



T.C.  
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK LİSANS TEZİ

CAPTAN'IN DOLMALIK BİBER (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* L. cv. Kandil) BİTKİSİ ÜZERİNE GENOTOKSİK VE FİZYOLOJİK ETKİLERİ

Müge DAZKIR

Biyoloji Anabilim Dalı

Botanik Programı

Danışman

Prof.Dr. Muammer ÜNAL

Kasım, 2015

İSTANBUL

Bu çalışma 24/11/2015 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 KÜÇÜKER  
İstanbul Üniversitesi  
Fen Fakültesi



İmza  
Doç. Dr. Gülriz BAYÇU  
KAHYAOĞLU  
İstanbul Üniversitesi  
Fen Fakültesi



İmza  
Yrd. Doç. Dr. Serap ÇAĞ  
İstanbul Üniversitesi  
Fen Fakültesi



İmza  
Doç. Dr. Filiz VARDAR  
Marmara Üniversitesi  
Fen-Edebiyat Fakültesi

Bu alışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliđinin 41885 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, Biyolog Dr. Eda DALYAN'a ve Biyolog Dr. Taylan KÖSESAKAL'a,

Çalışmalarımın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen çalışma arkadaşlarım; Ilgın AKPINAR'a, Esra GÜLMEZ'e, Tuğçe ERÜRKER'e ve Gümrah SEYHAN'a,

Her zaman bana güvenen, beni destekleyen, kendimi geliştirmem ve başarılı olmam için her türlü olanağı sağlayan, hayatta her zorluğun bir güzellik getirdiğini hiçbir zaman unutturmayan, fedakârlıklarını asla ödeyemeyeceğim biricik aileme,

İçtenlikle teşekkür ederim.

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ii
TABLO LİSTESİ .....	vi
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ .....	vii
ÖZET.....	viii
SUMMARY .....	ix
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. GENEL KISIMLAR .....</b>	<b>4</b>
2.1.DOLMALIK BİBER ( <i>Capsicum annuum</i> LINNAEUS).....	4
2.2.PESTİSİT .....	7
2.2.1.Captan .....	11
2.2.2.Pestisitlerin Tohum Kaplamacılığındaki Önemi.....	13
2.3.PESTİSİTLERİN MİTOTİK AKTİVİTE ÜZERİNE ETKİLERİ .....	14
2.4.PESTİSİTLERİN ANTİOKSİDAN SAVUNMA SİSTEMLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ.....	16
<b>3. MALZEME VE YÖNTEM .....</b>	<b>22</b>
3.1.MALZEME.....	22
3.1.1.Bitki Materyali Temini ve Hazırlanması .....	22
3.2.YÖNTEM .....	24
3.2.1.Kök Uzunlukları ve Çimlenme Oranlarının Belirlenmesi .....	24
3.2.2.Kök Membran Permeabilitesindeki Değişimler (Root Electrolyte Leakage) .	24
3.2.3.Preparat Hazırlanması ve Mitotik İndeksin Belirlenmesi .....	25
3.2.4.Antioksidan Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi.....	26
3.3.İSTATİSTİKSEL ANALİZ.....	27
<b>4. BULGULAR .....</b>	<b>28</b>
4.1.CAPTAN'IN TOHUM ÇİMLENMESİNE ETKİLERİ.....	28

4.2.CAPTAN'IN KÖK BÜYÜMESİNE ETKİLERİ.....	29
4.3.KÖK MEMBRAN PERMEABİLİTESİ (ROOT ELECTROLYTE LEAKAGE) SONUÇLARI.....	31
4.4. <i>Capsicum annuum</i> L. MİTOTİK BÖLÜNME EVRELERİ.....	32
4.5. <i>Capsicum annuum</i> L. MİTOTİK BÖLÜNME EVRELERİNDE GÖRÜLEN ANOMALİLER.....	32
4.6.CAPTAN'IN MİTOTİK İNDEKSE ETKİLERİ.....	39
4.7.CAPTAN'IN MİTOZ BÖLÜNME EVRELERİNDEKİ HÜCRELERİN DAĞILIMINA ETKİLERİ.....	40
4.8.CAPTAN'IN MİTOTİK KROMOZOM DAVRANIŞLARINA ETKİLERİ.....	41
4.9.ANTİOKSİDAN ENZİM AKTİVİTE DEĞİŞİMLERİ.....	42
4.8.1 Süperoksitdismutaz (SOD) Aktivitesi.....	42
4.8.2. Katalaz (CAT) Aktivitesi.....	44
4.8.3. Glutasyon Redüktaz (GR) Aktivitesi.....	44
4.8.4. Total Peroksidaz (POX) Aktivitesi.....	46
<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....</b>	<b>47</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>56</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>68</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa No

- Şekil 2.1:** Pestisitlerin ekosistemdeki bozunma sürecini gösteren şema (Pierzynski ve diğ., 1994).....8
- Şekil 2.2:** Türkiye’de gruplara göre pestisit kullanım oranları (Sektör Raporu, 2012) .....9
- Şekil 2.3:** Captan fungusiti molekül yapısı.....12
- Şekil 2.4:** ROT ve antioksidan savunma mekanizması .....18
- Şekil 3.1:** Dolmalık biber bitkisi genel görünüm .....23
- Şekil 3.2:** Dolmalık biber tohumlarının petriye ekimleri.....24
- Şekil 4.1:** Dolmalık biberde Captan’ın tohum çimlenmesine etkileri (7., 14. ve 21.gün) (%). Kontrol: Distile su. Captan 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır .....29
- Şekil 4.2:** Dolmalık biberde Captan’ın kök uzunluğuna etkileri (cm). Kontrol: Distile su. Captan 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır (7.gün).....30
- Şekil 4.3:** Dolmalık biberde Captan’ın kök uzunluğuna etkileri (cm). Kontrol: Distile su. Captan 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları ± standart sapmayı göstermektedir (P<0, 05) .....30
- Şekil 4.4:** 21.gün Kontrol: Distile su. 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM Captan uygulamasına maruz bırakılan dolmalık biberin membran permeabilitesinde (S/m) gözlenen değişimler. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları ± standart sapmayı göstermektedir (P<0, 05) .....31
- Şekil 4.5:** Dolmalık biber kök hücrelerinde mitotik profaz (A), metafaz (B), anafaz (C), telofaz (D) safhaları (Kontrol Grubu).....32
- Şekil 4.6:** 25 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde kutup kayması ve kromozom köprüsü (A), c-mitoz anomalileri (B) .....33
- Şekil 4.7:** 25 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde fragment oluşumu anomalisi (A). .....33
- Şekil 4.8:** 25 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde kutup kayması (A), tabla kayması ve kromozomlarda yapışıklılık anomalileri (B) .....34
- Şekil 4.9:** 50 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde kromozomlarda yapışıklılık (A-D) ve kutup kayması anomalileri (B-C).....34

- Şekil 4.10:** 50 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde kalgın kromozom (A) ve kromozomlarda yapışıklılık anomalileri (B-C) .....35
- Şekil 4.11:** 50 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde kalgın kromozom ve fragment oluşumu anomalileri (A-B) .....35
- Şekil 4.12:** 100 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde kromozom köprüsü (A), kutup kayması ve multipolarite anomalileri (B) .....36
- Şekil 4.13:** 100 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde kutup kayması (A) ve fragment oluşumu anomalileri (B) .....36
- Şekil 4.14:** 100 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde kromozomlarda yapışıklılık anomalileri (A-B-C) .....37
- Şekil 4.15:** 150 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde kromozomlarda yapışıklılık (A-B), c-mitoz anomalileri (C-D).....37
- Şekil 4.16:** 150 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde kromozomlarda yapışıklılık anomalileri (A-B-C) . .....38
- Şekil 4.17:** 150 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde kalgın kromozom (A), kromozomlarda ayrılmama (B) ve kutup kayması anomalileri (C) .....38
- Şekil 4.18:** Dolmalık biberde Captan'ın mitotik indekse etkileri (%). Kontrol: Distile su. Captan 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları ± standart sapmayı göstermektedir (P<0, 05) .....40
- Şekil 4.19:** 21 gün süreyle Kontrol: Distile su. 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM Captan uygulamasına maruz bırakılan dolmalık biberin süperoksit dismutaz aktivitesinde (%) gözlenen değişimler. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları ± standart sapmayı göstermektedir (P<0, 05) .....43
- Şekil 4.20:** 21 gün süreyle Kontrol: Distile su. 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM Captan uygulamasına maruz bırakılan dolmalık biberin katalaz aktivitesinde (ünite/mg protein/ dk) gözlenen değişimler. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları ± standart sapmayı göstermektedir (P<0, 05) .....44
- Şekil 4.21:** 21 gün süreyle Kontrol: Distile su. 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM Captan uygulamasına maruz bırakılan dolmalık biberin glutatyon aktivitesinde (ünite/mg protein/ dk) gözlenen değişimler. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları ± standart sapmayı göstermektedir (P<0, 05) .....45
- Şekil 4.22:** 21 gün süreyle Kontrol: Distile su. 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM Captan uygulamasına maruz bırakılan dolmalık biberin peroksidaz aktivitesinde (ünite/mg protein/ dk) gözlenen değişimler. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları ± standart sapmayı göstermektedir (P<0, 05) .....46



## TABLO LİSTESİ

### Sayfa No

<b>Tablo 2.1:</b> 100gr taze biberin besin değeri (Dalar, 2008). .....	5
<b>Tablo 2.2:</b> Dünya yaş sebze ihracatında ilk 10 ürün (FAO, 2012) .....	6
<b>Tablo 2.3:</b> Antioksidan enzimler, buldukları yerler, etkileri.....	17
<b>Tablo 4.1:</b> Dolmalık biberde Captan'ın tohum çimlenmesine etkileri (%). Kontrol: Distile su. Captan 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır.....	28
<b>Tablo 4.2:</b> Dolmalık biberde Captan'ın kök uzunluğuna etkileri (cm). Kontrol: Distile su. Captan 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır (7.gün).....	30
<b>Tablo 4.3:</b> Dolmalık biberde Captan'ın mitotik indekse etkileri (%). Kontrol: Distile su. Captan 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır .....	39
<b>Tablo 4.4:</b> Dolmalık biberde Captan'ın mitotik bölünme evrelerindeki hücre dağılımına etkileri. Kontrol: Distile su. Captan 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır .....	41
<b>Tablo 4.5:</b> Dolmalık biberde Captan'ın oluşturduğu mitotik anormallikler .....	42
<b>Tablo 4.6:</b> Dolmalık biberde Captan'ın SOD aktivitesine etkileri (%). Kontrol: Distile su. Captan 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır .....	43
<b>Tablo 4.7:</b> Dolmalık biberde Captan'ın CAT aktivitesine etkileri (ünite/mg protein/dk). Kontrol: Distile su. Captan 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır .....	44
<b>Tablo 4.8:</b> Dolmalık biberde Captan'ın GR aktivitesine etkileri (ünite/mg protein/dk). Kontrol: Distile su. Captan 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır .....	45
<b>Tablo 4.9:</b> Dolmalık biberde Captan'ın POX aktivitesine etkileri (ünite/mg protein/dk). Kontrol: Distile su. Captan 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır .....	46

## SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
<b>Ca</b>	: Kalsiyum elementi
<b>cm</b>	: Santimetre
<b>Cu</b>	: Bakır
<b>DAB</b>	: 3,3'-diaminobenzidine tetrahidroklorid
<b>DNA</b>	: Deoksiribonükleik asit
<b>EDTA</b>	: Etilendiamin tetraasetik asit
<b>Fe</b>	: Demir elementi
<b>HCl</b>	: Hidroklorik asit
<b>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>	: Hidrojen peroksit
<b>K</b>	: Potasyum elementi
<b>KCN</b>	: Potasyum siyanür
<b>L</b>	: Litre
<b>Mg</b>	: Magnezyum elementi
<b>mg</b>	: Miligram
<b>mM</b>	: Milimolar
<b>Mn</b>	: Manganez
<b>N</b>	: Azot elementi
<b>Na</b>	: Sodyum elementi
<b>NBT</b>	: Nitro-blue tetrazolium
<b>P</b>	: Fosfor elementi
<b>V</b>	: Hacim
<b>Zn</b>	: Çinko
<b>2,4 D</b>	: 2,4 Dikloro-fenoksi-asetikasit
<b>µg</b>	: Mikrogram
<b>µM</b>	: Mikromolar
<b>%</b>	: Yüzde
<b>° C</b>	: Santigrad derece

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
<b>CAT</b>	: Katalaz
<b>FAO</b>	: Dünya Gıda ve Tarım Örgütü
<b>GR</b>	: Glutasyon redüktaz
<b>GSH</b>	: Glutasyon peroksidaz
<b>OK</b>	: Organik Kirleticiler
<b>PCB</b>	: Polikloro Bifenil
<b>POX</b>	: Peroksidaz
<b>ROT</b>	: Reaktif Oksijen Türevi
<b>SOD</b>	: Süperoksit dismütaz
<b>TEEP</b>	: Tetraetilpirofosfat

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### CAPTAN'IN DOLMALIK BİBER (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* L. cv. Kandil) BİTKİSİ ÜZERİNE GENOTOKSİK VE FİZYOLOJİK ETKİLERİ

Müge DAZKIR

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

**Danışman: Prof. Dr. Muammer ÜNAL**

Tohum kaplamacılığında kullanılan, Captan fungusitinin hedef olmayan organizma olan dolmalık biber (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* L. cv. Kandil) tohumlarının çimlenmesi, kök büyümesi, mitotik indeksi, kromozom bozuklukları, antioksidan enzim (CAT, POX, SOD, GR) aktiviteleri ve membran permeabilitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada Captan'ın dört farklı konsantrasyonu (25µM, 50µM, 100µM, 150µM) kullanılmıştır. Petrilerde distile su (kontrol) ve farklı konsantrasyonlarda solüsyonla ıslatılmış filtre kâğıdında çimlendirilmiştir. 7 günlük bitkilerde çimlenme oranları, kök büyümesi ve mitotik indeks oranları belirlenmiştir. 21 günlük bitkilerde ise kök membran permeabilitesi ve antioksidan enzim aktivasyonları (SOD, CAT, GR, POX) ile ilgili ölçümler yapılmıştır.

Elde ettiğimiz verilere göre tarımsal alanlarda uygulaması yapılan Captan fungusitinin; 7 günlük dolmalık biber tohumlarının çimlenme yüzdesini azalttığı, kök büyümesini inhibe ettiği, mitotik indeksi düşürdüğü, kromozom anomalilerini (kromozom kırıkları, kromozomlarda yapışıklık, c-mitoz, kalgın kromozom) teşvik ettiği bulunmuştur. 21 günlük bitkilerde ise konsantrasyon artışına bağlı olarak, kök membran permeabilitesini arttırdığı SOD aktivitesini düşürdüğü, CAT, GR, POX aktivitelerini arttırdığı saptanmıştır.

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

Kasım, 2015, 80 sayfa.

**Anahtar kelimeler:** Dolmalık biber, Captan, fizyolojik etki, genotoksik etki

## **SUMMARY**

**M.Sc. THESIS**

**THE PHYSIOLOGICAL AND GENOTOXIC EFFECTS OF CAPTAN ON  
BELL PEPPER (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* L. cv. Kandil) PLANTS**

**Müge DAZKIR**

**İstanbul University**

**Institute of Graduate Studies in Science and Engineering**

**Department of Biology**

**Supervisor : Prof. Dr. Muammer ÜNAL**

Effects of Captan fungicide, which is used for seed coating on non-target organisms bell pepper (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* L. cv. Kandil) seeds, germination, root elongation, mitotic index, chromosome abnormalities, antioxidant enzyme activities (CAT, POX, SOD, GR) and membrane permeability were researched. In this study, four different concentrations of Captan were used. The seeds were germinated in petri dishes on wet filter paper with distilled water (control) and in solutions with different concentrations (25µM, 50µM, 100µM, 150µM). Germination rates, root growth and mitotic index were determined in 7 day old seedling, root membrane permeability and activation of antioxidant enzymes measurements were carried on the 21<sup>st</sup> day old seedlings.

According to the data, it was observed that the effects of Captan fungicide, which was applied in agricultural field, on the 7<sup>th</sup> day old seeds' germination rates, root growth, mitotic index have reduced and chromosome abnormalities (chromosomal fragmentation, stickness, laggard, c-mitosis) have increased on bell pepper. On the other hand it was determined that on the 21<sup>st</sup> day old seedling, root membrane permeability, CAT, GR, POX activities have increased and SOD activity has reduced depending on the different doses of fungicide concentrations.

At the end of our research, we evaluated the toxic effects of Captan fungicide on non-target organism bell pepper.

November, 2015 , 80 pages.

**Keywords:** Bell pepper, Captan, physiological effects, genotoxic effects.

## 1. GİRİŞ

Bitkiler, hızla artan dünya nüfusunun temel besin kaynağını oluşturmaktadır (Badr, 1986; Kligerman ve diğ., 2000; Arslanoğlu, 2011). Solanaceae familyasının bir üyesi olan dolmalık biber (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* L.) bitkisi de sıklıkla tercih edilen besin kaynaklarından biri olup, ülkemiz ve dünya tarımında önemli bir yere sahiptir. Dünyada üretilen 12.000.000 ton biberin yaklaşık %10'u Türkiye'de üretilmektedir. Türkiye'de yılda üretilen 1.200.000 ton biberin %60'ını sivribiber, %28'ini dolmalık biber, %4'ünü çarliston biber, %8'ini kapyra, domates biberi, kurutmalık biberler ve pul biber elde etmeye uygun biberler teşkil etmektedir. Biberler taze, pişmiş, konserve, salça vb. gibi çeşitli şekillerde kullanılabilirler (Aybak, 2002; Atilla, 2007). Fakat biberin yetiştirilmesi sırasında ortaya çıkan, mantar, bakteri, virüs vb. zararlıların neden olduğu hastalıklar önemli ürün kayıplarına neden olmaktadır (Bose ve diğ., 2002; Chadha, 2003). Tarımsal üretimde kalite ve verimliliğin artırılması, hasat öncesi ve sonrasında kayıpların önlenmesi ve depo ömrünün uzatılması amacıyla ise pestisit kullanımı tercih edilmektedir (Öğüt ve diğ., 2003; Akpınar, 2014).

Pestisitler, tarımsal ürünlere zarar veren ve ürün kaybına neden olan hastalık yapıcı mikroorganizma, böcek, kemirici, yabancı ot, mantar gibi zararlıları uzaklaştırmak ve yok etmek amacıyla kullanılan kimyasal maddelerdir (Nixon, 2000; Ünal, 2004). Pestisitler kullandıkları hedef organizmalara göre fungusit, herbisit, insektisit vb. şekilde sınıflandırılmaktadırlar. Fungusitler, tarımsal ürünleri mantar enfeksiyonlarına karşı korumak amacıyla tohum kaplamacılığında ve toprak üstü organların ilaçlanmasında kullanılmaktadır (Chadha, 2003; Durmuşoğlu ve diğ., 2001). Fungusit, insektisit vb. kimyasallar ile tohumların kaplanması ekim işlemini kolaylaştırdığı ve bu nedenle tercih edildiği bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Kavitha, 2007; Akpınar, 2014).

Tarımsal savaşta kullanılan pestisitler, hedef organizmaları yok ederek ürün artışına neden olmalarının yanında, hedef olmayan canlılarda da hasarlara yol açabilmektedirler

(Amdur ve diğ., 1991; Nixon, 2000). 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 ve diğ., 2000). Fungusitlerin koruyucu etkilerinin yanı sıra hedef olmayan organizma üzerinde de birçok olumsuz etkiye neden olduğu yapılan araştırmalarla kanıtlanmıştır (Bolognesi ve Morasso, 2000; Liu, 2003; Kırımlı, 2007; Tok, 2010). Araştırmalara göre, bitkilerde 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 geldiği gözlenmiştir (Özgörücü ve diğ., 1994; Ateeq ve diğ., 2001). Ayrıca fungusitler, oksidatif strese neden olarak reaktif oksijen türlerinin oluşumunu teşvik etmekte, bazı enzimlerin katalitik etkisini engellemekte ve çimlenme üzerinde olumsuz bir etki meydana getirmektedir (Levitt, 1980; Hopkins, 1995; Tort ve diğ., 2003). Yapılan araştırmalar sonucunda fungusitlerin mezofil dokusunun gelişimini engellediği ve fotosentez-solunum reaksiyonlarını olumsuz etkilediği de gösterilmiştir (Öztürk, 2004; Karavaş, 2002; Çalı, 2013; Tort ve diğ., 2004).

Dolmalık biberde; kök boğazı yanıklığı, mildiyö, gövde yanıklığı, külleme, kurşuni küf, beyaz çürüklük ve meyve çürüklüğü gibi fungal hastalıklara neden olan zararlılarla mücadele amacıyla da fungusitler kullanılmaktadır (Gupta ve Paul, 2002; Gupta ve Thind, 2006; Ölmez, 2006). Bitkileri fungal organizmalara karşı korumak amacıyla kullanılan Captan fungusitinin dolmalık biber (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* L.) bitkisinde çimlenmeyi inhibe ettiği, klorofil ve karotenoid içeriğini azalttığı ve stoma morfolojisinde bozukluk yarattığı yapılan araştırmalarla belirlenmiştir (Tort ve diğ., 2003). Fakat dolmalık biber bitkisi üzerinde Captan fungusitinin kullanımı ile ortaya çıkan sitotoksik-genotoksik etkiler ve antioksidan enzim aktiviteleri hakkında yeterli veriye rastlanamamıştır.

Bu çalışmada, bir fungusit olan Captan'ın hedef olmayan organizma olan dolmalık biber (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* L. cv. Kandil) bitkisi üzerindeki genotoksik ve fizyolojik etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu hedef doğrultusunda antioksidan enzim aktiviteleri (POX, CAT, GR, SOD), kromozom anomalileri (kalgın

kromozom, kromozom köprüleri, c-mitoz, polarite vb.), kök membran permeabilitesi, kök uzunlukları ve çimlenme oranları belirlenmiştir.

Yapılan çalışmaların sonucunda yüksek dozlarda fungusit uygulamasının hedef olmayan organizma olan dolmalık biberde oksidatif strese yol açtığı; membran permeabilitesini artırdığı, SOD aktivitesini düşürdüğü ve CAT, POX, GR aktivitelerini yükselttiği görülmüştür. Bunun yanı sıra uygulama dozlarının artışına bağlı olarak kromozomal anomalilerde artış görülürken mitotik indeksin azaldığı tespit edilmiştir. Mitoz bölünme oranlarındaki düşüğe paralel olarak çimlenme ve kök büyümesinin de azaldığı gözlenmiştir.

## 2. GENEL KISIMLAR

### 2.1. DOLMALIK BİBER (*Capsicum annuum* LINNAEUS)

Anavatanı Orta ve Güney Amerika olan biber (*Capsicum annuum* L.) kültüre alınan en eski bitkiler arasındadır (Göçmen, 2006; Erdem, 2007; Yıldız, 2008). Uzun yıllardan beri besin maddesi, baharat, ilaç ve hatta süs eşyası olarak değerlendirildiği, Kızılderililere ait arkeolojik bulgular üzerindeki şekil ve resimlerden anlaşılmaktadır. *C. annuum* L. bitkisinin geniş bir çeşitlilik gösterdiği Meksika ve Orta Amerika biberin asıl gen merkezidir (Duman, 2004; Yıldız, 2008; Bozokalfa ve diğ., 2009). Çoğu biber türleri  $2n=24$  kromozomlu olmakla birlikte yabani biberlerde  $2n=48$  kromozoma rastlamak mümkündür (Krug, 1986; Chadha, 2003).

Biber, tüm dünyada yetiştirilebilmektedir. Ancak ılıman, subtropik ve tropik iklim kuşaklarında yetiştirildiğinde verim ve kalite artmaktadır (Göçmen, 2006; Yıldız, 2008; Dalar, 2008). Yaklaşık 30 biber türü mevcuttur. Bunlardan ekonomik öneme sahip 5 türün kültürü yapılmaktadır. Bunlar: *Capsicum annuum* L., *Capsicum baccatum* L., *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav., *Capsicum frutescens* L. ve *Capsicum chinense* Jacq. çeşitleridir (Wang ve diğ., 2006; Yıldız, 2008; Dalar, 2008). *Capsicum annuum* türünün birden fazla varyetesi bulunmaktadır.

- ✓ *C.annuum* var. *cerasiforme*: Kiraz biberleridir. Meyveleri küçük, 2-3 cm ve dik durur.
- ✓ *C.annuum* var. *conoides*: Meyveleri konik veya uzuncadır. 2-10 cm, silindir şeklindedir, dik durur.
- ✓ *C.annuum* var. *fasciculatum*: Kırmızı salkım biberleridir, 5-8 cm uzunluktadır, meyveleri dik durur.
- ✓ *C.annuum* var. *longum*: Uzun sivri biberler grubudur. 5-30 cm uzunlukta ve meyveleri sarkık durur.
- ✓ *C.annuum* var. *grossum*: Dolmalık biber grubudur. Meyveler, iri 3-4 bölmeli, 3-10 cm, dik veya sarkık durur (Baytop, 1971; Aliyu ve diğ., 1994; MEGEP, 2008).



Renklenmiş taze biber meyvesi C, E vitaminleri, karotenoid (Matsufuji ve diğ., 2005) ve provitamin A (Sun ve diğ., 2007) kaynağıdır. Bundan dolayı da dünya gıda endüstrisinin vazgeçilmez bir unsurudur. Biber; taze, pişmiş veya ketçap, hazır çorba, turşu, sucuk, tarhana ve pastırmanın içinde kullanılabilceği gibi, dondurulmuş gıda olarak ve kurutularak gıda sanayinde, boyar madde olarak boya sanayinde vb. çeşitli alanlarda kullanılabilir (MEGEB, 2008; Aybak, 2006; Keleş, 2007; Dalar, 2008). İçerdiği değişik mineral ve vitaminlerin yanında, acı çeşitlerde acı ve yakıcı tadı veren alkaloidleri de içerir (Tablo 2.1). Biberlerdeki acılık özelliğini veren kapsaisin ( $C_{18}H_{27}NO_3$ ), meyvenin septa ve plasental dokusunda bulunmaktadır (Dalar, 2008; Aydın, 2010). Kapsaisinin vücut ısısını indüklediği, enerji harcanmasını ve kan dolaşımını arttırdığı ve oksidatif stresi önlediği bildirilmektedir (Kopec ve diğ., 2002; Turgut ve diğ., 2004; Erdem, 2007). Biber ayrıca ticari açıdan dünya genelinde bir renklendirici ajan olarak da kullanılır (Erdem, 2007; Dalar, 2008).

**Tablo 2.1:** 100gr taze biberin besin değeri (Dalar, 2008).

İçindekiler	Oranları
Protein	1.5 g
Yağ	0.1 g
Karbonhidrat	5.4 g
Demir	0.88mg
Fosfor	15mg
Kalsiyum	4 mg
Vitamin A	338 IU
Vitamin B1	0.053mg
Vitamin B2	0.035mg
Vitamin B6	0.303mg
Vitamin C	111.4 mg
Kalori	38

Dünyada 31 milyon tonu aşkın biber üretimi gerçekleştirilmiştir. Küresel yaş sebze ihracatında ise 4,3 milyar dolarlık ihracat hacmiyle biber ikinci sırada gelmektedir (Tablo 2.2). Hollanda 1,1 milyar dolarlık biber ihracatı ile dünya lideri konumunda bulunmakta olup, bu ülkeyi İspanya (802 milyon dolar, %18,8 pay) ve Meksika (785 milyon dolar, %18,5 pay) izlemektedir. Türkiye 2012 yılında gerçekleştirdiği 75 milyon dolarlık biber ihracatıyla 9'uncu sırada yer almıştır (T.C. Ekonomi Bakanlığı, Yaş meyve ve sebze sektör raporu, 2014).

**Tablo 2.2:** Dünya yaş sebze ihracatında ilk 10 ürün (AKİB, 2015).

	MADDE	EKİM 2014		EKİM 2015	
		MİKTAR (KG)	DEĞER (\$)	MİKTAR (KG)	DEĞER (\$)
1	DOMATES	10.478.754	8.175.851,08	37.001.486	18.024.923,07
2	BİBER	3.542.906	4.240.904,37	4.576.891	4.341.910,29
3	HIYAR.KORNIŞON	8.908.892	6.400.931,80	3.940.441	2.444.449,95
4	KABAK	2.777.311	1.636.363,51	3.417.331	1.688.416,05
5	HAVUÇ.TURP	6.566.708	761.580,33	10.809.417	1.492.150,84
6	MARUL.HİNDİBA	335.005	174.274,95	1.267.697	859.782,09
7	PATLICAN	1.381.985	959.810,70	941.663	635.193,06
8	SOĞAN.ŞALOT	6.826.854	1.036.765,14	4.842.631	602.098,91
9	PATATES	630.135	89.611,58	5.073.740	520.280,24
10	MANTAR	123.752	1.021.548,73	77.381	505.166,78

Ülkemizin sebze üretimine bakıldığında domates, hıyar, biber, patlıcan ve karpuz gibi ürünlerin de dahil olduğu meyvesi için yetiştirilen sebze grubunun toplam sebze üretiminden %82,7'lik bir pay aldığı görülmektedir. Nitekim 11,8 milyon tonluk üretim hacmiyle domates ülkemizde en çok yetiştirilen sebze olup, toplam sebze üretiminden %41,5 pay almaktadır. Bu ürünü 3,9 milyon tonluk üretimle karpuz ve 2,2 milyon ton ile biber (salçalık, dolmalık ve yeşil) izlemektedir. (T.C. Ekonomi Bakanlığı, Yaş meyve ve sebze sektör raporu, 2014) (Tablo 2.2).

Biber üretimini sınırlayan ana faktörlerden birisi bakteriyel, viral ve fungal hastalıklardır (Sayılır ve Özzambak, 2005). Ekonomik açıdan değerli olan bu bitkinin besin kalitesi ve verimi hesaba katılırsa sebzeçilikte ürün kayıplarına neden olabilecek hastalıklarla mücadelenin önemi daha da iyi anlaşılmaktadır (Chadha, 2003; Ölmez, 2006). Ülkemizde yetiştirilen kültür bitkilerinde ekonomik olarak zarara neden olan yüzlerce hastalık etmeni, zararlı ve yabancı ot bulunmaktadır. Bunlarla gerekli mücadele çalışmaları yapılmadığında ürün kaybı ortalama %35 dolaylarında olmaktadır (Bose ve diğ., 2002; Gupta ve Paul, 2002; Gupta ve Thind, 2006).

Biber yetiştiriciliği yapılan alanlarda ekonomik düzeyde ürün kayıplarına neden olan en önemli hastalık etmenlerinden biri de funguslardır (Aksu, 1984). En yaygın olarak görülen fungus ise kök ve kök boğazı çürüklüğüne neden olan *Phytophthora capsici* Leon.'dur. Hastalık, biber yetiştirilen hemen hemen bütün alanlarda görülmekte ve

görüldüğü zamanlarda önemli ürün kayıplarına neden olmaktadır (Abak ve Pitrat, 1981). *P. capsici* toprakta doğal olarak bulunan bir fungusdur. Aşırı toprak nemi, sıcaklık ve nemli hava koşullarının olduğu zamanlarda bitki gelişiminin her devresinde bitkileri enfekte edebilmektedir (Garrett, 1970). Bunun yanısıra bakteriyel kanser ve solgunluk hastalığı (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*), leke hastalığı (*Xanthomonas vesicatoria* pv), biber mozaik virüs hastalığı (*Cucumber mosaic virus*) gibi birçok hastalık tohumla taşınabileceği gibi toprak vasıtası ile de bitkiyi enfekte edebilmektedir (Gupta ve Paul, 2002).

Hastalıklar nedeniyle ortaya çıkan ürün kaybından dolayı insanlar tarımsal alanlardaki verimi arttırabilmek ve gıda maddelerinin dayanım sürelerini uzatabilmek için çok farklı yöntemler kullanmaktadırlar. Bunlardan birisi de kimyasal mücadele yöntemidir. Bu amaçla kullanılan kimyasallara pestisit adı verilmektedir (Durmuşoğlu ve diğ., 2001; Delen, 2008; Akdoğan, 2011).

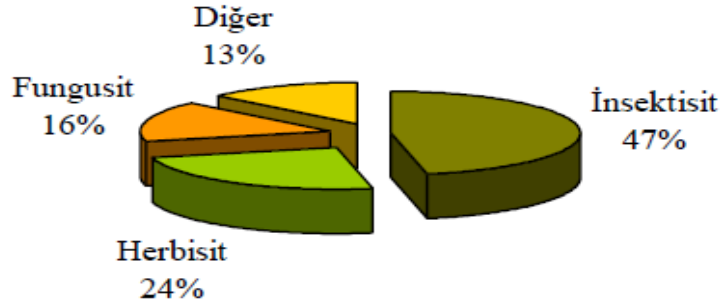
## 2.2. PESTİSİT

Pestisit; insan, hayvan, bitki üzerinde ve çevresinde bulunan veya yaşayan, ayrıca besin maddelerinin üretimi, hazırlanması, depolanması ve tüketimi sırasında onların besin değerini azaltan zararlıları öldürmek için kullanılan maddelerdir. Bu zararlılar çeşitli hastalıkları taşıyan parazitler, yabancı ot ve mantarlar, tarım ve bitki zararlısı böcekler, insan, hayvan, çevre ve barınaklardaki sinek, bit, pire, kene, uyuz, hamam böceği gibi uçan ve yürüyen canlılardır (Kaya ve diğ., 2002; Ambrus, 2004; Ünal, 2004; Durmuşoğlu, 2007).

Tarih öncesi dönemlerden beri kullanılan pestisitlerden ilk olarak uygulananları; piretrin ve rotenon gibi bitkisel kaynaklı olanlardır. İlk ditiyokarbamat fungusiti olan “zineb” Heuberger, J.M. ve Manns tarafından 1943’te, ilk dikarboksimid fungusiti olan “Captan” Kittlesan tarafından 1949’da keşfedilmiş ve piyasaya sunulmuştur (Ware, 1980). Tarımdaki gelişmelerle birlikte, 1950’ lerde, ürün miktarını ve kaliteyi arttırmak için büyük ölçüde pestisit kullanımına başlanmış ancak pestisitlerin yararlarının yanı sıra, uzun süreli kullanımları sonucunda, ekosistem sağlığına zarar verdiği de ortaya konulmuştur. Bundan dolayı kimyasalların tarım amaçlı kullanımları belirli maddelerle sınırlandırılmıştır (Pavlica ve diğ., 2000; Kaya ve diğ., 2002; Chandra ve diğ., 2005; Durmuşoğlu, 2007).



Dünyada tarım ilacı üretiminde, insektisitlerin gerek üretim miktarı, gerekse üretim değeri bakımından tüm tarım ilaçları içerisinde birinci sırada olduğu görülmektedir. Bunu sırasıyla fungusitler, herbisitler ve diğerleri izlemektedir. İsektisitlerin üretim miktarları yıllar itibarıyla yaklaşık 10.000-16.000 ton aralığında seyretmektedir. Fungusitler yaklaşık 7.500-12.000 ton, herbisitler ise 6.500-8.700 ton aralıklarında üretilmektedir (Başpınar ve diğ., 2010). Türkiye’de ise tarım ilacı tüketimi 28.220 – 53.860 ton arasında değiştiği bilinmektedir (Kızıllarslan ve diğ., 2011). Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de en çok kullanılan pestisit grupları, insektisitler, herbisitler ve fungusitlerdir (Şekil 2.3).



**Şekil 2.2:** Türkiye’de gruplara göre pestisit kullanım oranları (Sektör Raporu, 2012).

Pestisitler, değişik şekillerde sınıflandırılmaktadırlar. Yaygın olarak kimyasal yapılarına, kullanıldıkları hedef organizmaya ve etki mekanizmalarına göre adlandırılmaktadırlar (Ünal, 2004).

Pestisitler kimyasal yapılarına göre;

1. Organofosfatlar
2. N-metil karbamatlar
3. Klorlu hidrokarbonlar
4. Bisditiyokarbamatlar
5. Organotinler
6. Botanik kökenli maddeler
7. Arsenikler
8. Fenoksialifatik asitler

9. Piretroidler

10. Fenol türevleri

11. Mikrobiyaller olarak sınıflandırılırlar (Çobanoğlu, 1997; Koren ve diğ., 1996).

Hedef organizmaya göre sınıflandırıldıklarında organizma grubunun sonuna –sit eki getirilerek adlandırılırlar;

1. İnsektisitler, (bitki, toprak, insan ve hayvanlar ile çevrelerinde yaşayan böceklere karşı kullanılan),
2. Akarisitler (örümcek, bit, kene, vb. parazitlere karşı kullanılan),
3. Afisitler (yaprak bitlerine karşı kullanılan),
4. Mollusisitler (sümüklü böceklerin kontrolünde kullanılan),
5. Fungusitler (tarımda mantar zararlılarına karşı kullanılan),
6. Nemositler (toprak ve bitki nematotlarına karşı kullanılan),
7. Herbisitler (tarımda yabancı otlarla mücadele için kullanılan),
8. Algisitler (alglere, yosunlara karşı kullanılan)
9. Sıçan zehirleri (tarımda veya ev, ahır vb. yerlerdeki kemiriciler gibi zararlı hayvanlarla mücadele için kullanılan),
10. Bitki gelişme düzenleyicileri (tarım ürünlerinde genellikle verim ve kalitenin artırılması amacıyla kullanılan) dir (Nixon, 2000; Kaya ve diğ., 2002).

Etki şekillerine göre 2 gruba ayrılırlar:

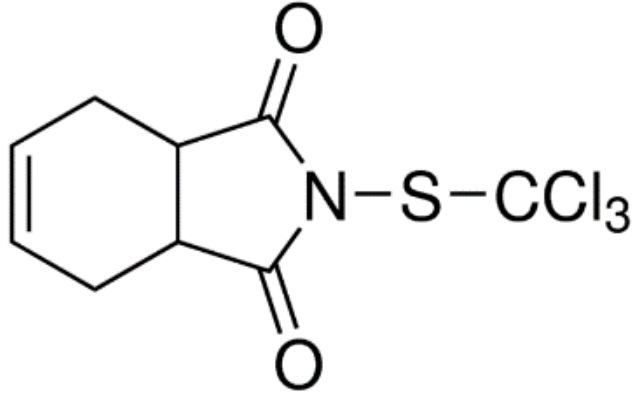
- Kontak etkili ilaçlar: Bitki, mantar vb. organizmalara uygulandıkları yerde etkilerini gösterirler. Bunlara örnek olarak şunlar verilebilir: Bakır sülfat, Thiram, Captan, Mancozeb, Maneb, Dinocap ve Vinclozolin (EPA, 2003; Ünal 2004).
- Sistemik etkili ilaçlar: Zararlı organizma tarafından absorblanan pestisit, uygulandığı yerden başka bir yere taşınarak etkisini gösterir. Bunlara örnek olarak şunlar verilebilir: Benomyl, Carboxin, Fenarimol ve Metalaxyl (EPA, 2003; Ünal 2004).

Pestisitlerin kullanımı, tarımsal üretimi artırırken ürünlerde bulunan pestisit kalıntıları insan sağlığını ve ekolojik dengeyi olumsuz yönde etkilemektedir (Bölükbaş, 1998; Ögüt ve diğ., 2003). Organik klorlu pestisitler, kalıcı özellikleri sebebiyle, uygulandıkları çevrede uzun süre kalıp birikerek ve ayrıca besin zincirine girerek

toplum ve çevre sağlığı için önemli tehlikeler oluşturmaktadırlar. Böylece, ekosistemin bozulmasına sebep olabilmektedirler (Bolognesi ve diğ., 2000; Kaya ve diğ., 2002). Bakırlı fungusitlerin sık kullanılmasıyla agroekosistemdeki birikmeler sonucunda ürünlerde toksisite, faydalı toprak organizmalarında azalma ve ürün kayıpları ortaya çıkabilmektedir (Helling ve diğ., 2000; Durmuşoğlu ve diğ., 2001; Akdoğan, 2011). Fungusitlerin, hedef olmayan organizma olan bitkiler üzerinde kromozomal anomaliler (kalgın kromozom, c-mitoz, kromozom köprüsü, kromozomlarda ayrılmama, iki nukleuslu hücre vb.), çimlenme ve büyüme ket vurma, anatomik farklılaşmalar (stoma yapısının bozulması vb.), reaktif oksijen türevlerinin oluşumunu teşvik etme gibi birçok olumsuz etkisi bilinmektedir. Bütün bu ve benzeri nedenlerden dolayı özellikle gelişmiş ülkelerde tüketiciler ve çevreye karşı duyarlı insanlar tarafından tarım üretim sistemine karşı oluşturulan tepki sonucunda ekolojik, biyolojik veya alternatif tarım olarak isimlendirilen, sentetik kimyasal ilaçların ve gübrelerin yasaklandığı, bunun yerine organik ve yeşil gübreleme yapılmasını, toprak muhafazasını, parazitlerden yararlanmayı tavsiye eden, ürün kalitesinin yükseltilmesini hedefleyen alternatif bir tarım önerilmektedir (Altındışli, 2007; Demir ve diğ., 2004).

## 2.1. Captan

Triklorometiltiyokarboksamid grubunun ilk bileşiği, 1949'da dünya piyasalarına sunulan Captan'dır ve bu grubun en yoğun olarak kullanılan fungusitidir (Şekil 2.3) (Thomson, 1997). Bitkilerin toprak üstü kısımlarını hastalıklardan korumak amacıyla kullanılabilirdiği gibi, toprak patojenlerine karşı tohum kaplamacılığında ya da toprak fungusiti da olarak uygulanabilmektedir. Ayrıca hasat sonrası hastalıkları önlemek üzere püskürtme ya da özellikle elma ve armutlarda daldırma biçiminde de kullanılabilir (Thomson, 1997). Captan fungusiti koruyucu ve tedavi edici, kontakt etkili bir fungusittir (Elzemaity, 1988; Northover ve diğ., 1986). Mantar ve bakterilerin birçok türünde solunum mekanizmasında inhibisyona neden olduğu bilinmektedir (EPA, 1999; Edwards ve diğ., 1991; Tomlin ve diğ., 2000).



Şekil 2.3: Captan fungusiti molekül yapısı.

**Kimyasal adı:** N-triklorometilmercapto-4-siklohekzen-1

**Kapalı formülü:** C<sub>9</sub>H<sub>8</sub>Cl<sub>3</sub>NO<sub>2</sub>S

**Molekül ağırlığı:** 300,59 g/mol

**Erime noktası:** 175,2 – 175,5°C

**CAS No:** 133-06-2

Captan bazı bitki türlerinde fitotoksik olabilmektedir (Thomson, 1997). Yağ molekülleri, bikarbonat iyonları ve bakır ile birleştiğinde fitotoksik etkisinin arttığı belirlenmiştir (Elzemaity, 1988). Gill ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada (2000), Captan fungusitinin *Allium cepa* bitkisinde metafazda kromozomlarda yapışıklık, anafazda köprü oluşumu ve 2-3 nükleuslu hücre oluşturduğunu bildirmişlerdir.

Captan kontak etkili bir fungusit olup uygulandığı bitki yüzeyinde kalır ve temas ettiği canlıları öldürür (EPA, 2003; Ünal 2004). 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 diğ., 1999). Bitkideki yarı ömrü ise 3-13 gün arasında değişmektedir (EPA, 1999).

Captan'ın organizma içinde tiyol (-SH) grupları aracılığıyla parçalanması sonucu açığa çıkan tiyofosgen grubu hidrolize olarak hidroklorik asit, karbonil sülfid ve hidrojen sülfide dönüşmektedir (Arce ve diğ., 2010). Hidrojen sülfür, sitokrom oksidaz molekülünün aktivitesini inhibe ederek elektron taşıma sisteminin son elektron alıcısı olan sitokromun etkinliğini durdurmaktadır (Paşaoğlu, 2011) ve dekarboksilasyon reaksiyonlarını inhibe ederek hücresel metabolizmayı etkilemektedir (Hochstein ve diğ., 1954). Ayrıca inorganik fosfat moleküllerinin asimilasyonunu de engelleyerek



metabolizma üzerinde etkili olmaktadır (Owens, 1956). 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 ve diğ., 2001). Ayrıca U.S. EPA Captan'ın canlılar üzerinde karsinojen etkileri olduğunu da bildirmiştir (EPA, 1999).

## 2.2. Pesticitlerin Tohum Kaplamacılığındaki Önemi

Dünyada artan rekabete paralel olarak tohum kalitesini ve verimini yükseltme çalışmaları da artış göstermektedir. Bu uygulamalar iyi bir tohum depolama süreci, ekim öncesi uygulamalar (priming), tohum işleme (seed conditioning) teknolojileri ve tohum kaplama uygulamaları (pellet ve film kaplama) olarak sıralanmaktadır (Krishnasamy, 2003; Akpınar, 2014).

Son yıllarda tohum kaplama teknikleri tohum çimlenmesi, tohum canlılığının korunması, fide gelişimi ve böylece daha yüksek mahsul veren tohum oranının artırılması amacıyla geliştirilmiştir (Sherin ve diğ., 2003). Tohumların çeşitli polimerler, fungusitler, büyüme regülatörleri, kimyasal maddeler, inert maddeler vb. maddeler ile kaplanması sonucunda tohum veriminin artırıldığı, tohum yaşlanmasının ise geciktirildiği düşünülmektedir. Tohum kaplamacılığında fungusit, mikofloradan doğan kök çürüklüğü, kök yanıklığı ve toksik etki yapan diğer hastalıkların ortadan kaldırılması amacıyla kullanılmaktadır. Tohum kaplamacılığında kullanılan fungusitlerin çimlenmeyi teşvik ettiğiyle ilgili verilere rastlandığı gibi olumsuz etkileri ile ilgili de araştırmalar bulunmaktadır. Gupta ve diğ. (2002) yaptığı çalışmada 12 ay boyunca depolanan Captan fungusiti uygulanan biber tohumlarının işlem görmemiş biber tohumlarından %30 oranında daha iyi çimlendiği gözlenmiştir. Tort ve Dereboylu (2003), farklı dozlarda uygulanan Captan'ın biber (*Capsicum annuum* L.) bitkisinin çimlenme üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Denemelerde kontrol grubu dışında üreticiye önerilen doz (2,5 g/l), önerilen dozun iki katı (5 g/l) ve üç katı (7,5g/l) olmak üzere farklı dozların verildiği uygulama grupları oluşturmuşlardır. Yapılan araştırma sonucunda doz artışına paralel olarak çimlenme oranlarının düştüğü tespit edilmiştir. Meerow (1994), *Phoenix roebelenii* O'Brien tohumlarının çimlenmesi üzerine yaptığı araştırmasında, Captan uygulanmış tohumların çimlenme yüzdelerinin önemli oranda azaltıldığını tespit etmiştir.

### 2.3. PESTİSİTLERİN MİTOTİK AKTİVİTE ÜZERİNE ETKİLERİ

Zirai mücadelede kullanılan pestisitlerin, endüstri bölgelerinin çevre kirleticileri arasında yer alan ağır metaller (Cu, Zn, Hg, Pb, Cd) gibi hem bitki, hem de hayvanlar üzerinde büyüme ve gelişmeye olumsuz etkileri vardır (Mc Cord ve diğ., 1969, Metin, 2006). Yüksek bitkiler, kimyasalların sitotoksik (hücre yapısı ya da fonksiyonunda hasar oluşturan etkileri), sitogenetik (kromozomlar üzerindeki etkileri) ve mutajenik (genetik değişime neden olan etkileri) gibi çeşitli etkilerini kolaylıkla belirleyebileceğimiz organizmalardır. Bu anlamda kimyasalların kullanımı veya çevresel kirliliğin neden olduğu olası genetiksel hasarın belirlenmesinde öncelikle bitkiler tercih edilmektedirler (Bilaloğlu, 1982; Akpınar, 2014).

Bitkiler üzerinde sitotoksik etkileri olan pestisitlerin hücrelerde neden olduğu kromozomal sapmalar, genetik hasarın göstergesi olarak kabul edilebilir (Nakano ve diğ., 1981). Bu nedenle kullanılan bu pestisitlerin neden olduğu çeşitli toksik etkileri direkt olarak gösteren *Allium* testi toksisite ölçümlerinde sıklıkla tercih edilmektedir. Ayrıca bitki kök ucu sistemlerinin incelenmesi, çevresel etkilerin belirlenmesinde hızlı ve hassas bir metoddur. Çünkü kök uçları, doğada toprağa ve suya karışan kimyasallara maruz kalan ilk yapılardır. Farklı test bitkileriyle çevresel kimyasalların genotoksitesini test etmek için yapılan çalışmalarda, kirleticilerin farklı konsantrasyonlardaki uygulamalarında hem makroskobik düzeyde büyümedeki düzensizlikler gözlenmiş, hem de mikroskobik düzeyde, mitotik indeksin azaldığı ve yapışık kromozomlar, köprü oluşumu, vragrant (dağınık) kromozomlar, c-metafaz, c-anafaz, multipolar anafaz, yanlış kutuplaşma, parça oluşumu, mikronükleus gibi kromozom aberasyonlarının arttığı belirlenmiştir (Bolognesi ve diğ., 2000; El-Shahaby ve diğ., 2003). Pestisitlerin iğ iplikleri üzerine etkili olması sonucunda c-mitoz oluşmakta ve buna bağlı olarak poliploidi ve anöploidi meydana gelmektedir. İğ ipliklerinin tamamen parçalanması ile multipolar anafaz oluşurken, iğ ipliği oluşumunun kısmen engellenmesi ile kalgın kromozomlar ve bunun sonucunda da mikronükleuslar meydana gelmektedir (Aardema ve diğ., 2001; Lorge ve diğ., 2007; Tok, 2010).

*Allium* testinin yanısıra, 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 (Buscini 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 Elektrofrezisi (Collins, 2002) testleridir.

Dinocap fungusunun *Allium cepa* üzerindeki genotoksik etkilerini belirlemek üzere yapılan çalışmada, konsantrasyon artmasına bağlı olarak mitotik indeksin azaldığı görülmüştür. Bunun yanısıra kromozom yapışması, c-mitoz, kromozom köprüleri, kalın kromozom, çok kutupluluk, poliploidi, fragment oluşumları gibi anormallikler tespit edilmiştir. Ayrıca interfazda mikronükleuslu ve iki çekirdekli hücreler de gözlenmiştir (Çelik ve ark., 2005).

Yüzbaşıoğlu ve arkadaşlarının (2009) yaptıkları çalışmada, *Allium cepa* bitkisi üzerinde illoksan herbisitinin (diklofop-metil) genotoksik etkileri incelenmiş, herbisitinin farklı konsantrasyonlarının tüm uygulama zamanlarında *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde kromozomal anormalliklere neden olduğu, doz artışına bağlı olarak, mitotik indeksi (MI) kontrole göre önemli derecede düşürdüğü, fakat illoksanın mitotik safhaların frekansını etkilemediği bulunmuştur. Pandey (2007) tarafından, endosülfan, dieldrin ve aldrin insektisitlerinin *Vicia faba* somatik hücrelerine sitotoksik etkileri üzerine yapılan çalışmada ise, bu insektisitlerin bakla bitkisi kromozom morfolojisi ve hücre kısımları üzerindeki etkileri araştırılmış, çalışma sonucunda insektisitlerin yüksek konsantrasyonlarda mitodepresif (mitozu baskılayan), düşük konsantrasyonlarda ise mitopromotor (mitozu tetikleyen) oldukları ve c-mitoz, dengesiz metafaz, kromatid bölünmeleri, parçalar, geciken ve yapışık kromozomlar, geç bölünmeler ve erken hareketlilik gibi kromozom anormalliklerinin meydana geldiği bulunmuş ve mitotik indeksin kontrollere göre daha az arttığı görülmüştür.

Özörgücü ve arkadaşlarının (1994) yaptığı bir çalışmada; insektisit olan Decis'in *Allium cepa* L. kökü meristematik bölgelerinde oluşturabileceği değişikliklerin bulgularından elde edilen sonuçlara göre konsantrasyon ve uygulama süresi artışına

paralel olarak, kökte ksilem kollarının sıralanışı ile korteks hücre şekillerinde düzensizlikler ve bu hücrelerin bazılarında irileşmeler gözlemlenmiştir. Kök ucu hücrelerinde nukleus şekillerinde bozulmalar, kromozomlarda ise yine konsantrasyon artışına paralel olarak poliploidi, tripolarite ve kromozom kopmaları tespit edilmiştir. *Vicia faba* ile yapılan başka bir araştırmada; bitkileri zararlı organizmalardan koruyan fungusitler (Captan, hezudin, tetrafin, bolikel) ile besleyici nitelik taşıyan kimyasalların bu bitki üzerinde oluşturabileceği etkiler karşılaştırmalı olarak ortaya konmuştur (Acar, 2000).

Adiloğlu (2013) çalışmasında, farklı süre ve konsantrasyonlardaki endosülfan (ES) pestisitinin ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) üzerindeki genotoksik etkilerini belirlemek amacıyla iki haftalık buğday fidelerinden yaprak örnekleri alınarak comet tekniği (tek hücre jel elektroforezi) ile incelenmiştir. Buğday fidelerine ES uygulaması sonucu ortaya çıkan ve comet analizi ile belirlenen DNA hasar seviyelerinin, tüm saat ve konsantrasyonlarda negatif kontrol grubuna göre oransal olarak anlamlı bir şekilde arttığı tespit edilmiştir. En yüksek DNA hasar seviyesi 12. saatte 2 g/L ES (%DNA kuyruk: 50, Olive kuyruk momenti: 0.34) uygulamasında belirlenmiştir ( $p < 0,001$ ). Akan (2012) yaptığı araştırmasında, farklı süre ve konsantrasyonlardaki chlorpyrifos (CPF) pestisitinin arpa bitkisi (*Hordeum vulgare* L.) üzerindeki genotoksik potansiyelinin belirlenmesi için iki haftalık arpa fidelerinden yaprak örnekleri alınarak comet testi (tek hücre jel elektroforezi) ile incelenmiştir. Çalışmada kullanılan arpa bitkisinde CPF uygulaması sonucu açığa çıkan ve comet ile belirlenen DNA hasar seviyelerinin, tüm saat ve dozlarda pozitif kontrol grubuna göre oransal olarak anlamlı bir şekilde arttığı tespit edilmiştir. En yüksek DNA hasar seviyesi 6. saatte 5ml/L CPF (%DNA kuyruk: 55, Olive kuyruk momenti: 0.36) uygulamasında belirlenmiştir ( $p < 0,001$ ).

#### **2.4. PESTİSİTLERİN ANTİOKSİDAN SAVUNMA SİSTEMLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

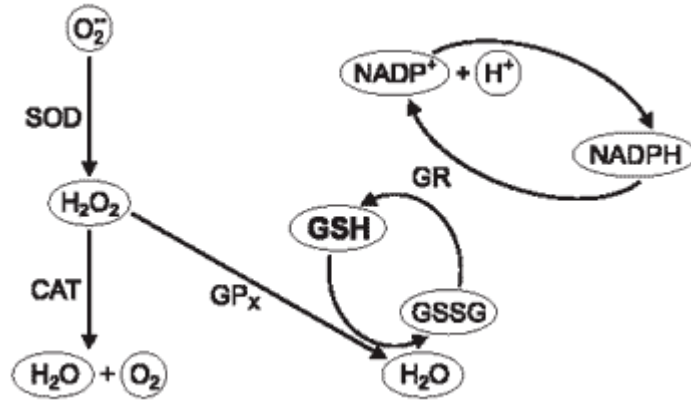
Olumsuz çevre koşulları, pestisitler, UV radyasyon, tuz, sıcaklık, sel, rüzgâr vb. birçok faktör bitkide strese neden olabilmektedir. Stres koşulları bitkide büyüme, gelişme ve metabolizmayı etkileyerek bitkiyi ölüme kadar götürebilmektedir (Boguszewska ve diğ., 2010; Lawlor 2002). Bitkiler farklı stres faktörlerine karşı aynı veya benzer savunma mekanizmaları geliştirmişlerdir. Bu savunma mekanizmalarından biri de

antioksidanların aktivasyonudur (Alsher ve diğ., 1993; Parvaiz ve diğ., 2008; Oberschall ve diğ., 2000; Gechev ve diğ., 2003). Bitkiler, tolerans düzeyini aşan bir stres parametresi ile karşılaştığında ilk olarak hücre membranında hasarlar meydana gelmektedir. Hücre membranında oluşan bozulmalar, iyon taşınmasının bozulmasına ve enzim aktivitelerinin azalmasına neden olarak hücrenin ölümüne yol açmaktadır (Sharma ve diğ.,2012). Pestisitler oksidatif strese yol açarak, en önemli koruyucu sistemlerden olan antioksidan sistemi de olumsuz olarak etkilemektedir. Antioksidanlar, oksidasyonu başlangıç veya gelişme basamağında önleyen ve/veya geciktiren maddelerdir. Antioksidanların antimitojenik ve antikarsinojenik etkileri bulunmaktadır (Reddi, 1985; Asada, 1994).

UV radyasyonu, sigara dumanı, hava kirleticileri, ozon, organik çözücüler, pestisitler gibi olumsuz faktörlerden dolayı oksidatif stres hücrelere zarar veren ya da hücreleri öldüren Reaktif Oksijen Türlerinin (ROT) oluşmasına neden olmaktadır. ROT belli redoks tepkimeleri sırasında oluşabildiği gibi oksijenin tamamlanmamış indirgenmesi sırasında, mitokondride suyun yükseltgenmesinde ya da kloroplastlarda elektron aktarımı anında da oluşmaktadır (Apel ve diğ., 2004). Singlet oksijenin oluşumunu ( $^1O_2$ ) hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ), süperoksit anyonu ( $O_2^{*-}$ ), hidroksil radikali ( $OH^*$ ) ve perhidroksil radikali ( $O_2H^*$ ) gibi diğer reaktif oksijen türlerinin (ROT) oluşumları izlemektedir (Yu, 1994; Gill ve diğ., 2010; Yılmaz ve diğ., 2009) (Tablo 2.3). Süperoksit radikali ( $O_2^{*-}$ ) ve hidroksil radikali ( $OH^*$ ) sitoplazma, mitokondri, nükleus ve endoplazmik retikulum membranlarında lipid peroksidasyonunu başlatarak membran permeabilitesi artırmaktadır (Sharma ve diğ., 2012).

**Tablo 2.3:** Antioksidan enzimler, buldukları yerler, 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-glutasyon döngüsü enzimleri	$H_2O_2$	$H_2O$	Kloroplast,sitoplazma, mitokondri, peroksizom
Glutasyon peroksidaz	$H_2O_2$	$H_2O$	Kloroplast,sitoplazma,ER, mitokondri



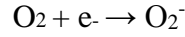
Şekil 2.4: ROT ve antioksidan savunma mekanizması.

Serbest radikallerin neden olduğu oksidasyonları önleyen, serbest radikalleri yakalama ve stabilize etme yeteneğine sahip maddelere “antioksidan” adı verilmektedir (Elliot 1999). Antioksidanlar mekanizmalarına göre, enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Enzimatik antioksidanların; mevcut radikallerle reaksiyona girerek bunların daha zararlı formlara dönüşmelerini ve yeni serbest radikal oluşumunu önleyen bileşikler olduğu bildirilmiştir. Enzimatik antioksidan kategorisinde yer alan süperoksit dismutaz (SOD), peroksidaz (POX), glutatyon peroksidaz (GSHPx) ve katalaz (CAT) gibi enzim sistemleri serbest radikallerin ortadan kaldırılmasında görev almaktadır (Şekil 2.5). Bu enzimler genel olarak serbest radikallerin DNA, proteinler ve lipidler gibi hücrel bileşenlere zarar vermesini sınırlandırmak suretiyle bir hücrel bölgeden diğerine geçişini de önleyebilmektedirler (Diplock, 1998). Enzimatik olmayan antioksidanlar ise; oksijen radikalini yakalayan ve radikal zincir reaksiyonlarını kıran askorbat (C Vitamini), indirgenmiş glutatyon (GSH),  $\alpha$ -tokoferol (E Vitamini), karotenoidler ve flavonoidler gibi bileşiklerden meydana gelmektedir (Ou ve diğ., 2002). Bitkilerin bu şekilde reaktif oksijen türlerinin zararlarına karşı dayanıklılık kazandığı çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Mercan, 2004; Yaşar ve diğ., 2008; Gill ve diğ., 2010).

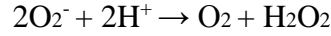
Yapılan bir çalışmada buğday bitkisine farklı konsantrasyonlarda piretrin insektisiti uygulanmıştır. Uygulama sonucunda artan oksidatif strese karşı süperoksit dismutaz enzim aktivitesi artarken, katalaz, guaiacol peroksidaz ve polifenol oksidaz aktivitelerinin düştüğü belirlenmiştir (Wang ve diğ., 2014). Bir diğer çalışmada ise *Cassia angustifolia* (sinameki) bitkisine dört farklı konsantrasyonda mancozeb fungusiti

uygulanmıştır. Mancozebin yüksek konsantrasyonlarının neden olduğu oksidatif stres sonucu lipid peroksidasyonu %207, prolin %96, total glutatyon %144, askorbat peroksidaz %63, glutatyon redüktaz %154, süperoksit dismutaz %109 oranında artış göstermesine rağmen katalaz %58 oranında azalmıştır (Majid ve diğ., 2014).

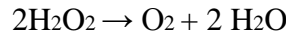
SOD canlı organizmalardan süperoksit anyonlarını uzaklaştıran bir enzimdir. SOD, oksidatif enerji üretimi sırasında oluşan endojen veya eksojen kaynaklı süperoksit radikallerinin ( $O_2^-$ ) suya ( $H_2O$ ) ve moleküler oksijene ( $O_2$ ) dismutasyonunu hızlandırmaktadır. Moleküler oksijenin bir elektron alarak indirgenmesiyle kararsız bir yapı olan süperoksit ( $O_2^-$ ) radikali oluşur (Alscher ve diğ., 2002; Oberschall ve diğ., 2000):



Süperoksit radikaline bir hidrojen eklenmesiyle (süperoksit dismutasyonu) veya  $O_2$ 'nin doğrudan indirgenmesiyle hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) oluşur. Dismutasyon, spontan olarak veya süperoksit dismutaz (SOD) enzimi aracılığı ile katalize edilebilir (Palma ve diğ., 1986):

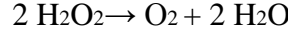


Katalaz, bitki, hayvan ve aerobik bakterilerde bulunan ve hidrojen peroksidin ( $H_2O_2$ ) su ve moleküler oksijene yıkılmasını katalizleyen bir enzimdir (Gill ve diğ., 2010):



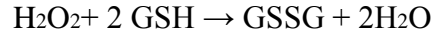
Katalaz (CAT), somatik bir oksidan koruyucudur. Katalazın hidrojen peroksit ile ilgisi, glutatyon peroksidaza göre daha fazladır (Murphy ve diğ., 1962). Katalazın temel fonksiyonu, moleküler  $O_2$  mevcudiyetinde metabolizmanın bazı kademelerinde sentezlenen  $H_2O_2$ 'i gidererek, özellikle membranlarda oluşturabilecekleri geri dönüşümsüz hasarları engellemektir. Çünkü  $H_2O_2$ , singlet oksijen ve hidroksil radikalinin potansiyel kaynağıdır (Parvaiz ve diğ., 2008).

Peroksidaz çok çeşitli organik bileşiği oksitleme özeliğine sahip hem grubu içeren bir enzimdir. Antioksidan bir enzim olan peroksidaz, hidrojen peroksiti indirgeme fonksiyonuna sahiptir:



Peroksidaz enzimi, diğer enzimlerin denatüre olabileceği pH ve sıcaklık koşullarında çalışabilmesi açısından büyük öneme sahip bir enzimdir. Antioksidan faaliyetlerinin yanında senesenste ve oksin katabolizmasında rol aldığı bilinmektedir (Parvaiz ve diğ., 2008). Bitkilerin büyük bir kısmında kloroplastlarda sentezlenmekte olan peroksidaz bitkilerdeki çoklu savunma sisteminin önemli bir bileşenidir (Gechev ve diğ., 2003).

Glutasyon peroksidaz aşırı düzeylerde  $\text{H}_2\text{O}_2$  varlığında redükte glutasyonun (GSH) okside glutatyona (GSSG) dönüşümünü katalize eder. Bu arada  $\text{H}_2\text{O}_2$  de suya dönüştürülerek detoksifiye olur (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).

Pestisitlerin bitkilere diğer bir etkisi de yapısındaki etken maddenin diğer maddeler ile etkileşerek bitkinin cins, tür ve gelişme devrelerine göre değişik fitotoksik etkilerde bulunmasıdır (Moore, 1974). Fungusitler, bitki yapraklarında birim alandaki stoma dağılımını azaltarak, fotosentez için gerekli gaz alış verişini ve bunun sonucunda bitkinin fotosentez hızını düşürerek metabolik faaliyetlerin yavaşlamasına sebep olmaktadır (Beyer ve diğ., 1987). Yüksek dozlarda fungusit 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 bahsedildiği gibi, fungusitler tohumları korumak amacıyla tohum kaplamacılığında kullanılmaktadır. Bu çalışmada, bazı tohumlarda olduğu gibi dolmalık biber tohumlarını da korumak amacıyla kullanılan Captan fungusitinin, hedef olmayan organizma olan dolmalık biber tohumlarının üzerindeki olumsuz etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla tohum çimlenmesi, kök büyümesi, kök membran permeabilitesindeki değişimler, kök meristem hücrelerindeki mitotik aktivite ve kromozom anomalileri, katalaz (CAT), peroksidaz (POX), süperoksit dismutaz (SOD) ve glutatyon redüktaz (GR) gibi antioksidan enzim aktiviteleri incelenmesi amaçlanmıştır.

### 3. MALZEME VE YÖNTEM

#### 3.1. MALZEME

##### 3.1.1. Bitki Materyali Temini ve Hazırlanması

*Capsicum annuum* L. türü, domates, patates, tütün ve petunyanın da dâhil olduğu Solanaceae familyasındandır (Arıkan, 2004; Göçmen, 2006; Keleş, 2007; Kabura ve diğ. 2008; Yıldız, 2008; Aktaş ve diğ., 2009; Davis, 1918-92).

- **Âlem:** Plantae
- **Bölüm:** Magnoliophyta
- **Sınıf:** Magnoliopsida
- **Takım:** Solanales
- **Aile:** Solanaceae
- **Cins:** *Capsicum* L.
- **Tür:** *Capsicum annuum* L.
- **Varyete:** *Capsicum annuum* L. var. *grossum* L. (Baytop, 1971; Adamu ve diğ., 1988).

Biber, yetiştirme şartları uygun olduğunda 50-100 cm kadar boylanabilmektedir. Gelişme evresinin sonuna kadar desteğe ihtiyaç görmeden dik bir şekilde büyüebilmektedir (Bayraktar, 1991; Kasım ve diğ., 2003). Biber bitkisi kazık köklere sahiptir fakat bol miktarda yan kök oluşturmaktadır. Köklerin yanlara dağılımı 40-60 cm arasında değişmektedir. Kökler 80 cm derinliğe kadar ulaşabilmektedir (Atilla, 2007; Kasım ve diğ., 2003). Oval, yuvarlak, parlak, tüylü vb. olmak üzere birçok yaprak çeşiti bulunmaktadır. Gövde ve meyvelerde antosiyanin maddesi etkisiyle mor renk görülebilmekte, yaprak renkleri de açık yeşilden koyu yeşile kadar farklı renklerde olabilmektedir (Atilla, 2007; Matsufuji ve diğ., 2005). Çiçekleri hermafrodittir; bir çiçekte 5 sepal, 5 petal, 5 erkek ve 1 dişi organ vardır. Çoğunlukla beyaz olan çiçekler genelde yaprak koltuklarında çiçek kümesi halinde görülür. Çiçekler kıvrık bir sapla gövdeye bağlanmıştır (Karagül ve diğ., 2005; Erdem, 2007).



**Şekil 3.1:** Dolmalık biber bitkisi genel görünüm.

Yuvarlak iri biberler grubunu teşkil eden dolmalık biberler sarı, yeşil, kırmızı ve turuncu renkli olabilmektedir. Meyveleri iri, yuvarlağa yakın veya uzunca olup 3-4 bölmeli küçük bir çan şeklinde olmaktadır. Meyve çapı ortalama 3-8 cm, boyu ise 3-10 cm olup bitki üzerinde dik veya sarkık durumda bulunmaktadır (Şekil 3.1) (Baytop, 1971; Karagül ve diğ., 2005; MEGEP, 2008).

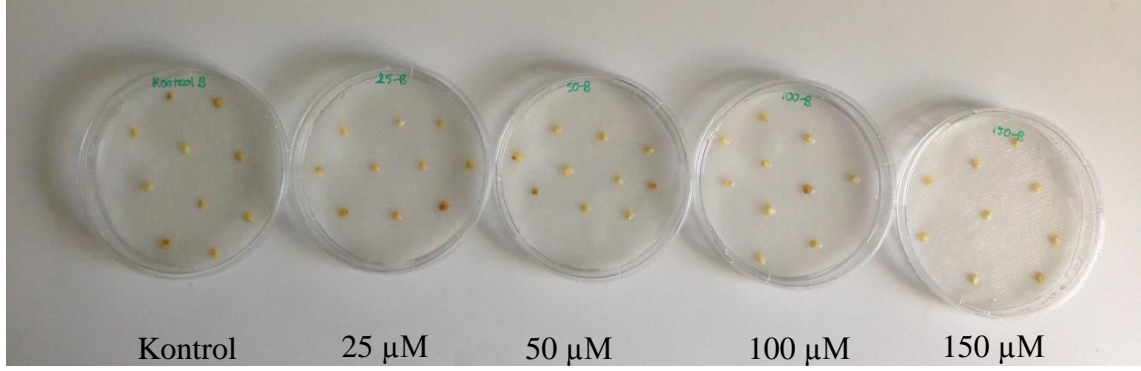
Tohumları; oval, sarımsı, parlak renkte ve 1-4 mm boyutlarında olabilmektedir. Genellikle 1 gramda 130-200 adet tohum bulunur. Tohumlar canlılığını 3-4 yıl sürdürebilmektedir. En uygun çimlenme sıcaklığı 26-30 °C, minimum sıcaklık 8-10 °C'dir. 38 °C'nin üzerinde çimlenme olmamaktadır. (Atilla, 2007; Yolcu, 2010; Aydın, 2010).

Kullanılacak dolmalık biber (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* L. cv. Kandil) tohumları Agrogen Tohumculuk A.Ş'den sertifikalı olarak temin edilmiştir.

Araştırmada her deney grubu için petrilere onar adet tohum seçilerek on paralelli ekim yapılmıştır. Sterilizasyon için tohumlar %1' lik sodyum hipoklorit çözeltisi içeren musluk suyunda beş dakika bekletildikten sonra üç kez yıkanarak, distile su içine alınmıştır.

Tohumlar 9 cm'lik petri kaplarında, karanlıkta, 25°C sıcaklıkta ve 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM konsantrasyonlardaki Captan solüsyonları ile ve kontrol grubu ise distile su ile nemlendirilmiş filtre kâğıtları üzerinde çimlendirilmeye bırakılmıştır (Şekil 3.2).

Mitotik indeksin belirlenmesi amacıyla ekilen tohumlara yapılan uygulamalar 7. günün sonunda tamamlanarak kök uçlarından preparatlar hazırlanmıştır. Kök membran permeabilitesi ve antioksidan enzim aktivitesinin belirlenmesi amacıyla ekilen tohumlar ise 21 gün boyunca petride yetiştirilmiştir.



Şekil 3.2: Dolmalık biber tohumlarının petriye ekimleri.

Araştırmada test materyali olarak Sigma-Aldrich firmasından temin edilen bir fungusit olan Captan kullanılmıştır. Captan (CAS:133-06-2), %99,6 saflıkta 250 mg'lık analitik standartlar temin edilmiştir. Captan'ın 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM konsantrasyonları distile su ile hazırlanmıştır.

## 3.2. YÖNTEM

### 3.2.1. Kök Uzunlukları ve Çimlenme Oranlarının Belirlenmesi

9 cm'lik petrilere ekimi yapılan tohumların çimlenme oranlarını belirlemek üzere 7., 14. ve 21. günün sonunda çimlenen tohum sayısı belirlenmiştir.

Çimlenen tohumların kök uzunlukları ölçümü ise 7. günde yapılmıştır.

### 3.2.2. Kök Membran Permeabilitesindeki Değişimler (Root Electrolyte Leakage)

Kök membran permeabilitesindeki değişiklikler Wilner (1955)'in görelî iletkenlik metoduna göre belirlenmiştir. Çeşitli konsantrasyonlarda Captan uygulanan dolmalık biber (*Capsicum annuum* L. var. *grossum* L.) tohumlarının çimlendirilmesinin ardından 2 mm çapına ulaşan kökler hasat edilmiş ve taze ağırlıkları alınmıştır. Kökler, 16 ml distile su içeren flakonlara (28 ml) yerleştirilerek çalkalanmış ve oda sıcaklığında 24 saat bekletilmiştir. Distile suyun içeriğindeki değişikliklere bakılmak üzere iletkenlik

ölçüm cihazında (EC) ölçüm yapılmıştır. Yapılan ölçümün ardından kökler alınarak 100°C'de 10 dakika su banyosunda hücrelerin ölmesi sağlanmıştır. Ölü hücrelerin permeabilitesi ile canlı hücrelerin permeabilitesi  $REL=(Clive/Cdead) \times 100$  formülüne göre hesaplanmıştır.

### 3.2.3. Preparat Hazırlanması ve Mitotik İndeksin Belirlenmesi

Petri kaplarında yetiştirilen bitkilerin kökleri, 1,5-2 cm boyutuna ulaştığında uçlarından 0,5 cm uzunluğunda kesilmiştir. Primer kökler, fiksasyon için taze olarak hazırlanan 1 kısım glasiyal asetik asit: 3 kısım absolu 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 yapılmaya kadar saklanmıştır. %70' lik alkolde saklanan kökler, 60 °C'de 1N HCl ile 8-10 dk. su banyosunda bekletilerek hücre çeperlerinin gevşetilmesi sağlanmıştır. Bazik fuksin boyasına alınan kök uçları boyada 1 gün bekletilerek DNA'nın boyanması sağlanmıştır. Lam üzerine bir damla %2' lik aseto orsein damlatıldıktan sonra lamel kapatılan kök uçları, uygulanan hafif darbeler yardımıyla ezilerek 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, Olympus trinoküler fotomikroskopunda x100 immersiyon objektifi fotoğrafları çekilmiştir.

### 3.2.4. Antioksidan Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi

#### 3.2.4.1. 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.

#### 3.2.4.2. Süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesinin belirlenmesi

Süperoksit dismutaz aktivitesi Beauchamp ve Fridowich (1971)'e göre, SOD'un fotokimyasal olarak nitro blue tetrazolium (NBT)'un indirgenmesini inhibe etme yeteneğinin ölçülmesiyle tayin edilmiştir. Reaksiyon karışımı 20 mM sodyum fosfat pH 7.8, 0.1 mM EDTA, 10 mM L-metionin, 0.1 mM p-Nitro Blue Tetrazolium (NBT), 0.005 mM riboflavin içerecek şekilde hazırlanmıştır. NBT'nin ve riboflavinin ışıktan olumsuz etkilenebilecekleri ihtimali göz önünde bulundurularak solüsyon ışık geçirmeyen (amber) şişelere hazırlanmış ve bu iki kimyasal karışıma en son ilave edilmiştir.

SOD ölçümünde tek dalga boyu kullanıldığı için, hata payını en aza indirmek amacıyla örnekler beşerli gruplar şeklinde çalışılmıştır. Cam tüpler içerisine konulan karışım, 15 dakika süre ile 300  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  ışığa maruz bırakılmıştır. Işıklandırma bitki büyütme çemberi kullanılarak yapılmıştır. Kör olarak karanlıkta bekletilen reaksiyon karışımı kullanılmıştır. Örnek uygulamalarına ilaveten enzim ekstraktı içermeyen, yalnız reaksiyon karışımı içeren iki tüpte örneklerle birlikte ışık uyarana maruz bırakılmıştır. Sürenin tamamlanmasının ardından örneklerin absorbans değerleri 560 nm'de spektrofotometrede okunmuş ve % inhibisyon değerleri belirlenmiştir.

#### 3.2.4.3. Glutatyon Redüktaz (GR) aktivitesinin belirlenmesi

Glutatyon 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 hesaplamalar yapılmıştır.

#### **3.2.4.4. Katalaz (CAT) aktivitesinin belirlenmesi**

Katalaz enzimi aktivitesinin belirlenmesi Bergmeyer (1970) metoduna göre gerçekleştirilmiştir. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in miktarında oluşan azalma; 240 nm'de gösterdiği maksimum absorbanstaki düşüşle belirlenmiştir. Reaksiyon karışımı; 0,1 mM EDTA, 50 mM Na-fosfat tamponu (pH:7) ve % 0,3 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'den oluşmaktadır. Reaksiyon boyunca absorbansta oluşan düşüş 3 dakika boyunca takip edilmiştir. Katalaz (CAT) aktivitesi dakikada ünite/mg protein olarak ifade edilmektedir.

#### **3.2.4.5. Total Peroksidaz (POX) aktivitesinin belirlenmesi**

Total Peroksidaz (POX) aktivitesi Herzog ve Fahimi (1973)'e 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 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ve enzim ekstraktından oluşmaktadır. Reaksiyon H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in katılmasıyla başlatılmış ve 3 dakika boyunca absorbans artışı takip edilmiştir. Spesifik enzim aktivitesi dakikada ünite/mg protein olarak ifade edilmektedir.

### **3.3. İSTATİSTİKSEL 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

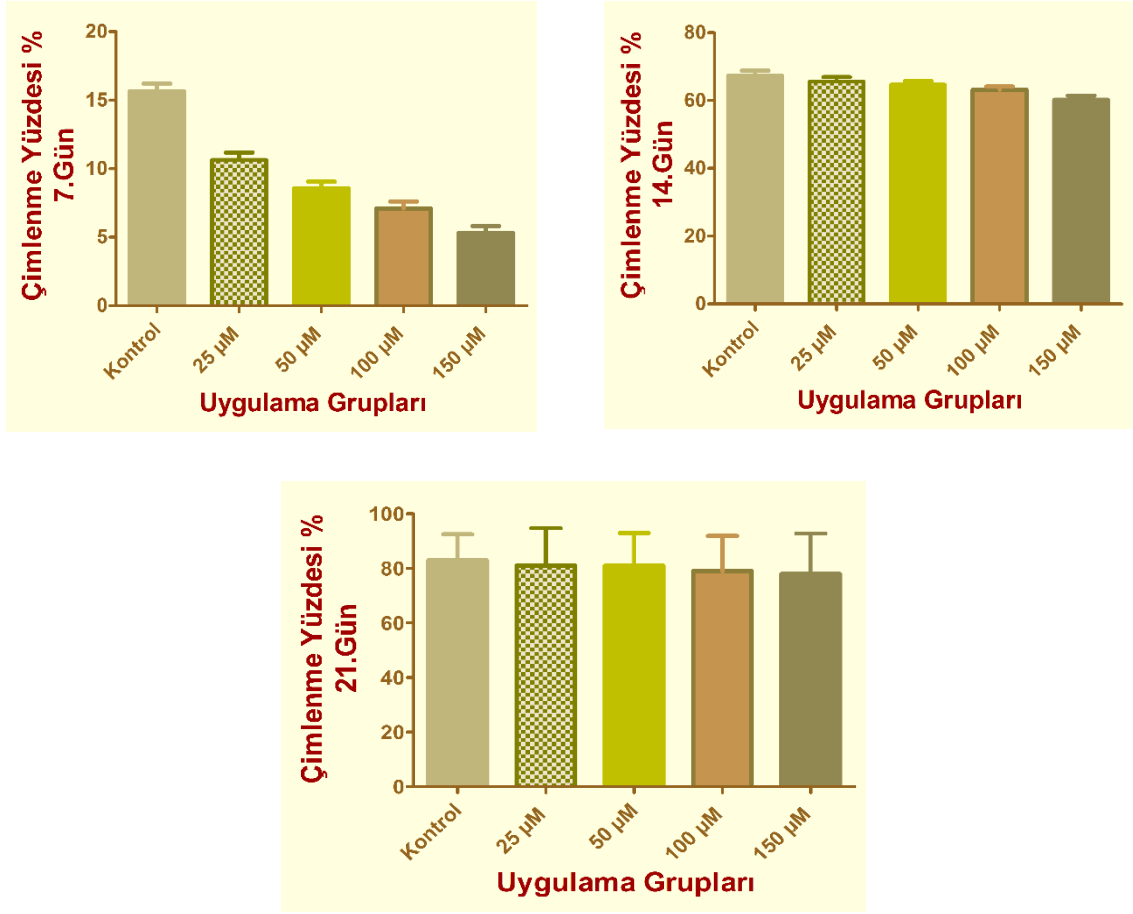
### 4.1. CAPTAN'IN TOHUM ÇİMLENMESİNE ETKİLERİ

Her deney grubu için alınan 100 tohum bir gece deney solüsyonu içinde bekletilmiş ve kontrol, 25  $\mu\text{M}$ , 50  $\mu\text{M}$ , 100  $\mu\text{M}$  ve 150  $\mu\text{M}$  Captan'ın tohum çimlenmesi üzerindeki etki yüzdeleri hesaplanmıştır. Kontrol grubunda tohumlar 4.gün çimlenmeye başlamıştır. Uygulama dozlarında ise çimlenmenin geciktiği gözlenmiştir. 7 günlük ölçümlerde hem kontrol grubu ile deney konsantrasyonlardaki uygulama grupları arasında, hem de kimyasal maddenin farklı konsantrasyonları arasındaki çimlenme oranlarında istatistiksel bakımdan anlamlı bir fark tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ). 7 günlük bitkilerde çimlenme oranları kontrol grubuyla kıyaslandığında 25  $\mu\text{M}$ 'da %5'lik, 50  $\mu\text{M}$ 'da %7'lik, 100  $\mu\text{M}$  ve 150  $\mu\text{M}$  karşılaştırıldığında sırasıyla %8 ve %10'luk bir inhibisyon görülmektedir. 14 günlük ve 21 günlük bitkilerde kontrol grubu ile 25  $\mu\text{M}$  ve 50  $\mu\text{M}$ , 100  $\mu\text{M}$ , 150  $\mu\text{M}$  karşılaştırıldığında sırasıyla %2'lik, %3'lük, %4 ve %5'lik bir düşüş gözlenmektedir (Tablo 4.1, Şekil 4.1).

**Tablo 4.1:** Dolmalık biberde Captan'ın tohum çimlenmesine etkileri (%). Kontrol: Distile su. Captan 25  $\mu\text{M}$ , 50  $\mu\text{M}$ , 100  $\mu\text{M}$ , 150  $\mu\text{M}$  konsantrasyonlarda uygulanmıştır.

Uygulama Grupları	7.gün	14.gün	21.gün
<b>Kontrol</b>	15,66±0,54	67,32±1,51	83± 2,35
<b>25 <math>\mu\text{M}</math></b>	10,63±0,55	65,58±1,35	81±3,62
<b>50 <math>\mu\text{M}</math></b>	8,58±0,47	64,64±1,07	81±2,58
<b>100 <math>\mu\text{M}</math></b>	7,10±0,51	63,17±0,94	79±3,48
<b>150 <math>\mu\text{M}</math></b>	5,33±0,49	60,21±1,20	78±4,02

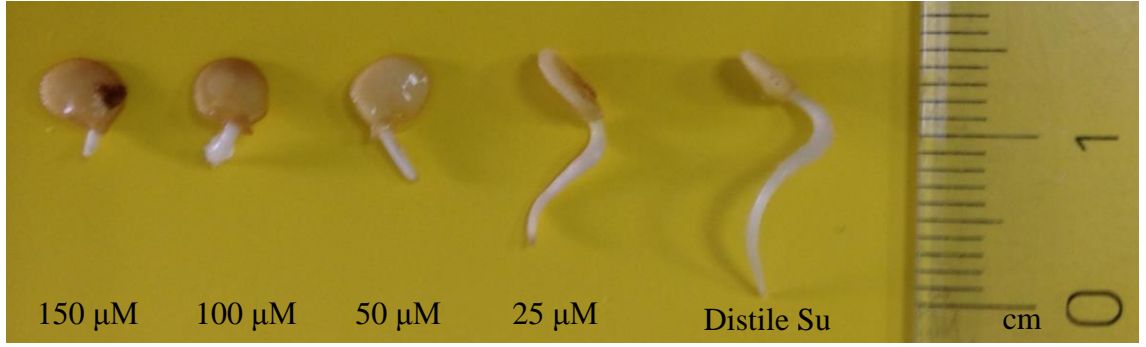




**Şekil 4.1:** Dolmalık biberde Captan'ın tohum çimlenmesine etkileri (7., 14. ve 21.gün) (%). Kontrol: Distile su. Captan 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır.

#### 4.2. CAPTAN'IN KÖK BÜYÜMESİNE ETKİLERİ

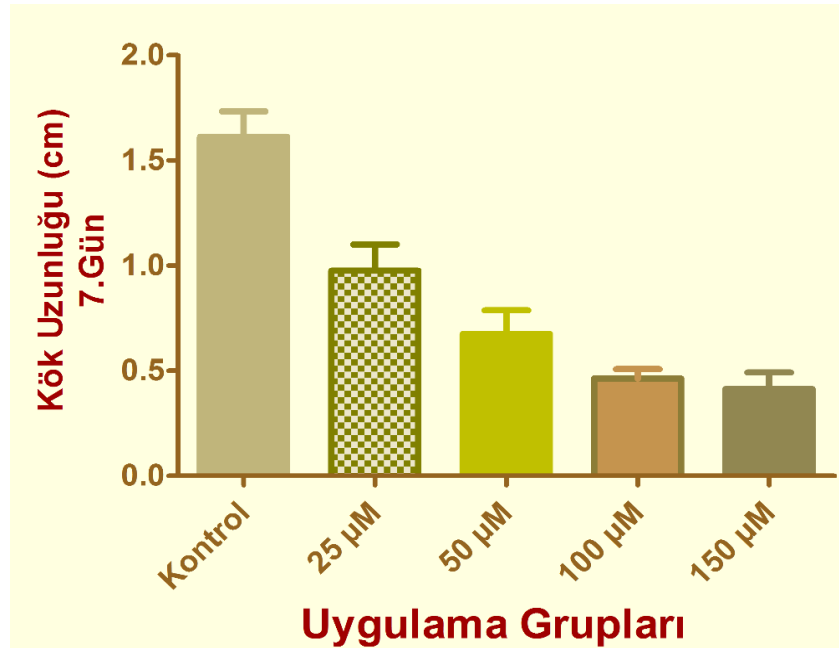
Captan ile yapılan uygulama sonucunda dolmalık biber bitkisinin kök uzunluklarında hem kontrol grubu ile deney konsantrasyonlardaki uygulama grupları arasında, hem de kimyasal maddenin farklı konsantrasyonları arasındaki değişim istatistiksel bakımdan önemli ( $P < 0,05$ ) olarak tespit edilmiştir. Özellikle 7 günlük bitkilerde 100 µM ve 150 µM konsantrasyonda kök uzunluğu diğer gruplara göre istatistiki olarak ileri derecede inhibe olmuştur (Tablo 4.2, Şekil 4.2-3). Uygulama grupları ile kontrol grubu karşılaştırıldığında 25 µM'da %39,5, 50 µM'da %58,6, 100 µM'da %71,6, 150 µM'da %74,1 oranında kök büyümesinin inhibe olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 4.2:** Dolmalık biberde Captan'ın kök uzunluğuna etkileri (cm). Kontrol: Distile su. Captan 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır (7.gün).

**Tablo 4.2:** Dolmalık biberde Captan'ın kök uzunluğuna etkileri (cm). Kontrol: Distile su. Captan 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır (7.gün).

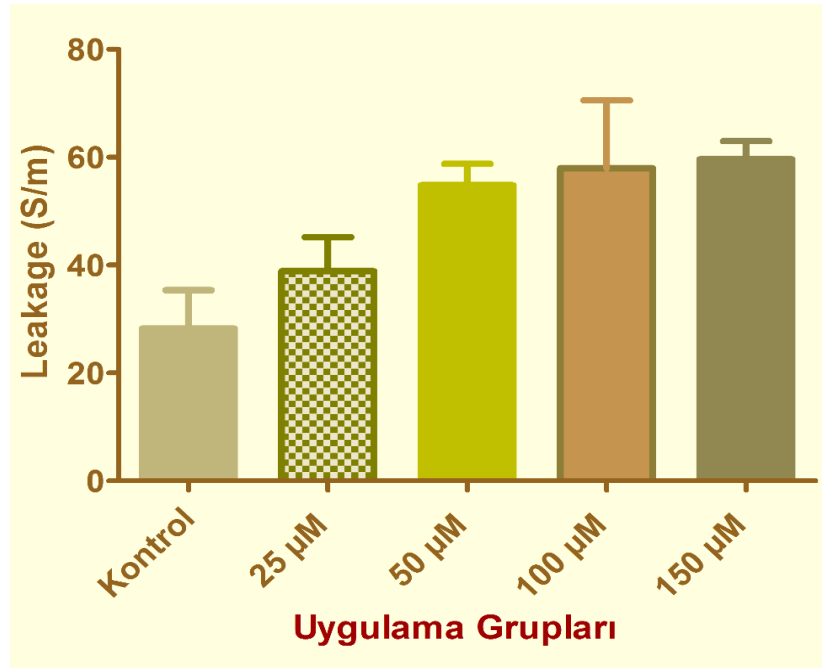
Uygulama Grupları	Kök Uzunluğu (cm)
Kontrol	1,62±0,34
25 µM	0,98±0,38
50 µM	0,67±0,31
100 µM	0,46±0,13
150µM	0,42±0,22



**Şekil 4.3:** Dolmalık biberde Captan'ın kök uzunluğuna etkileri (7.gün) (cm). Kontrol: Distile su. Captan 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları ± standart sapmayı göstermektedir (P<0, 05).

### 4.3. KÖK MEMBRAN PERMEABİLİTESİ (ROOT ELECTROLYTE LEAKAGE) SONUÇLARI

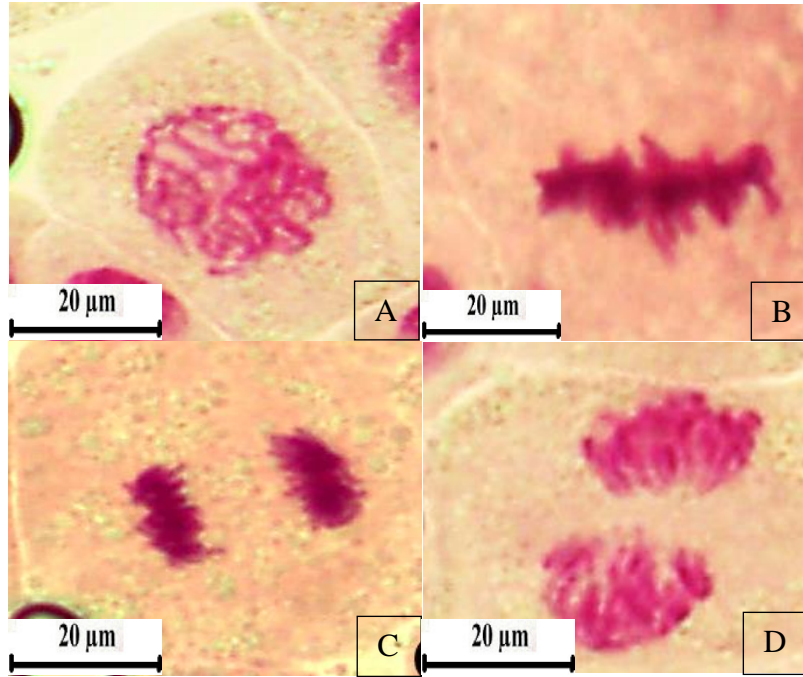
Araştırmada kullanılan dolmalık biberin kök membran permeabilitesindeki değişim incelendiğinde 25µM Captan uygulamasında %37,57 oranında artış görülürken, 50µM, 100µM, 150µM dozlarda Captan uygulamasının doz artışına bağlı olarak sırasıyla %94,05, %105,24, %111,08 olarak arttığı saptanmıştır. Captan'ın membran permeabilite değişimine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ) (Şekil 4.4).



**Şekil 4.4:** 21. gün Kontrol: Distile su. 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM Captan uygulamasına maruz bırakılan dolmalık biberin membran permeabilitesinde (S/m) gözlenen değişimler. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları  $\pm$  standart sapmayı göstermektedir ( $P<0,05$ ).

#### 4.4. *Capsicum annuum* L. MİTOTİK BÖLÜNME EVRELERİ

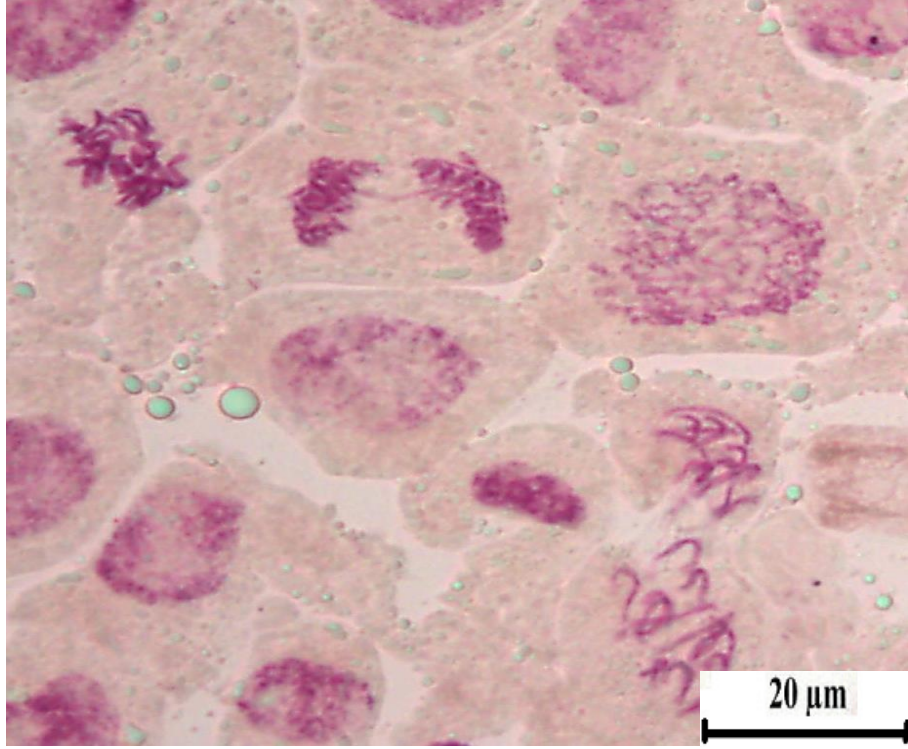
Dolmalık biber bitkisinin ıslatma ve sulama suyuna 25, 50, 100, 150  $\mu$ M dozlarında Captan fungusiti uygulanmıştır. Captan uygulanan bitki gruplarında konsantrasyon dozuna bağlı olarak çeşitli kromozomal anomaliler gözlenmiştir, fakat kontrol gruplarında bu anomali oranı çok düşüktür. Kontrol grubu mitotik profaz, metafaz, anafaz ve telofaz safhaları şekilde gösterilmektedir (Şekil 4.5).



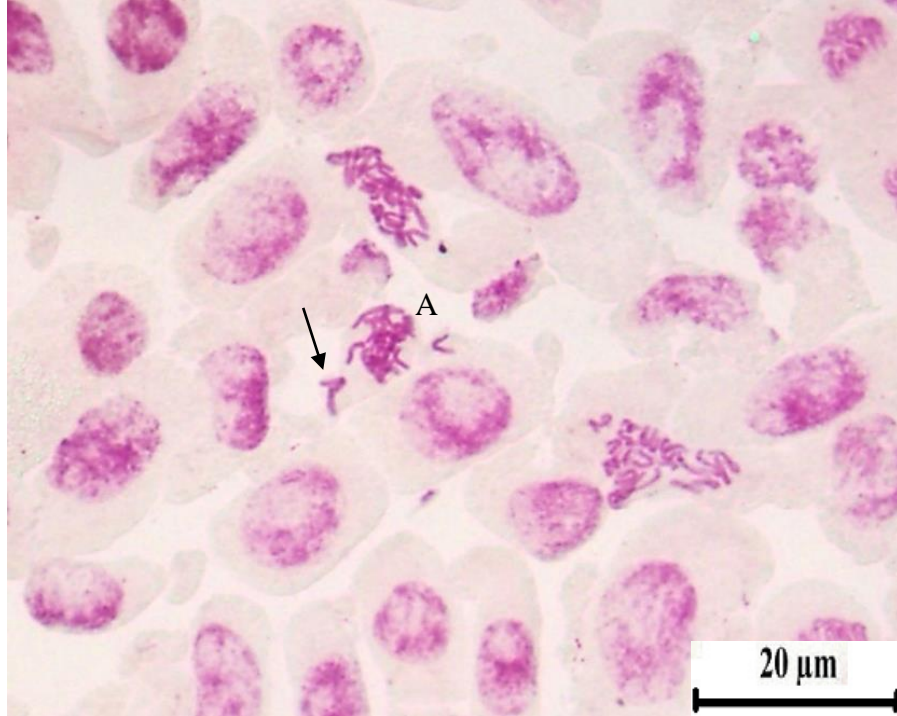
Şekil 4.5: Dolmalık biber kök hücrelerinde mitotik profaz (A), metafaz (B), anafaz (C), telofaz (D) safhaları (Kontrol Grubu).

#### 4.5. *Capsicum annuum* L. MİTOTİK BÖLÜNME EVRELERİNDE GÖRÜLEN ANOMALİLER

Dolmalık biber bitkisinin ıslatma suyuna 25  $\mu$ M Captan uygulanması sonucu 7.günde ortaya çıkan kromozomal anomaliler; metafazda kromozomlarda ayrılmama, anafazda kutup kayması ve metafazda C-mitosis anomalilerine rastlanmıştır (Şekil 4.6-7-8).

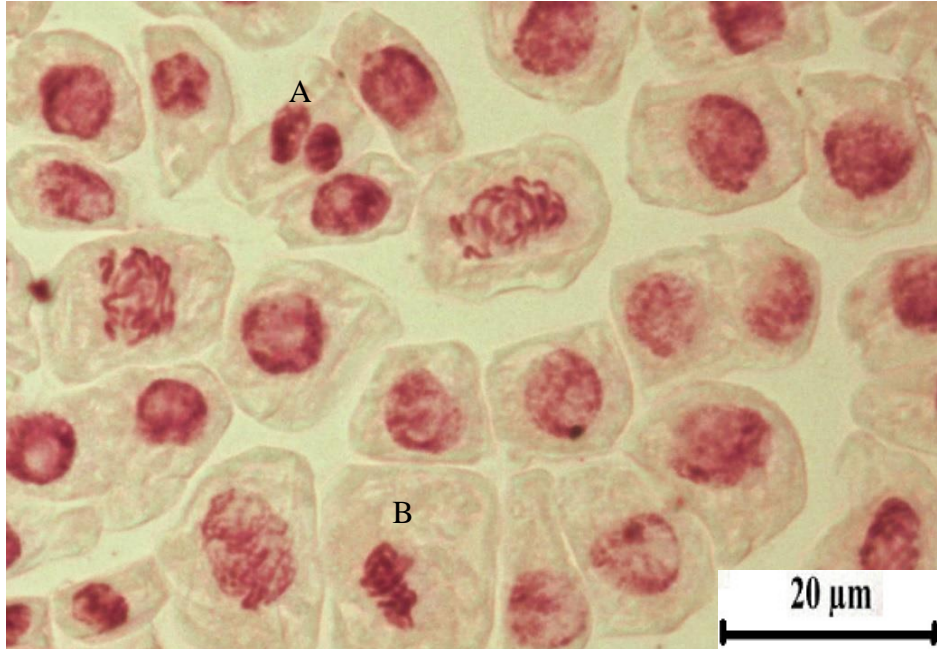


**Şekil 4.6:** 25 µM Captan'ın uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde kutup kayması ve kromozom köprüsü (A), c-mitoz anomalileri (B).



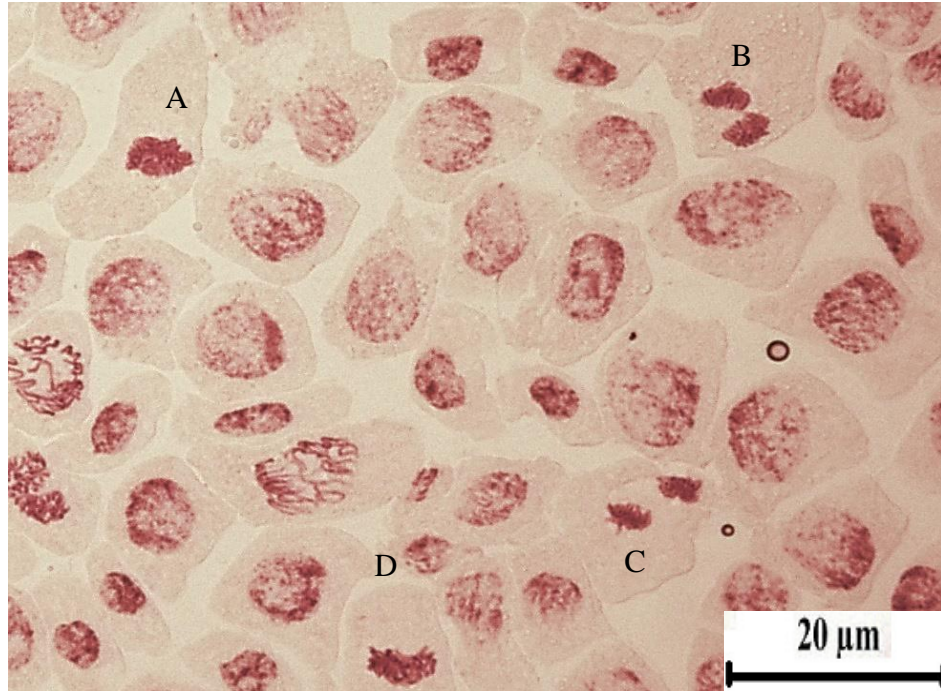
**Şekil 4.7:** 25 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde fragment oluşumu anomalisi (A).



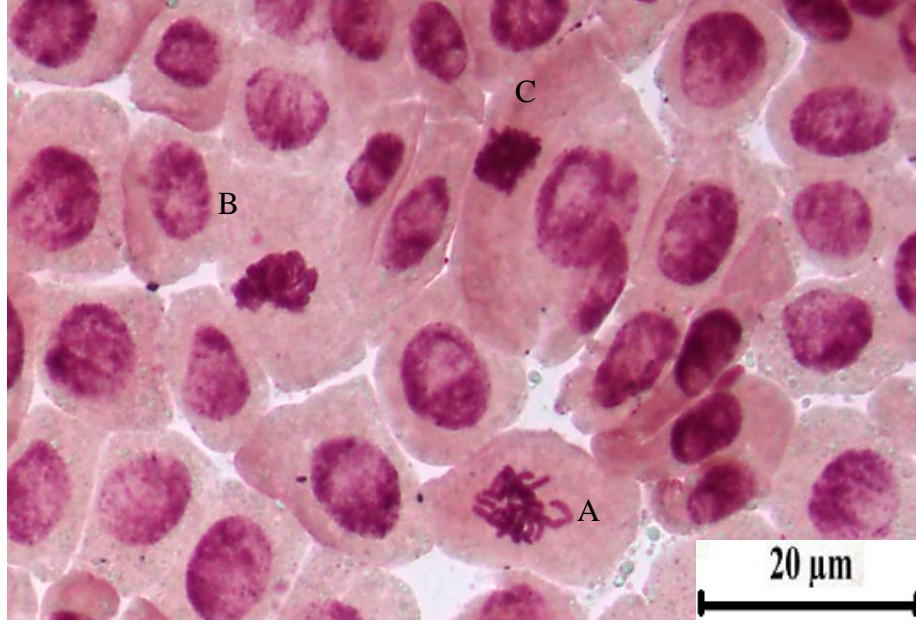


**Şekil 4.8:** 25 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde kutup kayması (A), tabla kayması ve kromozomlarda yapışıklık anomalileri (B).

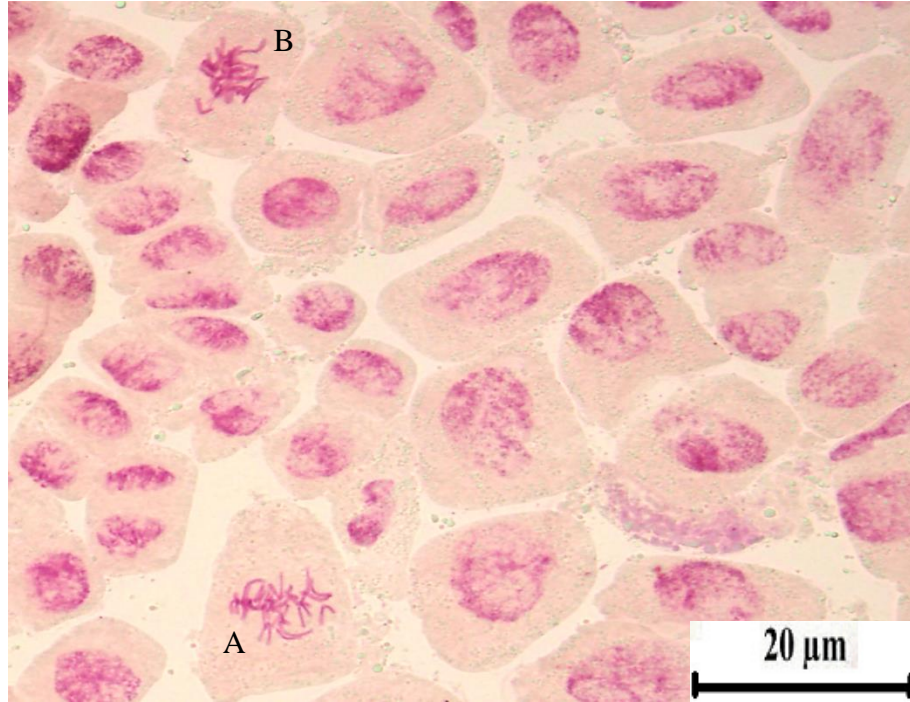
Dolmalık biber bitkisinin 50 µM Captan ile ıslatılması sonucu ortaya çıkan kromozomal anomaliler; anafazda kutup kayması, metafazda kromozomlarda ayrılmama ve kalgın kromozom anomalilerine rastlanmıştır (Şekil 4.9-10-11).



**Şekil 4.9:** 50 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde kromozomlarda yapışıklık (A-D) ve kutup kayması anomalileri (B-C).



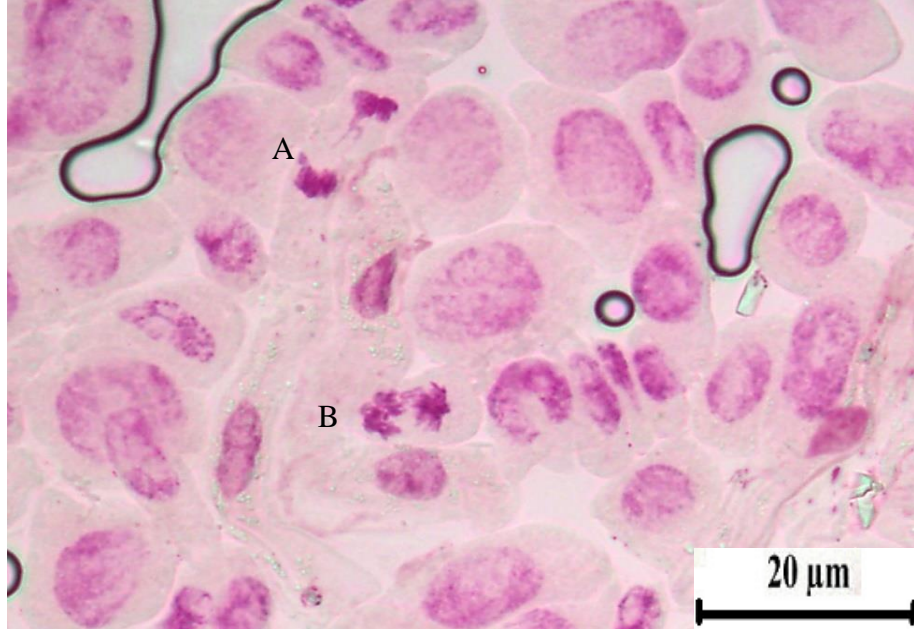
**Şekil 4.10:** 50 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde kalgın kromozom (A) ve kromozomlarda yapışıklık anomalileri (B-C).



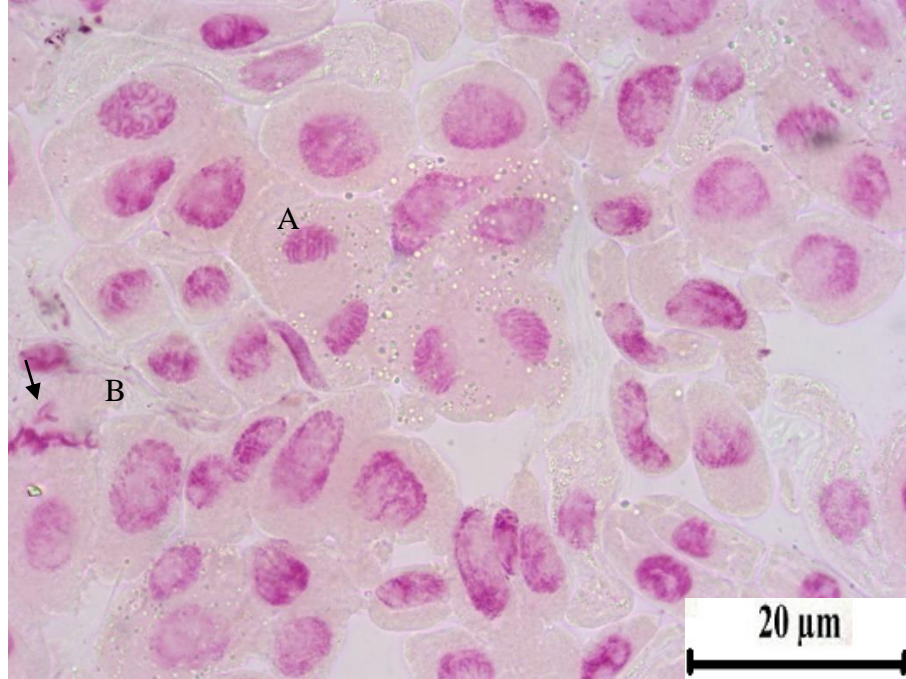
**Şekil 4.11:** 50 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde kalgın kromozom ve fragment oluşumu anomalileri (A-B).

100 µM Captan'ın, dolmalık biber bitkisine uygulanması sonucu 7.gün ortaya çıkan kromozomal anomaliler; metafazda yapışıklılık , anafazda kutup kayması ve çift nükleus anomalilerine rastlanmıştır (Şekil 4.12-13-14).



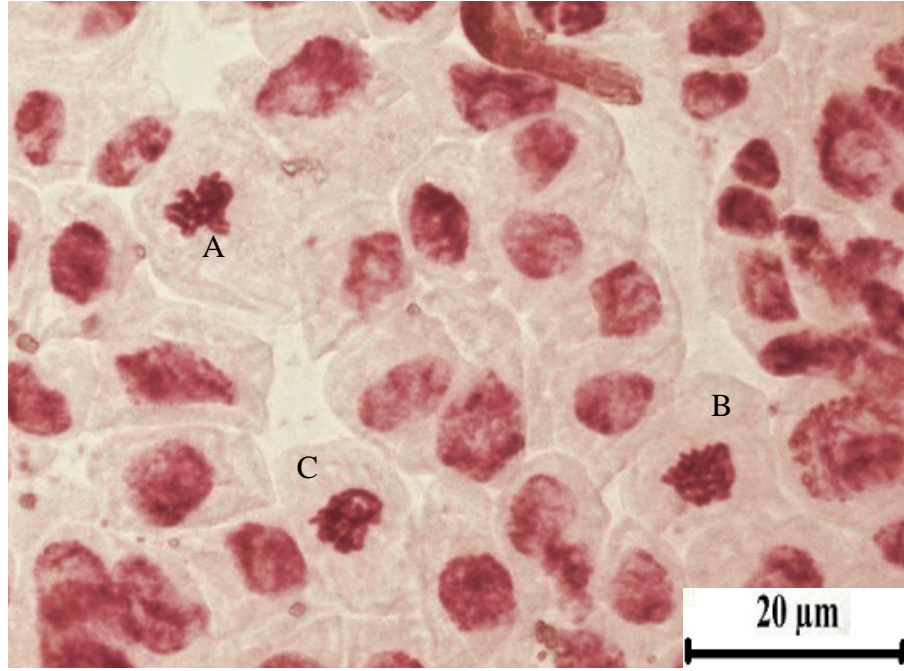


**Şekil 4.12:** 100 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde kromozom köprüsü (A), kutup kayması ve multipolarite anomalileri (B).



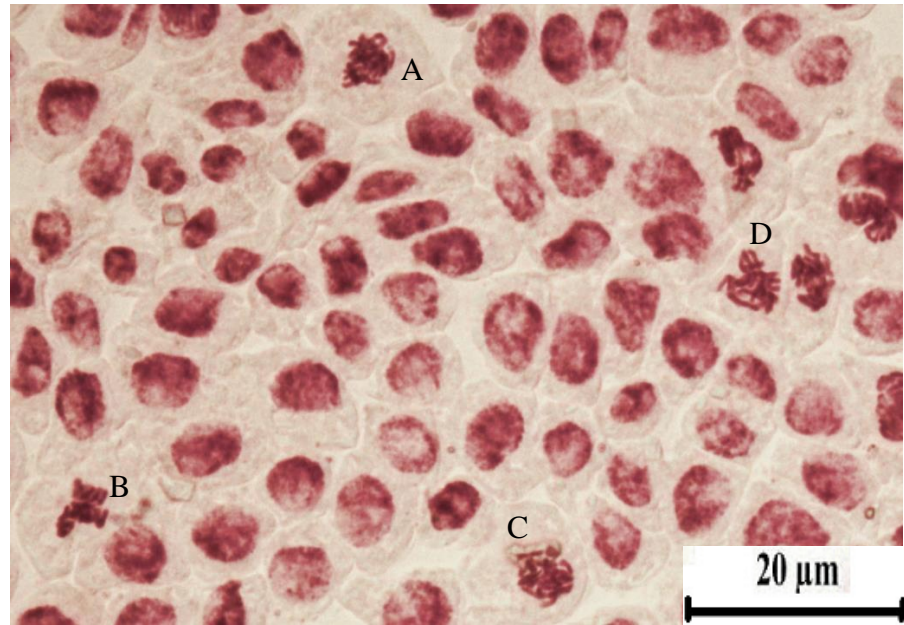
**Şekil 4.13:** 100 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde kutup kayması (A) ve fragment oluşumu anomalileri (B).



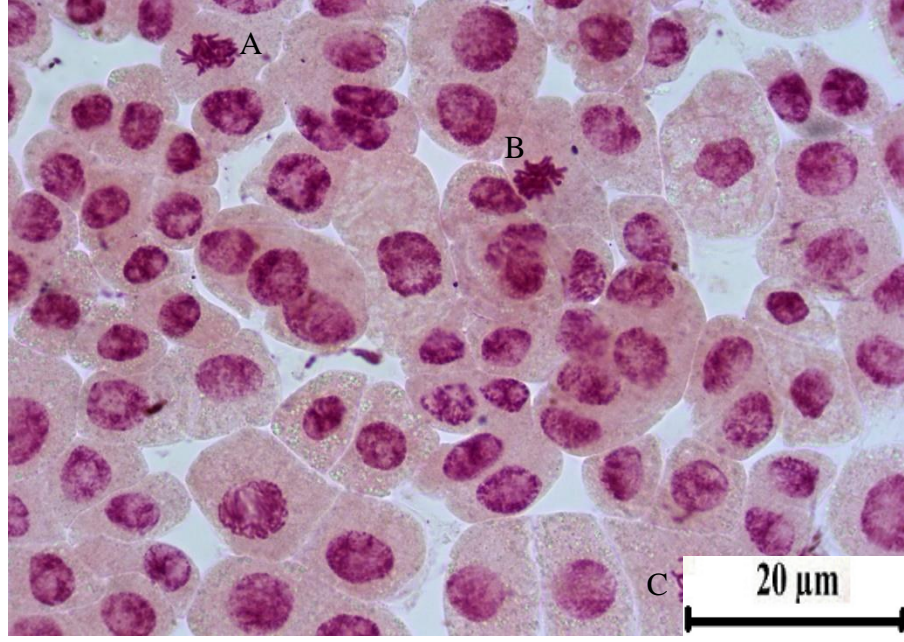


**Şekil 4.14:** 100 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde kromozomlarda yapışıklık anomalileri (A-B-C).

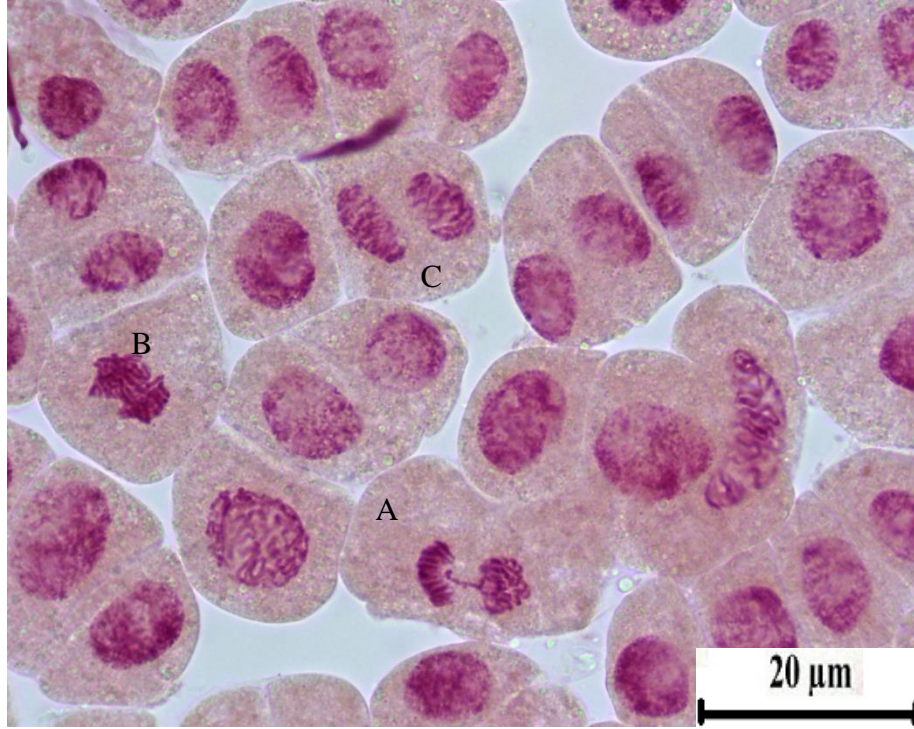
Dolmalık biber bitkisinin ıslatma suyuna 150 µM Captan uygulanması sonucu 7.gün ortaya çıkan kromozomal anomaliler; metafazda kromozomlarda ayrılmama, anafazda kutup kayması ve metafazda C-mitozis anomalilerine rastlanmıştır (Şekil 4.15-16-17).



**Şekil 4.15:** 150 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde kromozomlarda yapışıklık (A-B), c-mitoz anomalileri (C-D).



Şekil 4.16: 150 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde kromozomlarda yapışıklık anomalileri (A-B-C).



Şekil 4.17: 150 µM Captan uygulamasının 7 günlük dolmalık biber kök hücrelerinde kalgın kromozom (A), kromozomlarda ayrılmama (B) ve kutup kayması anomalileri (C).

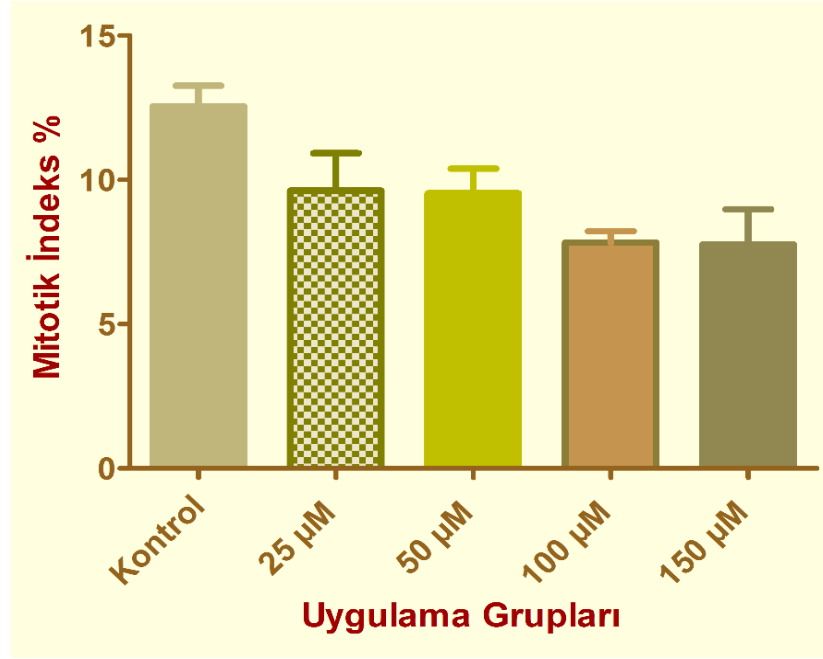
#### 4.6. CAPTAN'IN MİTOTİK İNDEKSE ETKİLERİ

Captan'ın dolmalık biber (*Capsicum annuum* var. *grossum* L. cv. Kandil) 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 hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda Captan konsantrasyonunun artışına bağlı olarak bölünen hücre sayısında azalma ve mitotik indekste düşüş olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubunda tüm deneme gruplarından daha yüksek mitotik indeks tespit edilmiştir.

Captan uygulaması, dolmalık biber köklerindeki bölünme hızını azaltmıştır. Distile su uygulanan kontrol grubunda mitotik indeks %12,55 iken, 25, 50, 100, 150  $\mu\text{M}$  Captan uygulanan gruplarda sırasıyla %9,62, %9,53, %7,82, %7,75'e indirgenmiştir (Tablo 4.3, Şekil 4.18).

**Tablo 4.3:** Dolmalık biberde Captan'ın mitotik indekse etkileri (%). Kontrol: Distile su. Captan 25  $\mu\text{M}$ , 50  $\mu\text{M}$ , 100  $\mu\text{M}$ , 150  $\mu\text{M}$  konsantrasyonlarda uygulanmıştır.

Uygulama	Mitotik İndex %
<b>Kontrol=Distile Su</b>	12,55 $\pm$ 0,74
<b>25 <math>\mu\text{M}</math></b>	9,62 $\pm$ 1,09
<b>50 <math>\mu\text{M}</math></b>	9,53 $\pm$ 1,62
<b>100 <math>\mu\text{M}</math></b>	7,82 $\pm$ 0,97
<b>150 <math>\mu\text{M}</math></b>	7,73 $\pm$ 1,99



**Şekil 4.18:** Dolmalık biberde Captan'ın mitotik indekse etkileri (%). Kontrol: Distile su. Captan 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları  $\pm$  standart sapmayı göstermektedir ( $P < 0,05$ ).

#### 4.7. CAPTAN'IN MİTOZ BÖLÜNME EVRELERİNDEKİ HÜCRELERİN DAĞILIMINA ETKİLERİ

Kök uçlarında yapılan ezme preparatlarda kontrol grubu ve farklı konsantrasyondaki Captan'ın uygulamalarından sonra bölünme evrelerindeki hücrelerin sayısı hesaplanmıştır. Captan uygulaması dolmalık biberin kök ucu hücrelerinin bölünme hızını azaltmıştır. Kontrol grubunda bölünen hücrelerin yüzdesi ile uygulama grupları karşılaştırıldığında anafaz evresinde önemli bir düşüş olduğu görülmektedir. Kontrol grubunda bu oranın %6.06, 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM konsantrasyonlarda sırasıyla %5.38, %4.95, %4.94, %1,28 olduğu saptanmıştır. Diğer bölünme evrelerinde anlamlı fark görülmemektedir (Tablo 4.4).

**Tablo 4.4:** Dolmalık biberde Captan'ın mitotik bölünme evrelerindeki hücre dağılımına etkileri. Kontrol: Distile su. Captan 25 µM, 50 µM, 100 µM, 150 µM konsantrasyonlarda uygulanmıştır.

	<b>Kontrol</b>	<b>25 µM</b>	<b>50 µM</b>	<b>100 µM</b>	<b>150 µM</b>
<b>Profaz</b>	20,61 ± 0,32	20,43 ± 0,52	20,79 ± 0,89	20,99 ± 0,60	20,83 ± 0,96
<b>Metafaz</b>	34,35 ± 0,59	34,61 ± 1,54	34,65 ± 1,34	34,57 ± 1,92	33,90 ± 1,70
<b>Anafaz</b>	6,06 ± 0,68	5,38 ± 2,09	4,95 ± 1,63	4,94 ± 1,05	1,28 ± 0,24
<b>Telofaz</b>	39,88 ± 1,15	39,78 ± 0,54	39,60 ± 0,51	39,51 ± 2,14	38,90 ± 2,52

#### **4.8. CAPTAN'IN MİTOTİK KROMOZOM DAVRANIŞLARINA ETKİLERİ**

Captan'ın mitoz bölünme evrelerindeki hücre sayılarına etkilerini incelemenin yanında, kromozomların davranışlarına olan etkileri de incelenmiştir. Araştırma materyali olan dolmalık biberin kontrol grubunda mitoz bölünme sırasında anomalinin nadiren olduğu saptanmıştır. Fakat Captan uygulamalarının dört konsantrasyonunda da çeşitli anomaliler gözlenmiştir. Bu anomalliler şöyle sıralanabilir: kromozomlarda ayrılmama, kalgın kromozom, anafazda köprü oluşumu, c-mitoz, metafazda tabla kayması, kromozom kırıkları ve 2 çekirdekli hücre (Tablo 4.5). Yine Captan'ın konsantrasyonu arttıkça anomali gösteren hücre sayısının da arttığı görülmektedir. 25 µM ve 50 µM uygulanan gruplarda sırasıyla anomali gösteren hücre %34,58, %35,29 iken 100 ve 150 µM uygulanan gruplarda sırasıyla % 49,38 ve % 58,97'ye yükselmiştir.



**Tablo 4.5:** Dolmalık biberde Captan'ın oluşturduğu mitotik anormallikler.

Konsantrasyon	Toplam Sayılan Hücre	Bölünen Hücre	ANOMALİLER								Toplam Anomalilik Frekansı (%)
			Kromozomlarda Yapışıklık	Kalın Kromozom	Tabla Kayması	Kutup Kayması	Fragment Oluşumu	C-mitoz	Kromozom Köprüsü	İki Nukleuslu Hücre	
<b>Kontrol</b>	1000	127	2	-	-	-	-	-	-	-	1,64 ± 1,17
<b>25 µM</b>	1000	107	20	-	2	7	1	4	-	3	34,58 ± 2,21
<b>50 µM</b>	1000	102	14	6	1	11	1	-	2	1	35,29 ± 3,12
<b>100 µM</b>	1000	81	19	2	1	4	2	3	1	8	49,38 ± 2,42
<b>150 µM</b>	1000	78	21	3	4	7	1	5	-	5	58,97 ± 3,53

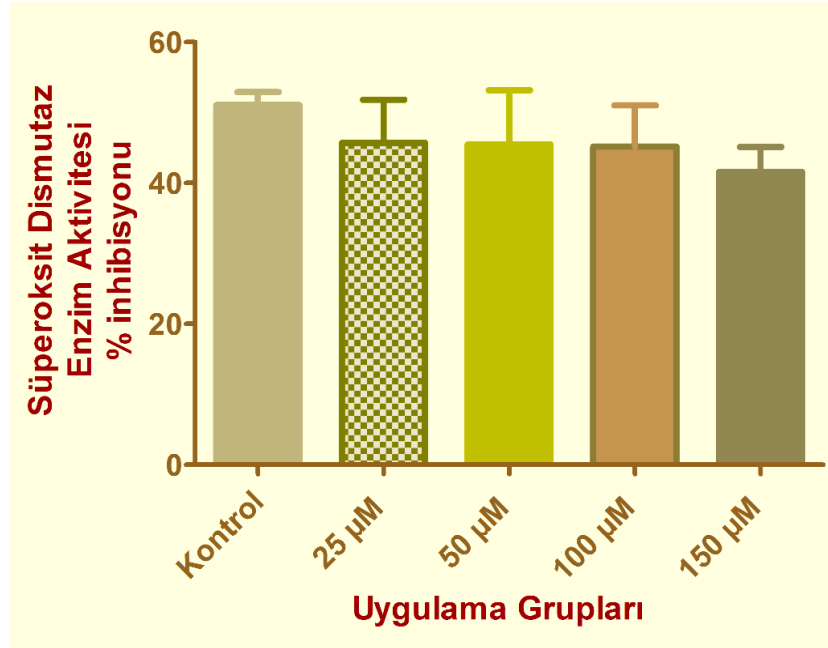
#### 4.9. ANTİOKSİDAN ENZİM AKTİVİTE DEĞİŞİMLERİ

##### 4.9.2. Süperoksitdismutaz (SOD) Aktivitesi

Dolmalık bibere uygulanan Captan'ın her bir konsantrasyonuna bağlı olarak SOD aktivitesini düşürdüğü saptanmıştır. Dolmalık biber total SOD aktivitesi Captan uygulama oranlarındaki artışa bağlı olarak azalmıştır. 150 µM Captan uygulamasına maruz bırakılan dolmalık biber kontrol grubu ile karşılaştırıldığında SOD aktivitesindeki düşüş %9,5'a ulaşmıştır. Diğer uygulama grupları kontrol grubu ile kıyaslandığında sırasıyla 25 µM'da %5,4'lük, 50 µM'da %5,6 ve 100 µM'da %5,9'lük bir düşüş görülmüştür (Tablo 4.6, Şekil 4.19).

**Tablo 4.6:** Dolmalık biberde Captan'ın SOD aktivitesine etkileri (%). Kontrol: Distile su. Captan 25  $\mu$ M, 50  $\mu$ M, 100  $\mu$ M, 150  $\mu$ M konsantrasyonlarda uygulanmıştır.

Uygulama Grupları	SOD (%)
<b>Kontrol</b>	51,08 $\pm$ 7,08
<b>25 <math>\mu</math>M</b>	45,68 $\pm$ 8,14
<b>50 <math>\mu</math>M</b>	45,48 $\pm$ 8,82
<b>100 <math>\mu</math>M</b>	45,18 $\pm$ 8,32
<b>150 <math>\mu</math>M</b>	41,57 $\pm$ 7,24



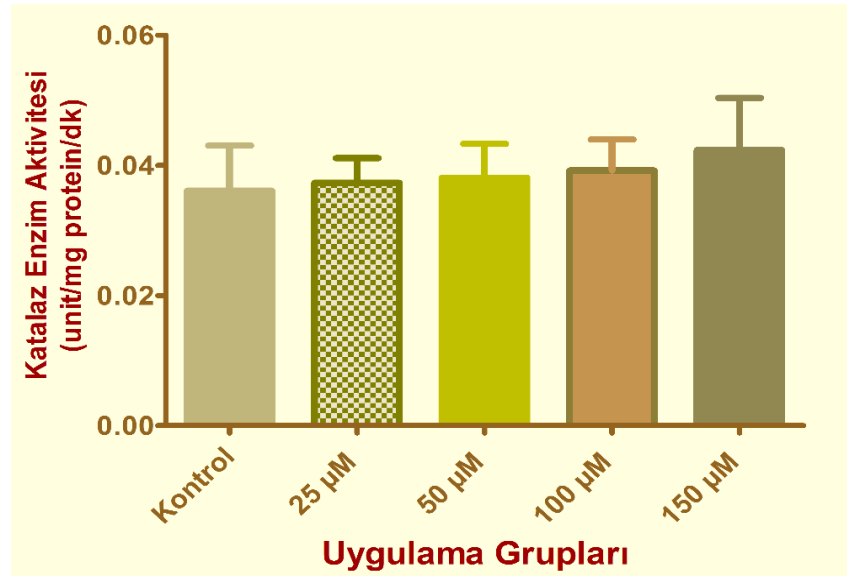
**Şekil 4.19:** 21 gün süreyle Kontrol: Distile su. 25  $\mu$ M, 50  $\mu$ M, 100  $\mu$ M, 150  $\mu$ M Captan uygulamasına maruz bırakılan dolmalık biberin süperoksit dismutaz aktivitesinde (%) gözlenen değişimler. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları  $\pm$  standart sapmayı göstermektedir ( $P < 0,05$ ).

#### 4.9.2. Katalaz (CAT) Aktivitesi

Dolmalık bibere uygulanan Captan'ın CAT aktivitesini artırdığı gözlenmiştir. Dolmalık biberin CAT aktivitesi kontrol grubu ile karşılaştırıldığında 25  $\mu$ M, 50  $\mu$ M, 100  $\mu$ M uygulama dozları sırasıyla %3,4, %5,5, %8,6 oranında düzenli bir artış görülmüştür. 150  $\mu$ M Captan uygulanan grup kontrol grubu ile karşılaştırıldığında ise bu artışın %17,3'e ulaştığı görülmektedir (Tablo 4.7, Şekil 4.20).

**Tablo 4.7:** Dolmalık biberde Captan'ın CAT aktivitesine etkileri (ünite/mg protein/dk). Kontrol: Distile su. Captan 25  $\mu$ M, 50  $\mu$ M, 100  $\mu$ M, 150  $\mu$ M konsantrasyonlarda uygulanmıştır.

Uygulama Grupları	CAT (ünite/ mg protein/ dk)
<b>Kontrol</b>	0,036 $\pm$ 0,006
<b>25 <math>\mu</math>M</b>	0,037 $\pm$ 0,003
<b>50 <math>\mu</math>M</b>	0,038 $\pm$ 0,005
<b>100 <math>\mu</math>M</b>	0,039 $\pm$ 0,004
<b>150 <math>\mu</math>M</b>	0,042 $\pm$ 0,008



**Şekil 4.20:** 21 gün süreyle Kontrol: Distile su. 25  $\mu$ M, 50  $\mu$ M, 100  $\mu$ M, 150  $\mu$ M Captan uygulamasına maruz bırakılan dolmalık biberin katalaz aktivitesinde (ünite/mg protein/dk) gözlenen değişimler. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları  $\pm$  standart sapmayı göstermektedir ( $P < 0,05$ ).

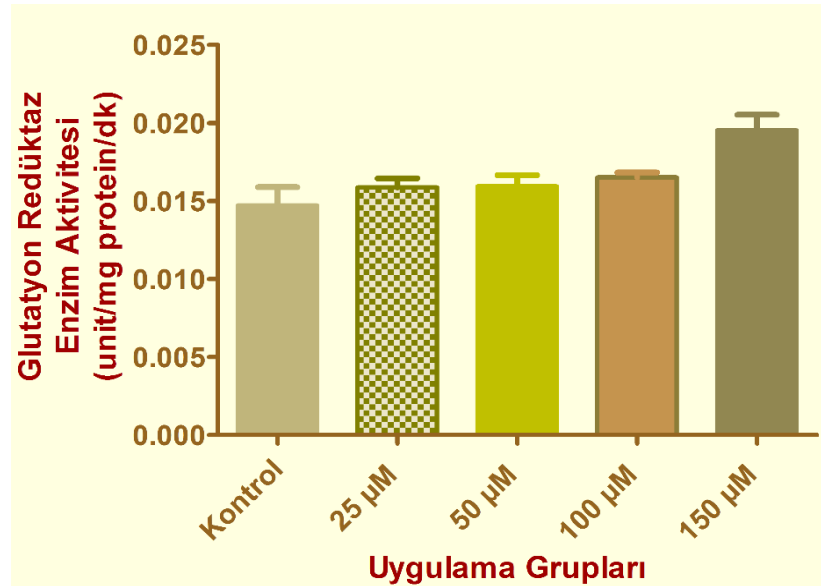


#### 4.9.3. Glutasyon Redüktaz (GR) Aktivitesi

Dolmalık bibere uygulanan Captan'ın GR aktivitesini artırdığı ve etkisinin her bir konsantrasyon için istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ). 150  $\mu\text{M}$  Captan uygulamasına maruz bırakılan dolmalık biber, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında GR aktivitesindeki artış %32,67'ye ulaşmıştır. Diğer uygulama grupları kontrol ile kıyaslandığında sırasıyla 25 $\mu\text{M}$ 'da % 7,8, 50 $\mu\text{M}$ 'da %8,3 ve 100  $\mu\text{M}$ 'da %12,2'lik bir artış görülmüştür (Tablo 4.8, Şekil 4.21).

**Tablo 4.8:** Dolmalık biberde Captan'ın GR aktivitesine etkileri (ünite/ mg protein/ dk). Kontrol: Distile su. Captan 25  $\mu\text{M}$ , 50  $\mu\text{M}$ , 100  $\mu\text{M}$ , 150  $\mu\text{M}$  konsantrasyonlarda uygulanmıştır.

Uygulama Grupları	GR (ünite/ mg protein/ dk)
<b>Kontrol</b>	0,0147 $\pm$ 0,004
<b>25 <math>\mu\text{M}</math></b>	0,0158 $\pm$ 0,002
<b>50 <math>\mu\text{M}</math></b>	0,0159 $\pm$ 0,002
<b>100 <math>\mu\text{M}</math></b>	0,0165 $\pm$ 0,001
<b>150 <math>\mu\text{M}</math></b>	0,0195 $\pm$ 0,003



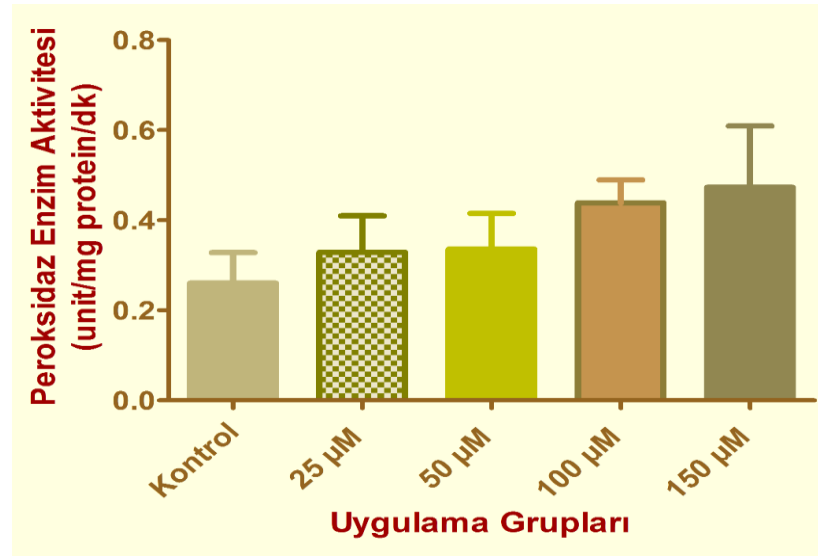
**Şekil 4.21:** 21 gün süreyle Kontrol: Distile su. 25  $\mu\text{M}$ , 50  $\mu\text{M}$ , 100  $\mu\text{M}$ , 150  $\mu\text{M}$  Captan uygulamasına maruz bırakılan dolmalık biberin glutasyon aktivitesinde (ünite/mg protein/ dk) gözlenen değişimler. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları  $\pm$  standart sapmayı göstermektedir ( $P<0,05$ ).

#### 4.9.4. Peroksidaz (POX) Aktivitesi

Dolmalık bibere uygulanan Captan'ın POX aktivitesini artırdığı tespit edilmiştir. Dolmalık biberin POX aktivitesi Captan 25  $\mu$ M, 50  $\mu$ M uygulama dozları ile kontrol grubu karşılaştırıldığında sırasıyla %26,4 ve %28,9'luk bir artış görülürken, 100  $\mu$ M ve 150  $\mu$ M uygulama dozlarında %68,4 ve %80,8'lik keskin bir artış görülmüştür (Tablo 4.9, Sekil 4.22).

**Tablo 4.9:** Dolmalık biberde Captan'ın POX aktivitesine etkileri ( ünite/mg protein/dk). Kontrol: Distile su. Captan 25  $\mu$ M, 50  $\mu$ M, 100  $\mu$ M, 150  $\mu$ M konsantrasyonlarda uygulanmıştır.

Uygulama Grupları	POX (ünite/ mg protein/ dk)
<b>Kontrol</b>	0,26 $\pm$ 0,06
<b>25 <math>\mu</math>M</b>	0,32 $\pm$ 0,08
<b>50 <math>\mu</math>M</b>	0,33 $\pm$ 0,08
<b>100 <math>\mu</math>M</b>	0,43 $\pm$ 0,05
<b>150 <math>\mu</math>M</b>	0,47 $\pm$ 0,13



**Şekil 4.22:** 21 gün süreyle Kontrol: Distile su. 25  $\mu$ M, 50  $\mu$ M, 100  $\mu$ M, 150  $\mu$ M Captan uygulamasına maruz bırakılan dolmalık biberin peroksidaz aktivitesinde (ünite/mg protein/ dk) gözlenen değişimler. Sütunlar üzerindeki aynı grup içindeki hata çubukları  $\pm$  standart sapmayı göstermektedir ( $P < 0,05$ ).

## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Ülkemizin hemen hemen her tarafında biber üretimi yapılmaktadır. Yetiştiricilik alanı çok geniş olan biber fidelerinde; kök boğazı ve gövde yanıklığı, mildiyö, külleme, kurşuni küf, boğaz çürüklüğü vb. fungal hastalıklar doğal olarak meydana gelmektedir. Bu hastalıklar bitkinin funguslarla enfekte olması sonucunda ortaya çıkmakta ve yüksek oranda ürün kayıplarına neden olmaktadır. Bu fungal hastalıklara karşı tohum çürümesinin önlenmesi, genç köklerin korunması ve tohumların depo süresinin uzatılması amacıyla tohum kaplamacılığında fungusitler kullanılmaktadır. Bu nedenle ekonomik açıdan önemli olan biberin hastalıklara karşı direncinin artırılması, kalite ve verimliliğinin yükseltilmesi ve fungusların kontrol altına alınması amacıyla kimyasal savaşıma yani fungusitlere başvurulmaktadır (Durmuşoğlu ve diğ., 2001; Tort ve diğ., 2003; Yüzbaşıoğlu ve diğ., 2009). Fakat tohum kaplamacılığında ve fide aşamasında kullanılan fungusitler bitkiyi hastalık etmenlerinden korusa da, diğer taraftan kültür bitkileri üzerinde fizyolojik yönden olumsuz etkiler de yarattığı bilinmektedir. Ayrıca fungusitlerin yüksek dozlarda kullanımı ve çevrede birikmeleri bitkilerde kromozom anomalilerine neden olabildiği gibi mikronukleus oluşumu, kromozom köprüleri ve poliploidi gibi mitotik aktivite bozulmalarına da yol açabilmektedir (Bushra ve diğ., 2002; Kırımlı, 2007).

Bitkiler üzerinde sitotoksik etkileri olan pestisitlerin hücrelerde neden olduğu kromozomal sapmalar, genetik hasarın göstergesi olarak kabul edilebilir (Fisun ve Rasgele, 2009). Bu nedenle kullanılan bu pestisitlerin neden olduğu çeşitli toksik etkileri doğrudan gözlemleyebilmek 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 (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 çalışmamızda *Capsicum*

*annuum* var. *grossum* cv. *Kandil* dolmalık biberin hastalık yapıcı etkenlerinden korunmak için kullanılan fungusit olan Captan'ın antioksidan enzim aktiviteleri, mitotik aktivite, kromozom anomalileri (kalgın kromozom, kromozom köprüleri, c-mitoz, polarite vb.), kök membran permeabilitesi, kök uzunlukları ve çimlenme hızları tayini gibi sitotoksik ve fizyolojik etkileri araştırılmıştır. Ön deney sonuçları ve yapılan hesaplamalar sonucunda bulunan dört ayrı konsantrasyon tespit edilmiştir. Bu konsantrasyonların çalışma bitkimizde meydana getirdiği etkiler incelenerek sonuçlar kontrol grubuyla karşılaştırılmıştır.

Çalışmamızda dolmalık biber tohumlarına Captan fungusiti artan dozlarda uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, özellikle 50 µM, 100 µM ve 150 µM olarak belirlenen dozlarda kök gelişmesinde %74'e varan azalma gözlenmiştir (Şekil 4.3). Captan uygulaması yapılmış tohumların çimlenmesi üzerine yapılan araştırmamızda ise yüksek konsantrasyonlarda çimlenmenin %6 oranında inhibe olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1). Captan uygulaması yapılmış köklerdeki büyümenin kontrole göre daha az olması, bu fungusitin kök uzamasına baskılayıcı etkisi olması şeklinde yorumlanabilir. Ayrıca kök uzunluğundaki inhibisyonun hücre bölünmesinin inhibisyonundan dolayı olabileceği de düşünülmekte ve mitotik indeksteki azalma ile doğru orantılı olduğu görülmektedir. Bulgularımıza paralel olarak ladin ve kızılçam tohumlarının çimlenmesi üzerine Captan fungusitinin etkisi incelendiğinde, Captan'ın fitotoksik etki göstererek çimlenmeyi inhibe ettiği ve kaplı tohumlarda kök uçlarının fungusitle temasının kök büyümesini engellediği bildirilmiştir (Voight, 1953). Yapılan bir diğer çalışmada, carbendazim ve kinetin fungusitlerinin lahanada (*Brassica oleraceae* L. *capitata*) bitkisinde normal kök gelişimini inhibe ettiği belirlenmiştir (Tripathi ve diğ.,1979). Akpınar (2014) tarafından *Lycopersicon esculentum*'a thiram fungusiti uygulaması ile de benzer sonuçlar elde edilmiştir. Uygulama yapılan tohumların kök büyümesini ve çimlenmeyi inhibe ettiği bildirilmiştir. Tort ve Dereboylu (2003), farklı dozlarda uygulanan Captan'ın biber (*Capsicum annum* L.) bitkisinin çimlenme üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Denemelerde kontrol grubu dışında üreticiye önerilen doz (2,5 g/l), önerilen dozun iki katı (5 g/l) ve üç katı (7,5g/l) olmak üzere farklı dozların verildiği uygulama grupları oluşturmuşlardır. Yapılan araştırma sonucunda doz artışına paralel olarak çimlenme oranlarının düştüğü tespit edilmiştir. Tort ve diğ. (2006), thiram etken maddeli fungusitin farklı konsantrasyonları *Zea mays*'ın bazı kültür

formları üzerinde uygulanmıştır. Bunun sonucunda çalışmamızla benzer olarak kök - koleoptil ve kök-gövde boylarının kontrole göre %75 oranında azaldığını tespit edilmiştir. Yüksek dozlarda fungusit uygulamasının fitotoksik etki göstererek hücre bölünmesini, kök büyümesini, çimlenmeyi inhibe ettiği ve hücre membran yapısını bozduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Dalgıç, 2005; Yüzbaşıoğlu, 2001; Sasaki ve diğ., 1968; Deveci, 2012). Gupta ve diğ. (2002) yaptığı çalışmada 12 ay boyunca depolanan Captan fungusiti uygulanan biber tohumlarının işlem görmemiş biber tohumlarından %30 oranında daha iyi çimlendiği gözlenmiştir. Bu durumun, Captan'ın ticari formlarında bulunan inert maddelerden (büyüme regülatörleri vb.) kaynaklandığı düşünülmektedir.

Metin (2006) tarafından yapılan çalışmada, prokloraz fungusiti ile tralkoksidimin herbisitinin arpa (*Hordeum vulgare* L.)'da kök uzaması, mitotik indeks, kromozom davranışları üzerine etkileri çalışılmıştır. Pestisit uygulanmış köklerde bazı morfolojik bozuklukların meydana geldiği saptanmış, köklerden hazırlanan ezme preparatlarda doz arttıkça mitotik indekste azalma, kromozom köprüleri, metafaz plağındaki kromozomlarda yapışma gibi mitotik sapmaların değişik tipleri de gözlenmiştir. Herbisit ve fungusit uygulamasının, arpa kök morfolojisinde, kök uzamasında, mitotik bölünme sıklığında ve kromozom davranışlarında olumsuz etki yarattığı görülmüştür. Jogi ve arkadaşlarının 2010 yılında yaptıkları çalışmada thiram ve carbendazim fungusiti ile kaplanan chili biber tohumlarının, kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında konsantrasyona bağlı olarak çimlenme oranının düştüğü gözlenmiştir. Thiram+carbendazim uygulaması yapılan bitkilerde kontrol gruplarına göre çimlenmenin %13 oranında düştüğü görülmüştür. Aynı zamanda bu deney grubu haricinde farklı fungusit denemeleri de yapmışlardır. Bu fungusitlerden Captan, mancozeb ve carboxin fungusitlerinin tek başlarına uygulandıklarında %15 oranında çimlenme ve canlılık kaybına sebep oldukları görülmüştür. Pekşen (2014) yaptığı araştırmalara göre, arpa bitkisine çeşitli dozlarda arsenik uygulamasının kök büyümesinde inhibisyona, köklerde taze ve kuru ağırlıkta azalmaya ve lipid peroksidasyonuna sebep olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak fungusit uygulamasının bitki büyüme ve gelişmesini engellediği yapılan çalışmalara paralel olarak elde ettiğimiz verilerle de desteklenmektedir (Tablo 4.1-2).

Çalışmamız sonucunda, 25 µM, 50 µM 100 µM ve 150 µM dozlarda uygulanan Captan fungusitinin dolmalık biberde bitki kök uzunluğundaki inhibisyonun, uygulama dozu arttıkça membran permeabilitesini bozmasının bir sonucu olduğu düşünülmektedir (Şekil 4.4). Hücrenin iyon geçirgenliğindeki değişime bağlı olarak fizyolojik ve metabolik faaliyetler de değişim göstermektedir (Liu ve diğ., 1994).

Pestisitlerin yoğun olarak kullanılması bitkilerde oksidatif strese neden olmaktadır. Oksidatif stres sonucu ortaya çıkan reaktif oksijen türevleri membran permeabilitesinde de değişimlere yol açmaktadır (Macias ve diğ., 1992; Apel ve diğ., 2004; Sharma ve diğ.,2012). Çalışmamızda Captan fungusitinin uygulama dozuna bağlı olarak dolmalık biber kök hücrelerinin membranında hasara yol açtığı görülmüştür. %111'e varan elektriksel iletkenlik, fungusit uygulanan bitkilerin stres altında olduğunun, lipid metabolizmasını etkilediğinin ve canlılık kaybının göstergesidir (Şekil 4.4). Captan ve thiram fungusit uygulamaları yapılan *Cucumis melo* (kavun)'nun kök hücrelerinde membran yapısının bozulduğu ve fungusitin bitki tarafından  $Ca^{+2}$  alınmasını engellediği, dolayısıyla iyon gradientinin bozulduğu ve ATP- $H^{+}$  pompasının işlevini yerine getiremediği tespit edilmiştir. Bu durumun, fotosentez ve solunum olayları için gerekli ATP'nin elde edilememesine yol açması nedeniyle hücre ölümünün gerçekleştiği düşünülmektedir (Liu ve diğ., 1994; Hedrich ve diğ., 1989; Wimmers ve diğ.,1990; Serrano, 1984). Ayrıca Captan fungusitinin aktif bileşenleri olan tetrahidrophthalimid (THPI) ve tetrahidophthalik asit bileşenlerinin, bitki üzerinde fitotoksik etki göstererek organellerin ve membran yapısının bozunmasına sebep olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Van-Iersel, 1996; Sung ve Chiu, 1995; Thobunluepop, 2009). Yapılan çalışmada pirinç bitkisine farklı konsantrasyonlarda Captan uygulaması yapılmış ve membran permeabilitesinin bozulduğu gözlenmiştir (Thobunluepop, 2009). Yakar (2014) yaptığı araştırmada, imidacloprid insektisiti uygulanan domates (*Lycopersicum esculentum*) bitkilerinin membran permeabilitesinde hasar oluştuğunu ortaya koymuştur. Raja ve diğ. (2012), *Azolla microphylla* Kaulf. ile yaptıkları çalışmada monocotrophos insektisi uygulamış ve çalışmamızda elde ettiğimiz verilere paralel olarak, konsantrasyon artışına bağlı membran geçirgenliğinde bir artış gözlenmiştir. Nanaiah ve arkadaşlarının (1992) biber bitkisi ile yaptıkları çalışmada sıcaklık stresinin lipid membran yapısı üzerine etkilerini incelemiş ve strese bağlı olarak plazma membranının potasyum geçirgenliğinde artış olduğunu tespit etmişlerdir. Pekşen

(2014) yaptığı araştırmasında arsenik uygulamasının kökte lipid peroksidasyonuna neden olduğunu bildirmiştir. Yakıt ve Tuna (2006), yoğun tuz stresine maruz bırakılan mısır (*Zea mays*) bitkisinde membran geçirgenliğinin arttığını ve bitki yüksek tuz oranının bitkiye zarar verdiğini bildirmişlerdir. Yapılan çalışmalar ile elde edilen bulgular ile benzerlik göstermektedir (Şekil 4.4)

Çalışmamızda Captan isimli fungusitin dolmalık biber kök hücreleri üzerindeki sitotoksik etkileri araştırılmış, Captan fungusitinin farklı konsantrasyonlarında çimlendirilen dolmalık biber kök ucu hücrelerinde kontrol grubuna göre, mitoz anomalilerinin ve kromozom hasarlarının arttığı, mitotik indeks oranının ise azaldığı görülmüştür. Kontrol grubuna ait bitkilerde nadiren anomali gözlenirken, 25  $\mu\text{M}$ , 50  $\mu\text{M}$ , 100  $\mu\text{M}$  ve 150  $\mu\text{M}$  Captan uygulama dozuna maruz bırakılan dolmalık biber örneklerinde mitozda anormalilere ve kromozomal hasarlara rastlanmıştır. Anafaz evresinde ise bölünme hızında belirgin bir düşüş tespit edilmiştir (Tablo 4.5, Şekil 4.6-17). Bunun yanı sıra doz artışına bağlı olarak mitoz giren hücre sayısında (MI: mitotik indeks) ise azalmalar gözlenmiştir (Tablo 4.3, Şekil 4.18). Elde edilen bu sonuçlara göre, uygulama grubu dolmalık biber örneklerinde, Captan fungusitinin tüm konsantrasyonlarının genotoksik açıdan olumsuz etkilere neden olduğu görülmüştür.

Gözlenen kromozom anomalileri arasında en fazla profaz safhasında deformasyon, fragment oluşumu; metafaz safhasında kromozomlarda ayrılmama, tabla kayması, düzensiz kromozom dağılımı, kromozom kırıkları; anafaz safhasında düzensiz kromozom dağılımı, kalgın kromozomlar, kutup kayması, köprü oluşumu, çok kutupluluk, kromozomlarda ayrılmama; telofaz safhasında kutup kayması, kalgın kromozom, kromozom kırıkları, enine bölünme ve c-mitoz saptanmıştır (Tablo 4.5). Başka araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarla bulgularımız desteklenmektedir (Gill ve diğ., 2000; Badr, 1986; Coşkun, 1992; Liu, 2003; Kırımlı, 2007; Tok, 2010). En yaygın olarak gözlenen anomalinin kromozomlarda yapışıklık olduğu görülmüştür (Tablo 4.5, Şekil 4.6-17). Bazı maddelerin kromozomal yapışıklığa neden olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Panneerselvam ve diğ., 2012; Caetano-Pereira ve diğ., 1998; Badr ve Ibrahim, 1987). Kromozomlarda ayrılmamanın, kromatidlerin ayrılmasında görevli protein yapısında meydana gelen anomaliden kaynaklandığı Gaulden (1987) tarafından ileri sürülmektedir. Fakat kromozomlarda ayrılmamanın

biyokimyasal temeli halen bilinmemektedir (Pagliarini, 2000). C-mitozun ise iğ ipliği oluşumunun engellenmesi sonucu meydana geldiği düşünülmektedir (Mann, 1977).

Soğan (*Allium cepa*) kök uçlarına farklı konsantrasyonlarda ve farklı sürelerde Captan uygulamasının mitotik aktivite üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, Captan'ın hücre bölünmesini etkileyerek mitotik indeksi azalttığı ve kromozomlarda kromozom köprüleri, kalgın kromozomlar, kutup kaymaları gibi çeşitli anomalilere neden olduğu tespit edilmiştir (Rufus ve diğ., 2000). *Vicia faba* L. (bakla)'ya Captan fungusitinin artan 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 çeşitli anomaliler gözlenmiştir. Önerilen dozda bile Captan'ın kromozomal anomalilere yol açtığı belirlenmiştir (Acar, 2000). Gülmez ve diğ. (2014) *Helianthus annuus* L. bitkisi ile yaptıkları çalışmada Captan fungusitinin 3 farklı konsantrasyonunu uygulayarak kök meristem hücrelerindeki genotoksik etkileri incelemiş; uygulanan dozların çimlenme oranı üzerine etkisi olmamasının aksine fungusit oranı artışı ile mitotik indekste azalma meydana geldiği ve kontrol grubuna göre kromozom anomali oranlarında artış olduğu saptanmıştır. Farklı bitkiler üzerine uygulanan Captan fungusitin çalışmamızla benzer genotoksik etkiler yaptığı gözlenmektedir (Tablo 4.5).

Kırımlı tarafından 2007 yılında yapılan bir çalışmada, *Vicia faba* L. ve *Capsicum annuum* L. ile yaptığı denemeler sonucunda iki farklı konsantrasyonda fungusit (antracol) ve insektisit (confidor) çözeltileri uygulanmıştır. Uygulama yapılanlar ile kontrol grubu bitkileri karşılaştırıldığında bitkilerin kök ucu meristem hücrelerinde, konsantrasyona bağlı olarak çeşitli kromozom anomalileri gözlenmiştir. Bu kromozom anomalileri; anafazda kutup kayması, kalgın kromozom, fragment oluşumu, düzensiz kromozom dağılımları olarak saptanmıştır. Doz artışına bağlı olarak kromozomal anomalilerin de artış gösterdiği saptanmıştır. *Capsicum annuum* bitkisine farklı kimyasalların uygulanması da çalışmamızla benzer sonuçlar meydana geldiğini göstermektedir. Tridemorph fungusitinin *Allium cepa* kök meristem hücrelerinde mitoz bölünmeyi baskıladığını ve bu etkinin uygulanan konsantrasyon ve uygulama süresine bağlı olarak arttığını gözlemişlerdir. Bu fungusitin çok güçlü bir c-mitoz ajanı olduğu ve buna ilaveten, çok kutuplu anafaz, kromozom kontraksiyonu, düzensiz kromozom



dağılımı ve mikronükleus oluşumlarına da neden olduğu bildirmişlerdir (Cortes ve diğ., 1982). Özörgücü ve arkadaşlarının (1994) yaptığı bir araştırmada ise bir insektisit olan Decis'in *Allium cepa* L. kökü meristematik bölgelerinde oluşturabileceği değişikliklerin bulgularından elde edilen sonuçlara göre bizim araştırmamızda da rastladığımız gibi konsantrasyon artışına paralel olarak poliploidi, tripolarite, kromozom kopmaları ve kromozom yapışiklıkları tespit edilmiştir. Coşkun (1992), *Allium cepa* kök meristem hücrelerinde Decis adlı insektisit uygulaması sonucunda kromozomlarda konsantrasyon artışına paralel olarak kromozom yapışmaları gözlemlemiştir.

Uygulama dozuna bağılı olarak anomalilerin sayısındaki artışı destekleyen bir başka çalışma da Özbek (1998) tarafından yapılmıştır. Kanserojen olduğu bilinen kroton yağının, *Allium cepa* ve *Vicia faba* bitkilerinin köklerine farklı konsantrasyonlarda uygulanması sonucunda, oluşabilecek morfolojik ve sitolojik değişiklikler belirlenmeye çalışılmıştır. Uygulama sonunda, kontrole oranla bitki köklerinde boylarda kısalma ve belirgin pigment oluşumu gözlemlenmiştir. Bunların yanı sıra mitotik indekste ve çekirdek-sitoplazma oranında kontrole göre farklılıklar saptanmıştır. Ayrıca polarite bozukluğu, kalgın kromozom, mikronükleus ve nükleus şekil bozuklukları gibi kromozomal anomaliler gözlemlenmiştir.

Çalışmamızda Captan fungusitinin dolmalık biber bitkisindeki antioksidan enzim aktivitelerinde yarattığı değişimler de incelenmiştir. Bitkilerde stres faktörlerine karşı koruyucu olan antioksidan sisteme ait SOD enzim aktivitesinde düşüş ve CAT, POX, GR aktivitelerinde ise oksidatif stresin enzim aktivitelerinde artışa neden olduğu görülmüştür. SOD enzim aktivitesi kontrol grubu ile uygulama grupları karşılaştırıldığında %5,9'luk bir azalma gözlenmiştir. CAT, GR ve POX'ta sırasıyla %17,3 , %32,67 ve %80,8'lik bir artış görülmüştür (Şekil 4.19-22; Tablo 4.6-9). SOD'un singlet oksijenin hidrojen peroksit'e dönüşümünü sağlayabilen tek enzim olduğu bilinmektedir (Gill ve Tuteja, 2010). Fakat Captan fungusitinin hücre membran yapısının bozulmasından doğan canlılık kaybının SOD akitivitesini düşürdüğü Zhao ve arkadaşları (2006) tarafından bildirilmiştir. Bunun yanı sıra SOD akitivitesinin solunum mekanizmasıyla da ilişkili olduğu düşünülmektedir. CAT, GR ve POX'un ise hidrojen peroksitin su molekülüne dönüşümünden sorumlu olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Giovannetti ve diğ., 1989). CAT, GR ve POX enzim

miktarındaki artışın, ortamda oluşan oksidatif stres sonucu hidrojen peroksit moleküllerinin oluşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Captan fungusitinin antioksidan sistem üzerine etkileri ile ilgili yeterli veriye rastlanmamıştır.

Vardar ve Ünal (2009) yaptığı çalışmada bir fungusit olan prokloraz ile bir herbisit olan tralkoksidimin, ülkemizde yaygın olarak tarımı 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, çalışmamızda olduğu gibi (Tablo 4.9, Şekil 4.22) bitkide strese yol açarak peroksidaz aktivitesini artırdığı görülmüştür. Kaya (2012) hedef olmayan ayçiçeği (*Helianthus annuus*) bitkisi üzerine flurokloridon herbisiti uygulaması yaptığı çalışmada, herbisit antioksidan savunma sistemi üzerinde etkili olduğunu tespit etmiştir. Bitkide ROT temizlenmesinde önemli rol oynayan SOD aktivitesinde herbisit uygulamasına bağlı olarak değişimler saptanmış, bu değişimlere paralel olarak ayçiçeği bitkisinde AP ve POD aktivitesinde artış olduğu bildirilmiştir.

Yakar (2014) yaptığı çalışmada, abamectin insektisitinin üç ayrı konsantrasyonda (önerilen doz; iki katı ve dört katı) uygulanmasının domates (*Lycopersicum esculentum*) bitkisi üzerinde meydana getirdiği etkileri araştırmıştır. Süperoksit dismutaz (SOD), peroksidaz (POX) ve katalaz (CAT) spesifik enzim aktivite tayinleri sonucunda ortaya çıkan bulgulara göre; abamectin insektisitinin; domates büyüme parametreleri üzerinde, özellikle önerilenin iki katı konsantrasyonda (500 µl/L) uygulama yapılmış bitkilerde genel bir inhibisyon yarattığı bildirilmektedir. Abamectin'in sebep olduğu oksidatif stres sonucunda, önerilenin dört katı konsantrasyonda (1000 µl/L) uygulama yapılmış bitkilerde, süperoksit dismutaz (SOD) ve peroksidaz (POX) aktivitelerinin konsantrasyona bağlı olarak artış gösterdiği, önerilenin iki katı konsantrasyonun uygulandığı bitkilerde ise, katalaz (CAT) enzim aktivitesini arttırdığı ortaya konmuştur. Arslanoğlu'nun (2011) yaptığı çalışmada basudin 60 em ve cupravit ob 21 insektisilerinin uygulaması yapılan soğan (*Allium cepa*) bitkisinde SOD, CAT ve GSH-Px enzim aktivitelerindeki değişimler izlenmiştir. Uygulama dozuna paralel olarak enzim aktivitelerinde bir düşüş meydana gelmiştir. Benzer olarak Topçu (2010), antracol wp 70, challenge sc 600, dursban 4 pestisitlerinin *Allium cepa* bitkisi üzerindeki etkilerini incelemiş ve antioksidan enzim aktivitesinin düştüğünü

bildirmiştir. Topçu ve Arslanoğlu'nun elde ettiği bulgular, çalışmamızda SOD aktivitesinde meydana gelen düşüşle paralellik göstermektedir. Tang ve diğ. (2006), yaptıkları çalışmada ise çin lahanası (*Brassica pekinensis*) bitkisine mathamidophos insektisiti uygulamış, oluşan stres sonucunda süperoksit dismutaz ve katalaz aktivitelerinin arttığını bildirmiştir. Benzer bir şekilde 1,2,4 triklorobenzen uygulaması yapılan pirinç ve buğday bitkilerinde SOD, POX ve CAT aktivitelerinin önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir (Mishra ve diğ., 2009; Zhang ve diğ.,2008; Zhang ve diğ., 2009). Peroksidaz ve katalaz aktivitelerindeki artış elde ettiğimiz verilerle paralellik (Şekil 4.19-22,Tablo 4.6-9) göstermektedir. Enzim miktarlarındaki artış oksidatif stresin bir göstergesidir.

Sonuç olarak tohum kaplamacılığında kullanılan fungusitlerden biri olan Captan fungusitinin hedef olmayan organizma olan dolmalık biber (*Capsicum annuum* var. *grosssum* L. cv. Kandil) bitkisi üzerindeki olumsuz etkileri yapılan araştırmalar sonucunda belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, Captan fungusiti uygulanan dolmalık biber bitkisinde oksidatif strese yol açarak hem genetik yönden (kromozomlarda ayrılmama, kromozom kırılması, c-mitoz, kutup kayması vb. kromozom anomalileri) olumsuz etkilere neden oldukları, hem de biyokimyasal parametreleri (SOD, CAT, POX, GR aktiviteleri) değiştirerek kök büyümesi, membran permeabilitesi ve tohum çimlenmesi üzerinde baskılayıcı rol oynadıkları söylenebilir. Bu nedenle zararlılarla mücadelede kullanılan bu kimyasalların, kullanımının azaltılarak biyolojik mücadelenin tercih edilmesi önerilmektedir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, dolmalık biber üzerinde Captan'ın kısa sürede yarattığı toksik etkilerinin varlığı saptanmıştır. Ancak tarımsal faaliyetlerde kullanılan fungusit ile kaplanmış tohumların, depolama ve saklama koşullarına bağlı olarak uzun süreli etkilerinin araştırılmasına ihtiyaç vardır.

## KAYNAKLAR

- Aardema, J.M., Kirsch-Volders, M., 2001, *The In Vitro Micronucleus Assay*. In Choy WN, Eds. Genetic Toxicology And Cancer Risk Assesment, New York, Marcel Dekker, 163-86.
- Abak, K., Pitrat, M., 1981, Biberlerde Kök Boğazı Yanıklığı (*Phytophthora capsici* Leon.) Hastalığına Dayanıklılık Üzerine Bir Araştırma, *A.Ü.Z.F. Yıllığı*, 29 (2-3-4): 943-947.
- Acar, T., 2000, *Vicia faba L.'nın Meristematik Hücreleri Üzerine Çeşitli Kimyasalların Etkileri*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, s. 247.
- Adiloğlu, M., 2013, *Organoklorlu Pestisitlerin Buğday Bitkisi (Triticum aestivum L.) Ve Japon Balığı (Carassius auratus L.) Üzerindeki In Vitro Genotoksik Etkilerinin Comet Tekniği İle Belirlenmesi*, Yüksek L. Tezi, Marmara Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akan, T., 2012, *Organofosforlu Pestisitlerin Arpa Bitkisi (Hordeum vulgare L.) Ve Zebra Balığı (Danio rerio) Üzerindeki In Vitro Genotoksik Etkilerinin Comet Testi İle Araştırılması*, Yüksek L. Tezi, Marmara Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akdoğan, A., 2011, *Bazı Pestisitlerin Kromatografik Ayrılmaları Ve Tayinleri*, Doktora Tezi, Pamukkale Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- 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.
- Aksu, F., 1984, *Çubuk Kazası Sebzeliklerinde Biber, Domates Ve Patlıcanda Hastalık Oluşturan Etmenlerin Türleri, Belirtileri Ve Yayılışları Üzerinde Araştırmalar*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniv. Zir. Fak., Ankara.
- Aktaş, H., Söylemez, S., Pakyürek, A.Y., 2009, Farklı Budama Şekillerinin Sera Dolmalık Biber (*Capsicum annuum L.*) Yetiştiriciliği Üzerine Etkisi, *HR.Ü.Z.F.Dergisi*, 13(3):31.
- Alscher, R. G., Erturk, N., Heath, L.S., 2002, Role Of Superoxide Dismutases (Sods) In Controlling Oxidative Stress In Plants, *Journal Of Experimental Botany*, 53(372):1331-1341.

- Altındışli, A., 2007, *Organik Tarımın Tarihi Ve Gelişimi*.
- Ambrus, A., 2004, Reliability Of Measurements Of Pesticide Residues İn Food, *Accred Qual Asur*, 9, 288-304.
- Amdur, M.O., Doull, J., Klassen, C.D., 1991, *Casarett And Doull's Toxicology: The Basic Science Of Poisons*, Pergamon Press, New York, 1033: 565-623.
- Apel, H., Thielen, A. H., Merz, B., Blochl, G., 2004, A Probabilistic Modelling System For Assessing Flood Risks, Natural Hazards, Special Issue, *German Research Network Natural Disasters*.
- Apel, K., Hirt, H., 2004, Reactive Oxygen Species: Metabolism, Oxidative Stress, And Signal Transduction, *Annu. Rev. Plant Biol.*, 55:373–399.
- Arati, P., 2000, *Influence Of Containers And Seed Treatments On Storability Of Chickpea*. M.Sc.(Agri.) Thesis, University Of Agricultural Sciences, Dharwad.
- Arce, T.G., Gordon, E.B., Cohen, S.C., Singh, P., 2010, Genetic Toxicology Of Folpet And Captan, *Critical Reviews İn Toxicology*, 40(6): 546–574.
- Arıkan B., 2004, *Acı Kırmızı Biberin (Capsicum annuum L.) Serum Leptin Ve Serum Nitrik Oksit Düzeylerine Akut Etkisinin Araştırılması*, Yüksek L. Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Arslanoğlu, İ., 2011, *Basudın 60 Em Ve Cupravıt Ob 21 Pestisitlerinin Allium cepa Bitkisi Üzerindeki Fizyolojik, Sitogenetik Ve Biyokimyasal Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Kırklareli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ateeq, B., Farah, M.A., Niamat Ali, M., Waseem, A., 2001, Clastogenicity Of Pentachlorophenol, 2,4-D And Butachlor Evaluated By *Allium* Root Tip Test, *Genetotoxicology And Environmental Mutagenesis*, 105-113.
- Atilla, F., 2007, *Biber Yetiştiriciliği*, Saruhanlı Ziraat Odası, Manisa, 15 S.
- Aybak H. Ç., 2006, *Biber*, Hasad Yayıncılık, S.157.
- Aybak, H.Ç., 2002, *Biber Yetiştiriciliği*, Hasat Yayıncılık, S: 92-123.
- Aydın, B., 2010, *Orobanş'ın Çanakkale (Türkiye)'de Tarımı Yapılan Bazı Biber Çeşitlerindeki Antioksidan Enzim Seviyelerinde Neden Olduğu Değişimlerin Araştırılması*, Yüksek L. Tezi, Çanakkale 18 Mart Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Başpınar, H., Durmuşoğlu, E., Yıldırım, E.M., 2010, Türkiye'de Tarım İlaçları Üretim Ve Kullanımı, *Turkey Agricultural Engineering VII Technical Congress*, 11-15 January 2010, Ankara.
- Bayraktar, K., 1991, *Sebze Yetiştirme*, Cilt 2, 342 S.

- Baytop, A., 1971 - Etüde Systematique Des Plantes De La Turquie d'Europe Et Environ d'Istanbul II (Solanaceae), *Istanbul Ecz. Fak. Mec.*, 7:109-137.
- Bergmeyer, N., 1970, *Methoden Der Enzymatischen Analys*, Akademie Verlag, Berlin, Vol.L, Pp. 636-647.
- Beyer W.F., Fridowich, I., 1987, Assaying For Superoxide Dismutase Activity: Some Large Consequences Of Minor Changes In Conditions, *Analytical Biochemistry*, 161:559-566.
- Biber Bitkisi Genel Bilgiler, 2012, [www.wikipedia.com.tr](http://www.wikipedia.com.tr) (Erişim 14.04.2015).
- Boguszewska, D., Grudkowska, M., Zagdańska, B., 2010, Drought Responsive Antioxidant Enzymes In Potato (*Solanum tuberosum* L.), *Potato Research*, 53, Pp. 373-382.
- Bolognesi, C., Morasso G., 2000, Genotoxicity Of Pesticides: Potential Risk For Consumers, *Trends Food Sci. Technol.*, 11, 182-187.
- Bose, T.K., Kabir J., Maity T.K., Parthasarthy V.A., Som, M.G., 2002, *Vegetable Crops*. Vol. 1, Naya Prokash Publ., Calcutta, India, Pp: 168-204.
- Bozokalfa, K., Eşiyok D., Turhan K., 2009, Patterns Of Phenotypic Variation In A Germplasm Collection Of Pepper (*Capsicum annuum* L.) From Turkey, *Spanish Journal Of Agricultural*, 7 (1):83-95.
- Bölükbaş, O., 1998, *Ege Bölgesinde Yetiştirilen Elma Örneklerinde Pestisid Kalıntılarının Nicel Tayini*, Doktora Tezi, Ege Üniv., Sağlık Bilimleri Enst., İzmir.
- 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*.
- Buschini, A., Poli, P. Ve Rossi, C. 2003, *Saccharomyces Cerevisiae* As An Eukaryotic, 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.
- Chadha, K.L., 2003, *Capsicum*, In: *Handbook Of Horticulture*, Vol.3, Indian Council Of Agriculture Research, New Delhi, India, Pp: 368-371.
- 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.
- Collins, A.R., 2002, The Comet Assay, Principles, Applications, And Limitations, *Methods Mol. Biol.*, 203, 163-77.

- Çalı, İ., 2013, Fosetyl-Al Uygulamasının Domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Bitkisinin Anatomik Yapısı Üzerine Etkisi, *Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi*, 34(3):41-49.
- Çekiç, F.Ö., 2008, *Tuzluluk Koşullarında Yetiştirilen Biber (Capsicum annuum L.) Bitkisinde Arbusküler Mikorizanın Bazı Fizyolojik Ve Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkisi*, Yüksek L. Tezi, Mersin Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Çelik, A., Onyayar, S., Çekiç, F.O. Ve Gozel, A., 2006, Cadmium-İnduced Genotoxicity, Cytotoxicity And Lipid Peroxidation İn *Allium sativum* And *Vicia faba*, *Mutagenesis*, Vol. 21 No. 1 Pp. 77-81.
- Çelik, M., Yüzbaşıoğlu, D., Ünal, F., Arslan, O., Kasap, R., 2005, Effects Of Dinocap On The Mitosis Of *Allium cepa* L., *Cytologia*, 70(1), 13-22.
- Çobanoğlu, Z., 1997, *Pestisitler, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi*, 52.
- Dalar A., 2008, *Biber (Capsicum annum L.) Bitkisi Çeşitlerinin Farklı Doku Kültürü Yöntemleri İle Mikroüretimi*, Yüksek L. Tezi, Yüzüncü Yıl Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Dalgıç, Ö., 2005, *Fusilade (Fluazifop-P-Butyl)'İn Mercimek Bitkisi (Lens Culinaris Medik) Üzerindeki Bazı Toksik Etkilerinin Belirlenmesi*, Doktora Tezi, Trakya Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Davis, P., 1918-92, *Flora Of Turkey And The East Aegean Islands*, Edinburgh University Press.
- Delen, N., 2008, *Fungisitler*, Nobel Yayın Dağıtım, Nobel Yayın No: 1360, Ankara.
- Demir, İ., Mavi, K. 2004, The Effect Of Priming On Seedling Emergence Of Differentially Matured Watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum And Nakai), *Seeds. Sci. Hort.*, 102: 467-473.
- 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.
- Devlet Planlama Teşkilat Raporu, 2001, [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr) (Erişim 12.04.2015).
- Duman, İ., Düzyaman E., 2004, Türkiye'de Yetiştirilen Bazı Önemli Biber Genotiplerinin Morfolojik Varyabilitesi Üzerine Bir Araştırma, *Ege ÜZF. Dergisi*, 41 (3):55-56.
- 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.

- 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, 2003, About Of Pesticides: Types Of Pesticides, [www.epa.gov.tr](http://www.epa.gov.tr), (Erişim Tarihi: 23.09.2015).
- EPA., 1999, Summary Of OPP Reduced-Risk Pesticides İnitavite, *US EPA*, 2 S.
- Erdem T., 2007, *Ozonlu Su İle Yıkanan Kırmızı Pul Biberin Mikrodalga Enerjisi İle Kurutulması*, Yüksek L. Tezi, Çukurova Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Evseeva T.I., Geras'kin S.A., Shuktomova I.I., 2003, Genotoxicity And Toxicity Assay Of Water Sampled From A Radium Production İndustry Storage Cell Territory By Means Of *Allium*-Test, *J. Environ. Radioact.*, 68, 235-248.
- 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., Halliwell B., 1976, Presence Of Glutathione And Glutathione Reductase İn Chloroplasts: A Proposed Role İn Ascorbic Acid Metabolism, *Planta*, 133:21-25pp.
- Gechev, T., Willekens, H., Van Montagu, M., 2003, Different Responses Of Tobacco Antioxidant Enzymes To Light And Chilling Stress, *J. Plant Physiol.*, 160: 509-515.
- 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 İn Abiotic Stress Tolerance İn Crop Plants, *Plant Physiology And Biochemistry*, V.48, P.909-930.
- 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.
- Göçmen, M., 2006, *Biberlerde Phytophthora capsici 'ye Karşı Dayanıklılıkta Genotip X İzolat İnteraksiyonu Ve Farklı Dayanıklılık Kaynaklarının Karakterizasyonu*, Çukurova Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Gupta, S.K., Thind T.S., 2006, Disease Problems İn Vegetable Production, *Scientific Publishers (India) Ltd.*, Jodhpur, India, Pp: 335-380.
- Gupta, V.K., Paul Y.S., 2002, Disease Of Vegetable Crops, *Scientific Publishers (India) Ltd.*, Jodhpur, India, Pp: 96-102.
- Gülmez E., Akpınar I., Dazkır M., Ünal M., 2014, The Cytotoxic And Physiological Effects Of Captan On *Helianthus annuus* L., *ICOB7*, Antalya.



- Helling B., Reinecke, S.A., Reinecke, A.J., 2000, Effects Of The Fungicide Copper Oxychloride On The Growth And Reproduction Of *Eisenia Fetida*, *Ecotoxicology And Environmental Safety*, 46,108-116.
- Herzog, V., Fahimi, H., 1973, Determination Of The Activity Of Peroxidase, *Analytical Biochem*, 55: 554-562.
- Hochstein, P.E., Cox, C.E. ve Sisler H.D., 1954, *Phytopath.*, 44, 492.
- 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.
- Jogi M., Padule N., Selgoankar B., 2010, Effect Of Seed Treatment With Antagonist And Fungicides On Seed Germination And Seedling Vigour Index Of Chili, *J.Soils And Crops*, 20 (2) 249-252.
- Kabura B.H., Musa B., Odo P.E., 2008, Evaluation Of The Yield Components And Yield Of Onion (*Allium cepa* L.)- Pepper (*Capsicum annum* L.) Intercrop In The Sudan Savana, *Journal Of Agronomy*, 7 (1): 88-92.
- Karagül S., Keleş D., Demirtaş B., 2005, *Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Biber (Capsicum annum) Yetiştiriciliğinin Problemleri Ve Çözüm Önerileri*, IV. GAP Tarım Kongresi, 1.Cilt, 154-161, 21-23 Eylül, Şanlıurfa..
- Karavaş, B. 2002. *Fungisit, Bitki Aktivatörü Ve Bitki Stimulantının Biber Bitkisinin (Capsicum annum L.) Anatomik Ve Morfolojik Yapısı Üzerine Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Kasım R., Kasım M.U., Can O., 2003, *Örtü Altında Yetiştirilen Çorbacı Sivri Biber Çeşidinde Farklı Budama Şekillerinin Meyve Verimi Ve Kalitesine Etkisi*, Kocaeli Üniversitesi.
- Kavitha, M., 2007, *Seed Quality Enhancement And Storability Studies In Chillı (Capsicum annum L.)*, Yüksek L. Tezi, Dharwad University Of Agricultural Sciences, Dharwad-580 005.
- 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*, Medisan Yayın, 2. Baskı, 385-402.
- Keleş D., 2007, *Farklı Biber Genotiplerinin Karakterizasyonu Ve Düşük Sıcaklığa Tolerans*, Doktora Tezi, Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- 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.
- Kırımlı R., 2007, *Bazı Fungusit Ve İnsektisitlerin Vicia faba L. Ve Capsicum annuum L. Türlerinin Kök Ucu Mitozu Üzerine Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Kızılaslan N., Yaşa Ö., 2011, Türkiye'deki Tarımsal Mücadele Üretim Tüketim Ve Dışticaretinin Avrupa Birliği Uyum Sürecinde Gelişim Seyri, *GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2), 103-116.
- Kligerman, A.D., Doerr, C.L., Tennant, A.H., Peng, B., 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, Ankara.
- Kopec, S.E., Debellis, R.J., Irwin, R.S., 2002, Chemical Analysis Of Freshly Prepared And Stored Capsaicin Solutions: Implications For Tussigenic Challenges, *Pulm Pharmacol Ther.*, 15, 529-534.
- Krishnasamy, V., 2003, *Seed Pelleting-Principles And Practices, ICAR Short Course On Seed Hardening And Pelleting Technologies For Rainfed/Garden Land Ecosystems*, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore, P. 96.
- Lawlor, D.W., 2002, Limitation To Photosynthesis In Water-Stressed Leaves: Stomata Vs. Metabolism And The Role Of ATP, *Annals Of Botany*, 89, Pp. 871–885.
- 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.
- Lorge, E., Lambert, C., Gervais, V., Becourt-Lhote, N., Delongas, L., Claude, N., 2007, Genetic Toxicity Assessment: Employing The Best Science For Human Safety Evaluation. Part II: Performances Of The In Vitro Micronucleus Test Compared To The Mouse Lymphoma Assay And The In Vitro Chromosome Aberration Assay, *Toxicol Sci*, 96(2): 214-7.
- Majid, U., Mahmooduzzafar, T.O., Iqbal, M., 2014, Antioxidant Response Of *Cassia angustifolia* Vahl. To Oxidative Stress Caused By Fungicide Mancozeb, A Pyrethroid Fungicide, *Acta Physiol. Plant*, 36, 307–314.
- Margni, M. D., Rossier, D., Crettaz, P., Jolliet, O., 2002, Life Cycle Impact Assessment Of Pesticides On Human Health And Ecosystems, *Agriculture, Ecosystems And Environment*, 93:379–392.
- Matsufuji H., Ishikawa K., Nunomura O., Chino M., Takeda M., 2005, Anti-Oxidant Content Of Different Coloured Sweet Peppers, White, Green, Yellow, Orange

And Red (*Capsicum annuum* L.), *International Journal Of Food Science And Technology*.

MEGEP, 2008, *Biber Yetiştiriciliği*, T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara, 47 S.

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.

Mishra, V., Srivastava, G., Prasad, S.M., 2009, Antioxidant Response Of Bitter Gourd (*Momordica charantia* L.) Seedlings To Interactive Effect Of Dimethoate And UVB İrradiation, *Sci. Hortic.*, 120:373-378.

Nanaiah, G.K., Anderson J.A., 1992, Electrolyte Leakage And Evolution Of Ethylene And Ethane From Pepper Leaf Disks Following Temperature Stress And Fatty Acid İnfiltration, *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 117:846–851.

Nixon, P., 2000, Pesticide Mode Of Action And Metabolism, *Illinois Pesticide Review, News About Pesticides And Regulations*, Vol. 2000.

Northover, J., Frank, R., And Braun, H. E. 1986. Dissipation Of Captan Residues From Cherry And Peach Fruits, *Journal Of Agriculture, Food And Chemistry*, 34:525-529.

Oberschall, A., Deak, M., Torok, K., 2000, A Novel Aldose/Aldehyde Reductase Protects Transgenic Plants Against Lipid Peroxidation Under Chemical And Drought Stresses, *Plant J.*, 24: 437-446.

Ono, H., Tamura, H., Yamashita, Y., Tamura, K. Ve Iwakura, K., 2006, In Vitro Chromosome Aberration Test And İn Vivo Micronucleus Test Of Ca-Type Garcinia Extract, *Shokuhin Eiseigaku Zasshi*, 47, 80-84.

Organik Tarım Verileri, Tarım Ve Köy İşleri Bakanlığı, 2009, [www.tarim.gov.tr](http://www.tarim.gov.tr) (Erişim Tarihi 05.05.2015)

Owens, R.G., 1956, *Phytopath.*, 46, 23.

Öğüt, S., Seçilmiş, H., 2003, Tarım İlaçlarının (Pestisitler) Olası Çevre Etkileri, *Süleyman Demirel Univ. G.M.F.D.*, Türkiye.

Ölmez, F., 2006, *Organik Madde Ve Bazalt Tüfünün Kullanımının Biberde Kök Ve Kök Boğazı Yanıklığı Phytophthora capsici Üzerine Etkisinin Belirlenmesi*, Yüksek L. Tezi, Çukurova Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Özbek, A.S., 1998, Croton-Oil'in Bazı Bitkilerin Sitolojik Ve Morfolojik Yapıları Üzerine Etkileri, *Am J Vet.Res.*, 55-59.

- Özörgücü, B., Türkan, İ., Oğuz, G., Gönüz, A., Acar, O., 1994, Endüstriyel Bölge Yeraltı Sularının *Allium cepa* L. Kök Ucu Hücrelerinde Mitoz Bölünme Üzerine Etkileri, *XII. Ulusal Biyoloji Kongresi*, Çevre Biyolojisi Sektörünü, Edirne, 1-7.
- Öztürk İ., 2004, *Bazı Fungisit Uygulamalarının Lycopersicon Esculentum Mill. (Domates) Bitkisinde Oluşturabileceği Morfolojik, Anatomik, Fizyolojik Değişikliklerin Belirlenmesi Ve Verim Üzerine Etkileri*, Doktora Tezi, Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Pagliari, M.S., 2000, Meiotic Behavior Of Economically Important Plant Species: The Relationship Between Fertility And Male Sterility, *Genetics And Molecular Biology*, 23:4, 997-1002.
- Pandey, R., 2007, Cytotoxic Effects Of Pesticides In Somatic Oils Of *Vicia faba* L., *Cytol. Genet.*, 42,373-377.
- Panneerselvam, N., Palanikumar L., Gopinathan, S., 2012, Chromosomal Aberrations Induced By Glycidol In *Allium Cepa* L. Root Meristem Cells, *International Journal Of Pharma Sciences And Research*, 3:2, 300- 304.
- Parvaiz A., Satyawati S., 2008, Salt Stress And Phyto-Biochemical Responses Of Plants – A Review. *Plant Soil Environ.*, 54: 89-99.
- Paşaoğlu, M.O., 2011, *L-Name Uygulanan Sıçan Dokularında Bazı Biyokimyasal Parametreler Üzerine Propolisin Etkilerinin Araştırılması*, Yüksek L. Tezi, Niğde Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Patil, A. K., 2000, *Influence Of Container And Seed Treatment On Storability Of Chickpea M. Sc.(Agri.) Thesis*, Uni. Agric. Sci., Dharwad.
- 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.
- Pekşen, S., 2014, *Arpa'da Kök Büyümesi, Antioksidatif Enzim Aktivitesi Ve Lipid Peroksidasyonu Üzerine Arsenik'in Etkisi*, Yüksek L. Tezi, Trakya Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Pierzynski, G. M., Sims, J. T., Vance, G. F., 1994, *Soils And Environmental Quality*, Boca Raton, Lewis Publ.
- Raja, W., Rathaur, P., John, S. A., Ramteke, P. W., 2012, *Azolla: An Aquatic Pteridophyte With Great Potential*, *Int. J. Res. Biol. Sci.*, 2 (2): 68-72.
- Roberts, T. R., Hutson, D. H., 1999, *Metabolic Pathways Of Agrochemicals, Part 2 Insecticides And Fungicides*, The Royal Society Of Chemistry Cambridge, UK.

- Sayılır A., Özzambak E., 2005, Biber Anter Kültüründe Uygun Tomurcuk Büyüklüğü İle Besin Ortamı İçeriklerinin Embriyo Verimine Etkileri Üzerine Bir Araştırma, *Ege Üniv. Ziraat. Fak. Derg.*, 42(3):1-11 ISSN 1018-885.
- Sebze Üretim Raporu, 2014, [www.fao.org](http://www.fao.org) (Erişim 14.03.2015).
- Sharma, P., Jha, A.B., Dubey, R.S., Pessarakli, M., 2012, Reactive Oxygen Species, Oxidative Damage, And Antioxidative Defense Mechanism İn Plants Under Stressful Conditions, *Jour. Of Bot.*, P:26.
- Sherin Ve Susan John, 2003, *Seed Film Coating Technology Using Polykote For Maximizing The Planting Value, Growth And Productivity Of Maize*, Yüksek L. Tezi, Tamil Nadu Agril. Univ., Coimbatore (India).
- Sun T., Xu Z., Wu C.T., Janes M., Prinyawiwatkul W., No H.K., 2007, Antioxidant Activities Of Different Colored Sweet Bell Peppers (*Capsicum annuum* L.), *Journal Of Food Science*, Vol. 72.
- T.C. Ekonomik Bakanlığı Meyve Ve Sebze Sektör Raporu, 2014, [www.ekonomi.gov.tr](http://www.ekonomi.gov.tr), (Erişim Tarihi: 05.05.2015).
- 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 İn Chloroplasts Against Oxidative Stress And High Temperature, *Plant Cell Rep.*, 25:1380–1386.
- Thobunluepop, P., Pan-İn, W., Pawelzik, E., Vearasilp, S., 2009, The Perspective Effects Of Various Seed Coating Substances On Rice Seed Variety Khao Dawk Mali 105 Storability II: The Case Study Of Chemical And Biochemical Properties. *Pak. J. Biol. Sci.*, 12: 574-581.
- Thomson, D., 1997, Confusion Amongst Codling Moth Fellows Continues: A Commercial Perspective On The Implementation Of Codling Moth Mating Disruption İn 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 Maual*, A World Compendium, British Crop Protection Council, UK, Pp.1250.
- Topçu, S., 2010, *Antracol Wp 70, Challenge Sc 600, Dursban 4 Pestisitlerinin Allium cepa Bitkisi Üzerindeki Genotipik, Fenotipik Ve Biyokimyasal Etkileri*, Yüksek L. Tezi, Kırklareli Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tort N., Öztürk İ., Tosun N., 2004, Fungisit Uygulamalarının Domates (*Lycopersicon esculentum* Mill.)'İN 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.
- Tort, N., Dereboylu, A. E., Turkyılmaz, B., 2006, Morphological And Physiological Effects Of A Fungicide With A Thiram Agent On Some Corn Culture Forms, *Journal Of The Faculty Of Science*, 29, 67-79.
- Tripathi, R.K., Schlösser, E., 1979, Effect Of Fungicides On The Physiology Of Plants. II. Inhibition Of Adventitious Root Formation By Carbendazim And Kinetin, *Journal Of Plant Diseases And Protection*, 86(1), 12-17
- Turgut, C., Newby, B.M., Cutright, T.J., 2004, Determination Of Optimal Water Solubility Of Capsaicin For Its Usage As A Non-Toxic Antifoulant, *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.*, 11, 7-10.
- Ünal M., 2004, Pestisit Kullanımı Ve Meydana Getirdiği Çevre Problemleri, *Morfoloji Dergisi*, No.2, Ss.78-84.
- 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.
- 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.
- 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.
- Wang, J., Zhang, H., Allen, R.D., 1999, Overexpression Of An Arabidopsis Peroxisomal APX Gene İn Tobacco Increases Protection Against Oxidative Stress, *Plant Cell Physiol.*, 40; 725-732.
- Wang, X., Liu, F., Zhou, G., Li, X-H, Li Z., 2006, Detection And Molecular Characterization Of Pepper Mild Mottle Virus İn China, *J. Phytopath.*, 154:11-12.
- Ware G. Ve W., 1980, *Pesticides: Chemical Tool*, Pesticides Theory And Application, New York, 3-15.
- Wilner J., 1955, Results Of Laboratory Tests For Winter Hardiness Of Woody Plants By Electrolyte Methods, *Proc. Amer. Hort. Sci.*, 66:93-99.
- Wimmers, L.E., Ewing, N.N., Meyer, D.J., Bennett, A.B., 1990, Calcium İn Plant Growth And Development, *Amer. Soc. Plant Physiol. Symp. Ser.*, Vol. 4. P. 36-44.

- 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.
- Yakıt, S., Tuna, A.L., 2006, Tuz Stresi Altındaki Mısır Bitkisinde (*Zea mays* L.) Stres Parametreleri Üzerine Ca, Mg Ve K'nın Etkileri, *Akdeniz Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 59- 67.
- Yaldız G., 2008, *Farklı Süs Biberi (Capsicum Sp.) Tür Ve Hatlarında Verim Ve Kalite Özellikleri İle Optimal Kurutma Yöntem Ve Parametrelerinin Saptanması*, Doktora Tezi, Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Yaş Meyve Ve Sebze Sektör Raporu, 2015, [www.akib.org.tr](http://www.akib.org.tr) (Erişim Tarihi, 1.11.2015).
- Yaşar, F., Ellialtıoğlu, Ş., Özpay, 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.
- Yılmaz, S., Çelik, H., Zengin, S., Fırat, A.F., 2009, *Tohum, Fide Ve Çeşit Seçimi, Örtüaltı Biber Yetiştiriciliği*, 4. Bölüm, 49-58s, Batı Akdeniz Tarımsal Araş. Enst., Antalya.
- Yolcu, M., 2010, *Biber Bitkisinde Organik Tarım Denemeleri*, Yüksek L. Tezi, Dumlupınar Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.
- Yu, B.P., 1994, Cellular Defences Against Damage From Reactive Oxygen Species, *Physiol. Rev.*, 74, 139-162.
- 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.
- Zhang, G.L., Chen, W.J., Wang, L., Jin, T., Dai, Q.G., Sun, G.R., Xu, K., Huo Z.Y., Zhang, H.C., 2008, Physiological Reaction Of Wheat Seedling To 124-Trichlorobenzene Stress, *Acta Ecol. Sinica.*, 28:4388-4395.
- 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.
- Zhao, F., Guo, S., Zhang, H., Zhao, Y., 2006, Expression Of Yeast SOD2 In Transgenic Rice Results In Increased Salt Tolerance, *Plant Sci.*, 170:216-24.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	MÜGE DAZKIR
Uyruğu	T.C.
Doğum tarihi, Yeri	08.11.1990 / ÜSKÜDAR
E-mail	<a href="mailto:dazkirmuge@gmail.com">dazkirmuge@gmail.com</a>

### Eğitim

Derece	Kurum/Anabilim Dalı/Programı	Yılı
Lisans	İ.Ü. Fen Fakültesi/ Biyoloji Bölümü	2012
Lise	Suadiye Hacı Mustafa Tarman Lisesi (Y.D.A)	2008