayçiçeği tarımı.<http://www.karasaban.net/aycicegibitkisel-yag/> (Erişim Tarihi: 28.09.2015).
- Bellaire, B.A., Carmody, J., Braud, J., Gossett, D.R., Banks, S.W., Lucas, M.C., and Fowler, M., Involvement of abscisic acid- dependent and –independent pathways in the up-regulation of antioxidant enzyme activity during NaCl stress in cotton callus tissue, *Free Radical Res*, 33, 531-545, 2000.
- Badr, A., 1986, Effects of the S-Triazine herbicide Turbutryn on mitosis, chromosomes and nucleic acids in root of *Vicia faba*, *Cytologia*, 51: 571- 577.
- Badr, A., 1998, Cytogenetic activities of some fungicides, *Cytologia*, 53, 633-640.
- Baytop, T., 1963, Türkiye'nin Tıbbi ve Zehirli Bitkileri, İst. Ün. Yayınları No: 1039, Tıp Fakültesi No: 59, İsmail Akgün Matbaası, İstanbul, s.418-419.
- Baytop, T., 1984, Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi, İst. Ün. Yayınları No:3255, Ecz. Fakültesi No:40, Sanal Matbaacılık, İstanbul, s.173.
- Bergmeyer, N., 1970, *Methoden der enzymatischen Analys*, Akademie Verlag, Berlin, Vol.1, pp. 636-647.
- Beyer WF., Fridowich, I., 1987, Assaying for superoxide dismutase activity: Some large consequences of minor changes in conditions, *Analytical Biochemistry*, 161:559-566.
- Bilaloğlu, R., 1982, *Bazı Pestisitlerin Allium cepa L. Kök Ucu Meristem Hücrelerinde Oluşturdukları Sitolojik Sapmalar Üzerine Bir Araştırma*, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Blasiak, J., Walter Z., Bawronska, M., 1991, The changes of osmotic fragility of pig erythrocytes induced by organophosphorus insecticides, *Acta Biochim. Pol.* 38 (1) 75-80.
- Bolognesi, C., ve Morasso G., 2000, Genotoxicity of Pesticides: Potential Risk for Consumers, *Trends Food Sci. Technol.*, 11, 182-187.

- Bölükbaş, O., 1991, *Ege Bölgesinde Yetiştirilen Elma Örneklerinde Pestisit Kalıntılarının Nicel Tayini*, Doktora Tezi, Ege Üniv., Sağlık Bilimleri Enst., İzmir, Türkiye.
- Burke; Rieseberg, 2003, 'Fitness effects of transgenic disease resistance in Sunflowers', *Science*, 300-1250.
- Buschini A., Poli P., ve Rossi C., 2003, Cell Model to Assess Cytotoxicity and Genotoxicity of Three Anticancer Anthraquinones Mutagenesis, 18, 25-36, *Oxford Univ Press*.
- Bushra, A., Abdul, F. M., Niamat, A. M., Ahmad, N., 2002, Clastogenecity of pentachlorophenol, 2-4-D and butachlor evaluated by *Allium* root tip test, *Mutation Research*, 514, 105-113.
- Castra, A.,Christine C., Nathalie Z., 2005, Proteomic analysis of grapevine (*Vitis vinifera* L.) tissues subjected to herbicide stress, *Journal of Experimental Botany*, Vol. 56, No. 421, pp. 2783–2795.
- Chandra, S., Chauhan, L.K.S., Murthy, R.C., Saxena, P.N., Pande, P.N., Gupta S.K., 2005, Comparative Biomonitoring of Leachates from Hazardous Solid Waste of Two industries Using *Allium cepa*, *Sci. Total Environ.*, 347, 46-52.
- Chauhan, S.P., Magann, E.F. ve Carroll, C.S., 2001, Mode of delivery for the morbidly obese with prior cesarean delivery: Vaginal versus repeat cesarean section, *Amer. J. Obstet. Gynecol*, 185, 349-354.
- Clarke, C., 1977, 'Edible and useful plants of California', California Natural History Guides, *University of California Press*, Berkeley, Los Angeles, California, 41, 280.
- Cohen,Y., and Sackston, W.E., 1973, Factors affecting inoculation of sunflowers by *Plasmopara halstedii*, *Can.J.Bot.*, 51,15-22.
- Collins, A.R., 2002, *The Comet Assay, Principles, Applications, and Limitations*. Methods Mol. Biol. 203, 163-77.
- Coşkun, E.E., 1992, *Decis'in (İnsektisit) Soğan (Allium cepa L.) Kökü Meristem Hücreleri Üzerine Etkileri*, Yüksek L. Tezi, Ege Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Creissen, G., Edwards, A., Mullineaux, P., 1994, Manipulation of glutathione metabolism in transgenic plants, *Biochem. Soc. Trans.*, 24, 465-469.
- Çelik, A., Onyayar, S., Çekiç, F.O. ve Gozel A., 2006, Cadmium-induced Genotoxicity, Cytotoxicity and Lipid Peroxidation in *Allium sativum* and *Vicia faba*, *Mutagenesis* vol. 21 no. 1 pp. 77-81.

- Çelik, N., 2000, Tarımda girdi kullanımını ve verimliliğe etkileri uzmanlık tezi. İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü Tarım Dairesi, Temmuz 2000.
- Çilingir, İ., Dursun, E., 2002, Bitki koruma makinaları. Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları Bölümü, 248, Ankara.
- Dağlıoğlu, N., 2004, *Akut Organofosfatlı Pestisit Entoksikasyonlarının Sıçanlarda DeneySEL Olarak Gösterilmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Dalgıç, Ö., 2005, *Fusilade (fluazifop-p-butyl)'in mercimek bitkisi (Lens culinaris medik) üzerindeki bazı toksik etkilerinin belirlenmesi*, Doktora Tezi, Trakya Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Davis G., Wiley J., 1966, 'Systematic embryology of the angiosperms', New York.
- Dazkır, M., 2015, *Captan'ın Dolmalık Biber (Capsicum annuum L. var. grossum L. cv. Kandil) Bitkisi Üzerine Genotoksik ve Fizyolojik Etkileri*. İstanbul Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dedio, W., Hoes J., Campbell S., Arthur A., 1967, 'Sunflower Seed Crops', Agriculture Canada, Ottawa.
- Delen, N., 1976, *Fungisit kalıntılarının insan sağlığı yönünden önemi*, Tarım İlaçlarının Kullanılması Semineri, 26-27 Kasım 1976, ODTÜ Gaziantep Kampüsü, Yayın No: 1.
- Delen, N., 2009, *Fungusitler*, pp.115-128, Nobel Yayın Dağıtım, İstanbul
- Deveci, A., 2012, *Bazı Pestisitlerin Soya (Glycine max (L.) Merrill Cv. May 5312) Üzerindeki Genotoksik Etkilerinin Belirlenmesi*, Yüksek L. Tezi, Kocaeli Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Dezar C., Tioni M., Gonzalez D., Chan R., 2003, 'Identification of three MADS-box genes expressed in sunflower capitulum.', *Journal of Experimental Botany*, 11, 1-3.
- Diplock, A., 1998, Healthy lifestyles nutrition and physical activity: Antioxidant nutrients, ILSI Europe concise monograph series, 59 p., Belgium.
- Duke, J., 1983, 'Handbook of energy crops Helianthus annuus L.', Purdue University, Center for New Crops and Plants Products.
- Durmuşoğlu, E., 2007, Kontrolsüz ve bilinçsiz pestisit kullanımının neden olduğu sorunlar ve çözüm önerileri, *Hasad*, 32 (270): 32-36.
- Durmuşoğlu, E., Çelik, C., 2001, Türkiye'de Pestisit Kalıntıları Üzerindeki Araştırmalar, *Türk Entomoloji Dergisi*, 25(1): 65-80.

- Eckey, E. W., Miller, L. P., 1954, Vegetable Fats and Oils, *The Maple Press Co.*, New York, p.772-777.
- Edwards, I. R.; Ferry, D. G., 1991, Temple, W. A. Fungicides and Related Compounds. In Handbook of Pesticide Toxicology Hayes, W. S. Jr. and Laws, E.R., Jr., Eds.; *Academic Press, Inc.*: New York, pp1410-1415.
- Elliott, J.G., 1999, Application of antioxidant vitamins in foods and beverages. *Food Technology*, 53, 46–48.
- El-Shahaby O.A., Abdel Migid H.M., Soliman M.I., Mashaly I.A., 2003, Genotoxicity Screening of Industrial Wastewater Using the *Allium cepa* Chromosome Aberration Assay, *Pakistan J. Biol. Sci.*, 6, 23-28.
- EPA., 1999, Summary of OPP Reduced-risk Pesticides Initavite, *US EPA*, 2 s.
- Evseeva T.I., Geras'kin S.A., Shuktomova I.I., 2003, Genotoxicity and Toxicity Assay of Water Sampled from a Radium Production industry Storage Cell Territory by Means of *Allium*-test, *J. Environ. Radioact.*, 68, 235-248.
- Fick, G.N., 1978, "Sunflower science and technology" *Agron. J.* **19** (1978) 279-338.
- Fisun, K., Rasgele, P.G., 2009, Genotoxic effects of Raxil on root tips and anthers of *Allium cepa* L., *Caryologia*, 62:1, 1-9.
- Foyer, C.H. ve Noctor, G. 2000, Oxygen processing in photosynthesis: regulation and signalling, *New Phytol*, 146: 359 388.
- Gill A. S., Shaukat S. S., 2000, Genotoxic effects of Captan fungicide on root meristems of *Allium cepa* L., *In vivo Rufus*, p.102-105.
- Gill, A. S., Tuteja, N., 2010, Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants, *Plant Physiology and Biochemistry*, v.48, p.909-930.
- Giovannetti, M., Mosse, B., 1980, An Evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhiza in roots, *New Phytologist*, 84:489-500.
- Goossen, P.G. and Sackston, W.E., 1968, Transmission and biology of sunflower downy mildew, *Can. J.Bot.*, 46, 5-10.
- Gordon, E.B., Ehrlich, T., Mobley, S., Williams, M., 2001, Measurement of the reaction between the fungicides captan or folpet and blood thiols, *Toxicol Methods*, 11, 209-223.
- Grant, W.F., 1994, *The Present Status of Higher Plant Bioassays for the Detection of Enviromental Mutagens*, *Mut. Res.* 310, 175-185.
- Guest, J.A., Copley, M.P., 1991, Homernic, K.L., Carcinogenic effects of pesticides, *Pathol., Pharmacol.*, 71(3): 387- 390.

- Gülmez E., Akpınar I., Dazkır M., Ünal M., 2014, The cytotoxic and physiological effects of Captan on *Helianthus annuus* L., *ICOB7*, Antalya.
- Güner, S., 1989, “*The effect of Selected Pesticides on the Growth and Nitrogen Fixation in Cyanobacteria*”, Master of Science in Chemistry, Boğaziçi Univ., İstanbul, Türkiye.
- Halliwell, B., 1982, The toxic effects of oxygen on plant tissues, In. Oberly, L.W. (ed.), superoxide dismutase, vol.I. *CRC press*, FL, 89-123, Boca Raton.
- Halliwell, B ve Gutteridge, JMC, 2006, Free Radicals in Biology and Medicine, *Ed 4. Clarendon Press*, Oxford.
- Harinasuf, P., Poonsopa, D., Roengmogkol, K. and Charoensataporn, R., 2003, Salinity effects on antioxidant enzymes in mulberry cultivar, *Science Asia*, 29, 109-113.
- Harris, H.C., Mcwilliam J.R., Mason, W.K., 1978, Influence of temperature on oil content and composition of sunflower seed, *Australian Journal of Agricultural Research*, 29, 203-212.
- He, C.Y., Hsiang, T. and Wolyn, D.J., 2002, Induction of systemic disease resistance and pathogen defence responses in *Asparagus officinalis* inoculated with nonpathogenic strains of *Fusarium oxysporum*, *Plant pathology*, 51, 225-230.
- Heiser C., 1978, ‘Taxonomy of *Helianthus* and Origin of Domesticated Sunflower’, *Sunflower Science and Technology*, *Agron*, 19, 31-53.
- Heming, J.C., Davis, A. C.ve Robinson, W. B., 1954, Flavor and color evaluation of canning crops grown in soil treated with insecticides, *J.of. Food Tech.* 8, 227.
- Herzog, V., Fahimi, H., 1973, Determination of the activity of peroxidase, *Anaytical Biochem*, 55: 554-562.
- Isaenko, O.A., Karr, T.L. ve Feder, M.E., 2002, *Hsp70 and Thermal Pretreatment Mitigate Developmental Damage Caused by Mitotic Poisons in Drosophila*, *Cell Stress Chaperones* 7, 297-308.
- Isubikalı, P., Erbaugh, J.M., Semana, A.R., Adipala, E., 1999, “Influence of Farmer Production Goals on Cowpea Pest Management in Eastern Uganda: Implications for Developing IPM Programmes”, *African Crop Science Journal*, 7, 539-548.
- Izushi, F., Ogata, M., 1990, Hepatic and muscle injuries in mice treated with heptachlor *Toxicol. Lett.*, 54 (1): 47-54.
- İnceer, H., Hayirlioglu-Ayaz, S., 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.

- Kan, M., Gün, S., 2000, Türkiye’ de tarım ilaçlarının kullanımı ile ilgili yasal düzenlemeler ve kurumsal yapı, *Türk- Koop. Ekin Dergisi*, 14 (4), 28–34.
- Karadoğan, T. ve Z. Özgödek. 1994, Çerezlik karakterdeki bazı ayçiçeği ekotiplerinin verim ve verim unsurları üzerine bir araştırma, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 25: 188-201.
- Karaismailoğlu M, C., İnceer, H., Hayırlıoğlu-Ayaz, S., 2013, Effects of Quizalofop-p-Ethyl Herbicide on the Somatic Chromosomes of *Helianthus annuus* (Sunflower). *Ekoloji* 22, 89, 49-56. doi: 10.5053/ekoloji.2013.896.
- Kaya, D., 2003, “Orta Anadolu’da ayçiçeği yetiştirme tekniği” *Ekin*. **24**, 20-25
- Kaya, A., 2012, *Flurokloridon Herbisitinin Helianthus Annuus L. Ve Vicia Sativa L.'Da Bazı Biyokimyasal Ve Fizyolojik Parametreler Üzerine Etkileri*, Doktora Tezi, İnönü Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Kaya, S., Pirinççi, İ., Bilgili, A., 2002, “*Veteriner Hekimliğinde Toksikoloji*”, 2. baskı, Medisan Yayın, 385-402.
- Kaya, Y. 2002, Ülkemizde ve dünyada çerezlik ayçiçeği tohumculuğu ve sorunları, *Türkiye I. Tohumculuk Kongresi Bildiri Kitabı*: 259-265, 11-13, Bornova/ İzmir.
- Keleş, Y., 2000, *Bazı Çevresel Streslerin Etkisinde Kalan Buğday (Triticum aestivum L. ve Triticum durum Desf.) Fidelerinde Çeşitli Fizyolojik ve Biyokimyasal Değişimlerin İncelenmesi*, Doktora Tezi, Ankara Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Khallal, S.M.E., 2007, Induction and modulation of resistance in tomato plants against Fusarium wilt disease by bioagent fungi (Arbucular mycorrhiza) and/or hormonal elicitors: 2-changes in the antioksidant enzymes, phenolic compounds and patogen-related proteins, *Australian Journal of Basis and Applied Sciences*, 1(4), 717-732.
- Kırımlı R., 2007, *Bazı Fungusit ve İnsektisitlerin Vicia faba L. ve Capsicum annum L. Türlerinin Kök Ucu Mitozu Üzerine Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Kihlman B.A., ve Andersson H.C., 1984, Root tips of *Vicia faba* for the Study of the Induction of Chromosomal Aberrations and Sister Chromatid Exchanges. In: Kilbey, B.J., Legator, M., Nichols, W. and Ramel, C. (Eds.) *Handbook of Mutagenicity Test Procedures*, pp.531-554, Elsevier, Amsterdam, New York, Oxford.
- Kilhman, B. A., 1975, Root tips of *Vicia faba* for the study of the induction of chromosomal aberrations, *Mutation Research*, 31: 401-412.

- Kiremitçigil, A., 1990, “*Halk Sağlığı Alanında Kullanılan Pestisidler ve Ülkemizdeki Hatalı Uygulamalar*”, Uzmanlık Tezi, İst. Üniv., İstanbul Tıp Fakültesi, İstanbul, Türkiye.
- Kligerman, A.D., C.L. Doerr, A.H. Tennant, B. Peng, 2000, Genotoxicity studies of three triazine herbicides: in vivo studies using the alkaline single cell gel (SCG) assay, *Mutation Research*, 471:107.
- Koç, E., 2010, *Phytophthora capsici Leon. 'un Farklı İnokulum Konsantrasyonlarının Biberde (Capsicum annuum L.) Antioksidanlara Etkisi*, Doktora Tezi, Ankara Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, 127 syf.
- Kovalchuk, O., Kovalchuk, I., Arkhipov, A., Telyuk, P., Hohn B., Kovalchuk L., 1998, The *Allium cepa* chromosome aberration test reliable measures genotoxicity of soils of inhabited areas in the Ukraine contaminated by the Chernobyl accident, *Mutation Research*, 415, 47-57.
- Köller, W., 1999, Chemical approaches to managing plant pathogens, *Handbook of Pest Management*, New York, pp: 337 – 376.
- Kumar, M., Prasad, M., Kumar, H., 1995, Cytotoxic effects of two herbicides on meiosis, *Maize Genetics Cooperation Newsletter*, 69: 25.
- Langer, R. H. M., Hill, G. D., 1982, Agricultural Plants, *Cambridge University Press*, Cambridge, p: 153-157.
- Leppik, E.E., 1962, Distribution of downy mildew and some other seed-borne pathogens on sunflowers. *F.A.O.Plant Proc.Bull.*,10, 126-129.
- Liu, D., Jiang, W., Gao, X., 2003 , Effects of Cadmium on Root Growth, Cell Division and Nucleoli in Root Tip Cells of Garlic, *Biologia Plantarum*, 47 79-83.
- Lowry, O.H., Rosgrough, N.J., Farr, A.L., Rosgrough, R.J., 1951, Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193, 265-275.
- Macias, F.A., Galindo, J.C.G., Massanot, G.M., 1992, Potential allelopathic activity of several sesquiterpene lactone models, *Phytochem.*, 31: 1969-1777.
- Maity Kumar, S., 2014, *Effects of Dithane M-45 (a fungicide) on Root Meristem of Vigna mungo (L.) Hepper*, Vol. 3 | No. 4. ISSN: 2278-6252.
- Malolepsza, U., Urbanek, U., 1994, Changes in peroxidase activity in bean suspension cultures after *Botrytis cinerea* elicitor treatment, *Journal of Phytopathology*, 141: 314–322.
- Mann S.K., 1977, Cytological and genetical effects of dithane fungicides on *Allium cepa*, *Environmental and Experimental Botany*, 17, 7-12.

- Mantese, I.A., Medan, D., Hall, A.J., 2006, Achene Structure, Development and Lipid Accumulation in Sunflower Cultivars Differing in Oil Content at Maturity, *Annals of Botany* 97: 999-1010, doi 10.1093 /aob/mc1046.
- Matthews, G. A., 1979, Pesticide Application Methods, *Longman*, p.1–325.
- Mc Ewen F.L., Stephenson, G.L., 1979, The use and significance of pesticides in the environment, *John Wiley & Sons Pub.*, 538, New York.
- Mercan, U., 2004, Toksikolojide Serbest Radikallerin Önemi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Vet. Fak. Derg.*, 15 (1-2), 91-96.
- Metin N.S., 2006, *Bazı Pestisitlerin Tahıllarda Sitotoksik Etkileri*, Yüksek L. Tezi, Marmara Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Miller, J.F., Zimmerman, D.C., Vick, B.A., 1987, Genetic control of high oleic acid in sunflower oil, *Crops Sciences*, 27, 923-926.
- Mohandas, T., Grant, W.F., 1972, Cytogenetic effects of 2,4 D and amitrol in relation to nuclear volume and DNA content in some higher, *Can. J. Genet. Cytol.*, 14:773-778.
- Moore, T.C., 1974, Research Experiences in Plant Physiology, Springer-Verlag, Movement in Ground Water, *Lewis Publisher*, 462 s., New-York.
- Murphy, Y., Riley, J.P., 1962, A modified single solution method for determination of phosphate in natural waters, *Analytica Chimica Acta*, 27: 31- 36.
- Nersheim, O.N., 1993, Toxicity of pesticides, *A series of the Pesticide Information Offici.*, Florida.
- Nixon, P., 2000, Pesticide mode of action and metabolism, *Illinois pesticide review, News about pesticides and regulations*, vol., 20.
- 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.
- Oraler, G., Gözükmızı, N., Olgun, A., 1984, Bazı Pestisitlerin farklı Organizmalardaki Mutagenik Etkileri, *Doğa Bilim Dergisi*, Seri A, 8, 1, 106-114.
- Öncüler, C., 1995, *Tarımsal zararlılarla savaş yöntemleri ve ilaçları*, 259: 117-125. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Bornova- İzmir.
- Öztürk, G., Tosun , N., 2004, Famoxadone ve cymoxanil etkili maddeli bir fungusitin domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bitkisi üzerine fizyolojik etkisi, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 41, 77–87.
- Öztürk, S. ve Özge, N., 1978, *Bitki Koruma ilaçları*, Eser Matbaası, Ankara, 331s.

- Parvaiz A., Satyawati S., 2008, Salt stress and phyto-biochemical responses of plants – a review, *Plant Soil Environ.*, 54: 89-99.
- Pavlica P., Besendorfer V., Rosa J., Papes D., 2000, The Cytotoxic Effect of Wastewater from the Phosphoric Gypsum Depot on Common Oak (*Quercus robur* L.) and Shallot (*Allium cepa* var. *ascalonicum*), *Chemosphere*, 41, 1519-1527.
- Pierzynski, G.M., Sims, J.T., and Vance, G.F., 1994, *Soils and Environmental Quality*, Lewis Publishers, Chelsea, MI. 313 p.
- Porra, R.J., Thompson, R.A., Kriedemann, P.E., 1989, Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying chlorophylls a and b extracted with four different solvent verification of the concentration of chlorophyll standarts by atomic absorption spectroscopy, *Biochimica et Biophysica Acta*, 975:384-394.
- Putt, 1940, 'Observations on morphological character and flowering processes in the sunflower (*Helianthus annuus* L.)', *J. Sci. Agr.*, 21, 167-179.
- Rufus, S.A., Gill ve S. Shanid Shaukat, 2000, Genotoxic effects of captan fungicide on root meristems of *Allium cepa* L. in vivo, *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 3(1): 114-117.
- Sasaki S., Kozlowski T. T., Torrie J. H., 1968, Effect of pretreatment of pine seeds with herbicides on seed germination and growth of young seedlings, *Canadian Journal of Botany*, 46, 255-262.
- Seiber, J. N., 1989, *Environmental Toxicology and Chemistry*, 8: 577-578.
- Seiler, 1997, 'Anatomy and morphology of sunflower', *Sunflower Technology and Production*, *Agron*, 35, 67-111.
- Seiler, G. J., Brothers, M. E., 1999, "Oil Concentration and Fatty Acid Composition of Achenes of *Helianthus* Species (Asteraceae) from Canada" *Economic Botany*, 53 (3): 273-280.
- Semerci, A. ve Meral, İ., 2001, Türkiye'de ayçiçeği üretimi ve sorunları, *Türk-Koop. Ekin Dergisi*, 18, 54-61.
- Shahidi, F., 2000. Antioxidants in food and food antioxidants, *Nahrung*. 44(3): 158-163.
- Sinha, R. K., Choudhury, R., Mallick, R., 1989, Cytological Effects of Phosalone on Root Meristem of *Allium cepa* L. *Cytologia*, 54:429-435.
- Somasundoram, L., and Coats, J. R., 1991, Pesticide transformation products in the environment, *American Chemical Society*. 1-9.

- Stevens M., 2000, 'Annual sunflower: *Helianthus annuus* L.', *USDA/NRCS Plant Guide*.
- Süzer, S., 1991, "Ayçiçeği tarımında ekilecek hibrit tohumluk seçimi" *Hasad*. **76**, 14-15 www.fao.org (Erişim Tarihi: 28.09.2015).
- Süzer, S., 1998, Effect of different phosphorus rate and application time on sunflower seed yield and yield components, *Helia*, 21, Nr.28, p.p.117-124.
- Süzer, S., 2002, Ayçiçeği Tarımı, *CİNİETARIM*, Yıl 5, Sayı 3938-41.
- Şalk, I., 1990, *Dinitroanilin ve Metalaxyl İçerikli Pestisitlerin Trakya Bölgesi Topraklarında Ayçiçeği ve Buğday Bitkilerinin Çimlenme ve Kök Gelişimi Üzerine Etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, T. Ü. Tekirdağ Ziraat Fak. Toprak Bl. Tekirdağ.
- Şevken, S., 2009, Halk Sağlığı Amaçlı Kullanılan Pestisitlerin (Biyosidal) Güvenilirlik Standartlarının Karşılaştırılması. Y.Y.U., *Veteriner Fakültesi Dergisi*, 20 (1): 11-18, ISSN: 1017-8422; e-ISSN: 1308-3651.
- TAN, A.Ş. 2010, Ayçiçeği Tarımı. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, *Çiftçi Broşürü*, No: 136.
- Tang, L., Kwon, S.Y., Kim, S.H., Kim, J.S., Choi, J.S., Cho, K.Y., Sung, C.K., Kwak, S.S., Lee, H.S., 2006, Enhanced tolerance of transgenic potato plants expressing both superoxide dismutase and ascorbate peroxidase in chloroplasts against oxidative stress and high temperature, *Plant Cell Rep.*, 25:1380–1386.
- Tarım ve Köy işleri edirne tarım il bakanlığı müdürlüğü, il tarım ve kırsal kalkınma master planlarının hazırlanmasına destek projesi edirne tarım master planı, Ocak, 2005.
- Thomson, D., 1997, Confusion amongst codling moth fellows continues: a commercial perspective on the implementation of codling moth mating disruption in North America, *IOBC wprs Bulletin*, 20(1): 57-63.
- Tok, H., 2010, *Vicia faba L., Allium cepa L. ve Nicotiana tabacum L. Bitkilerinde Cypermethrin ve mancozeb pestisitlerinin Genotoksik Etkilerinin belirlenmesi*, Yüksek L. Tezi, Çanakkale 18 Mart Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tomlin, C.D.S., 2000, *The Pesticide Mauual*, A World Compendium, British Crop Protection Council, UK, pp. 1250.
- Top Taşkaya, B., Uçum, İ., 2012, "Türkiye 'de Bitkisel Yağ Açığı", TEPGE Bakış, ISSN: 1303-8346, Sayı:14, Nüsha:2, Ankara
- Topçu, S., 2010, *Antracol WP 70, Challenge SC 600, Dursban 4 Pestisitlerinin Allium cepa Bitkisi Üzerindeki Genotipik, Fenotipik ve Biyokimyasal Etkileri*, Yüksek L. Tezi, Kırıkkale Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Kırıkkale.

- Tort N., Öztürk İ., Tosun N., 2004, Fungisit uygulamalarının domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.)'in anatomik yapısı ve fizyolojisi üzerine etkisi, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 41: 111-122.
- Tort, N., Dereboylu (Eşiz), A., 2003, Captan'ın Biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinde stomalar ve fotosentetik pigment maddeleri üzerine etkileri, *Anadolu (Journal of AARI)* ,13 (1), 142-157, ISSN: 1300-0225.
- Tosun, N., Karabay N. Ü., Sayım F., 2001, Pesticide Usage and Their Potential Adverse Impacts on Living Organisms, *Anadolu, J. of AARI* 11 (1) 2001, 113 – 125.
- Tozlu, E., 2008, Ayçiçeği'nde *Sclerotinia sclerotiorum* ve *Sclerotinia minor*'ın Kültürel, Biyolojik ve Kimyasal Mücadelesi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 39 (2), 281-286, 2008 ISSN: 1300-9036.
- Tuncok, Y., ve Aksay Hocaoglu, N., 2006. Organofosfatlı İnsektisidlerle Zehirlenme, Türkiye Klinikleri. *Journal of Surgeriy Medicinal Science*, 2: 69-73.
- Turabi, M.S., 2004, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü.
- Türkoğlu, S., 1996, Paraquat'ın *Vicia faba* L.' da Mitoz Bölünme, Kromozomlar ve DNA Miktarı Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniv., İzmir.
- Uçum İ, Taşkaya Top B., 2012, “Türkiye’de Bitkisel Yağ Açığı”, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Yayınları, Sayı: 14, Nüsha: 2, Ankara.
- Vanacker, H., Carver, T.L.W. and Foyer, C.H., 1998, Pathogen-Induced Changes in the antioxidant status of the apoplast in barley leaves. *Plant Physiol.*, 117, 1103-1114.
- Vardar, F., Ünal, M., 2009, Tralkoksidim Ve Proklorazın Arpa (*Hordeum vulgare* L. cv *Efes*) Köklerinde Peroksidaz Aktivitesi Üzerine Etkileri, *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Sayı 1-2., Cilt 21, sf 29.
- Vıranı, F., 1977, An improved method for detecting systemic infection of sunflower seedlings caused by *Plasmopara halstedii*, *Acta Phytopathologica Acad. Scientiarum Hungaricae*, 12, 263-267.
- Voight, G. K., 1963, The effects of fungicides, insecticides, herbicides, and fertilizer salts on the respiration of root tips of tree seedlings, *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 17:150-152.
- Vural, N., 1996, *Toksikoloji*, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 344-363.

- Wang ,X., Mohamed, I., Xia, Y., Chen, F., 2014, Effects of water and potassium stresses on potassium utilization efficiency of two cotton genotype, *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 14 (4), 833-844.
- Ware G. ve W., 1980, '*Pesticides: Chemical Tool, Pesticides Theory and Application*, New York, 3-15.
- Weizman, Z., Sofer, S., 1992, *Acute pancreatitis in children with anticholinesterase insecticide intoxication*, *Pediatrics*, 204-206.
- Wen, P. 1997. Pesticides on procedure leave residue of worry, *Pesticide Impacts on Human Health*, *Boston Globe*.
- Witham, F. H., Blaydes, D.F., Deulin, R.M., 1971, *Experiments in Plant Physiology*, Van Nostrand Reinhold Company, 245 p, Newyork.
- Wober, J. B. 1994. Properties and behavior of pesticides in soil, *Mechanisms of Move in Ground Water*, *Lewis Publisher*.
- Worthing, C. R., 1987, 'The Pesticide Manual', A world Compendium, *Great Britain*, 1077s.
- Yağcıoğlu, A., 1993, *Bitki koruma makinaları*, Ege üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 508, 338s. Bornova, İzmir.
- Yakar, S., 2012, *Muğla Bölgesinde Yaygın Kullanılan Bazı İnsektisitlerin Domates (L. esculentum Mill.) Bitkisinde Lipit Peroksidasyon Ve Antioksidatif Sistem Üzerine Etkileri*, Yüksek L. Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu, Ş., Özpaya, T., Uzal, Ö., 2008, Tuz Stresinin Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) Antioksidatif Enzim (SOD, CAT, APX ve GR) Aktivitesi Üzerine Etkisi, *Yüzüncü Yıl Üniv. Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*, 18(1): 61-65.
- Yıldırım, E., 2000, *Tarımsal zararlılarla mücadele yöntemlerinde kullanılan ilaçlar*, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 219, Erzurum.
- Yıldız Dişbudak, G., 2008, *Farklı Ekim Zamanlarının Ayçiçeğinin (Helianthus annuus L.) Verim ve Tarımsal Özellikleri Üzerine Etkisi*, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, s. 45.
- Yılmaz, S., Çelik, H., Zengin, S., Fırat, A.F., 2009, *Tohum, fide ve çeşit seçimi*, Ortaüaltı Biber Yetiştiriciliği, 4. Bölüm, 49-58s, Batı Akdeniz Tarımsal Araş. Enst., Antalya.
- Yu, B.P., 1994, Cellular defences against damage from reactive oxygen species, *Physiol. Rev.*, 74, 139-162,

- Yücel, U., Pestisitlerin insan ve çevre üzerine etkileri. Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi. <http://www.dogainsanisbirligidernegei.org.tr/makaleler/pestisitler.doc>. (Erişim tarihi: 25.10.2015).
- Yücer, M.M., Karaca, İ., 1978, Investigations on sunflower diseases in Thrace, their rate of existence their fungal pathogens and their pathogenicity, *J.Turkish Phytopath.*, 7-39-50.
- Yüzbaşıoğlu, D., 2001, *İlloxan ve Racer Herbisitlerinin Allium cepa L. Kök Ucu Hücrelerinde Mitoz Bölünmeye ve Kromozomlara Etkileri*, Doktora Tezi, Gazi Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yüzbaşıoğlu, D., 2003, Cytogenetic effects of fungicide Afugan on the Meristematic cells of *Allium cepa L.*, *Cytologia*, 68:3, 237-243.
- Yüzbaşıoğlu, D., Ünal, F., Sancak, C., 2009, Genotoxic effects of herbicide Illoxan (diclofop-methyl) on *Allium cepa L.*, *Turkish Journal of Biology*, 32: 283-290.
- Zabalza A, Gastón S, Sandalio LM, del Río LA, Royuela M, 2007, *Oxidative stress is not related to the mode of action of herbicides that inhibit acetolactate synthase*, *Environ Exp Bot* 59: 150–159
- Zhang, X.Y., Chen da, C., Xiu, M.H., 2009, The novel oxidative stress marker thioredoxin is increased in first-episode schizophrenic patients, *Schizophr Res.*, 113:151-7.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	Esra GÜLMEZ
Uyruğu	T.C.
Doğum tarihi, Yeri	22.03.1989/Gerede
E-mail	esraglmz89@hotmail.com

Eğitim

Derece	Kurum/Anabilim Dalı/Programı	Yılı
Lisans	İ.Ü.Fen Fakültesi Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü (Ç.A.P)	2013
Lisans	İ.Ü.Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü	2012
Lise	Bolu Atatürk Lisesi (Y.D.A)	2007