

**T.C.**  
**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**ÇANAKKALE İLİNDEKİ SANAYİİ KURULUŞU ATIK SULARININ**  
**EKONOMİK ÖNEME SAHİP BİTKİ TÜRLERİ**  
**ÜZERİNDE ENZİMATİK VE GENETİKSEL DEĞİŞİMLERİNİN İZLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Esra GÜNEYSU**

**ÇANAKKALE – 2004**

**T.C.**  
**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**ÇANAKKALE İLİNDEKİ SANAYİİ KURULUŞU ATIK  
SULARININ EKONOMİK ÖNEME SAHİP BİTKİ TÜRLERİ  
ÜZERİNDE ENZİMATİK VE GENETİKSEL DEĞİŞİMLERİNİN  
İZLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Hazırlayan: Esra GÜNEYSU**  
**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Cüneyt AKI**

**ÇANAKKALE – 2004**

**Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,**

Bu araştırma, jürimiz tarafından Biyoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Başkan** : .....  
**Üye** : .....  
**Üye** : .....  
**Üye** : .....

**Kod No :**

**Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.**

**Enstitü Müdürü**

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZ .....	I
ABSTRACT .....	II
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	III
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
1. GİRİŞ.....	1
1.1. KİRLİLİK TİPLERİ.....	3
1.1.1. Hava Kirliliği.....	3
1.1.2. Toprak Kirliliği.....	5
1.1.3. Su Kirliliği.....	7
1.1.4. Su Kirliliğinin Canlılara Etkisi.....	15
1.1.4.1. Bitkilerde Genetik Varyasyonlar.....	16
1.1.4.2. Bitkilerde Mitoz Bölünme.....	18
1.1.4.3. Bitkilerde Mitotik Kromozomların İncelenmesi.....	22
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	25
3. MATERYAL VE METOD.....	32
3.1. MATERYAL.....	32
3.2. METOD.....	37
3.2.1. <i>Allium cepa</i> L. ve <i>Vicia faba</i> L. kök uçlarının elde edilmesi.	37
3.2.1.1. Çözeltilerin Hazırlanması.....	38
3.2.2. Saksı Denemelerinde Kullanılan Bitkilerin Yetiştirilmesi.....	39
3.3.3. Protein ve Enzim Analiz Yöntemi.....	41
4. BULGULAR.....	46
4.1. Mitotik Bulgular.....	46
4.2. Total Protein Tayini İle İlgili Bulgular.....	57

4.3. Peroksidaz Enzim Aktivitesi İle İlgili Bulgular.....	61
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	65
5.1. Mitotik İncelemelere Ait Sonuçların Değerlendirilmesi.....	65
5.2. Total Protein Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi .....	78
5.3. Peroksidaz Enzim Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	78
6. ÖZET.....	81
7. SUMMARY.....	82
8. KAYNAKLAR.....	83
TEŞEKKÜR.....	97
ÖZGEÇMİŞ.....	98

## ÖZ

Bu araştırmada Çanakkale ili sınırları içinde bulunan çeşitli sanayii kuruluşlarına ait atık sularının ekonomik olan bitki türleri üzerine genetiksel ve enzimatik etkileri laboratuvar koşullarında yapılan denemeler sonucunda ortaya konmuştur.

Bitki türleri üzerinde atık suların etkileri arasında bitki gelişimini stimüle etme ya da inhibe etme, genetiksel konfigürasyonları değiştirme ve savunma enzimlerinde meydana gelen enzimatik değişimler söz konusudur. Bahsedilen bu değişimlerin ortaya çıkarılmasında kök ucu hücreleri testi, spektrofotometrik yöntemler kullanılarak enzim ve protein analizleri gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada materyal olarak kullanılan *Allium cepa* (soğan) ve *Vicia faba* (bakla), laboratuvarda atık su serilerine ait sıvı ortamda yetiştirilmişlerdir. Saksı denemelerine ait olan *Phaseolus vulgaris* (fasulye), *Capsicum annuum* (biber), *Lycopersicum esculentum* (domates) ve *Vicia faba* (bakla) bitkilerine ait tohumlar 1:2 perlit:toprak karışımı plastik saksılarda atık suların seyreltme serileri ile hazırlanmış sular ile sulanarak yetiştirilmiştir.

Tüm uygulamalardan sonra su denemesi bitkilerinin kök uçlarından hazırlanan mitotik preparatlarda anomaliler ortaya çıkarılmıştır.

Atık su uygulamalarından sonra saksıda laboratuvar koşullarında ( $24\pm 2^{\circ}\text{C}$ , 8/16 fotoperiyot) yetiştirilen bitkilerinin yapraklarından alınarak, analizler için gerekli homojenatlar hazırlanmıştır. Örneklerin total protein miktarlarının belirlenmesinde Bradford (1976)' un total protein tayin yöntemi kullanılarak BSA standart olarak alınmıştır. Örneklerdeki protein miktarı spektrofotometrik olarak  $595_{\text{nm}}$ 'de llmştir. Peroksidaz enzim aktivitesinin spektrofotometrik ölçümlerinde ise Kanner ve Kinsella (1983)' nin metodu kullanılarak spektrofotometrik ölçümler olarak  $300_{\text{nm}}$ 'de alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Allium cepa*, *Vicia faba*, *Phaseolus vulgaris*, *Capsicum annuum*, atık su, protein, peroksidaz, mitoz.

## ABSTRACT

In this research, monitoring of genetic and enzymatic differences of economically important plants which affected with industrial waste water in Çanakkale by in vitro experiments were investigated.

One of the most common effect of waste water on plants are growth inhibition or stimulation, changing genetical configurations and plant defense enzyme. According to this inhibition or stimulation, plants have response capability genetically and enzymatically differences which directly effect plant defense systems. For this reason to understanding the changing, genetic analyzes were realized in plant root tip cell, in other hand enzymatic and specific protein analyzes were studied with spectrophotometrically in plants.

*Allium cepa*, *Vicia faba* which used in water experiment were grown in waste water series which taken from different industrial sources. *Phaseolus vulgaris*, *Capsicum annuum*, *Lycopersicum esculentum* and *Vicia faba* which used in pot experiments were grown in waste water series which taken from different industrial sources.

After the waste water treatment, plants which grown in water were analyzed in meristematic tissues which suitable for observing mitotic anomalies in root tips.

After the waste water treatment seedlings which grown under in vitro pot conditions ( $24\pm 2^{\circ}\text{C}$ , 8/16 photoperiod) were analyzed by harvesting the leaf of the plants. Total protein amount of leaf extracts were determined by the method of Bradford (1976) using bovine serum albumin (BSA) as a standard. Amount of total protein was measured spectrophotometrically at  $595_{\text{nm}}$ . The peroxidase enzyme activity was measured according to Kanner and Kinsella (1983) by spectrophotometrically at  $300_{\text{nm}}$ .

Keywords : *Allium cepa*, *Vicia faba*, *Phaseolus vulgaris*, *Capsicum annuum*, waste water, protein, peroxidase, mitosis.

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b><u>Simge</u></b>	<b><u>Açıklama</u></b>
AA	<i>Allium-Anafaz</i> testi
AR	Asit yağmuru
BOD	Biyolojik Oksijen Değeri
CFC	Kloroflorokarbon
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
Cpt	Camptotesine
2,4-D	2,4-diklorofenoksiasetik asit
EMS	Metano sülfonat
HgCl <sub>2</sub>	Civa klorür
H <sub>2</sub> S	Hidrojen sülfür
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Hidrojen peroksit
HSO <sub>3</sub>	Biosülfıt
µl	Mikrolitre
ml	Mililitre
MC	Mitomycin C
MCN	Mikronukleus testi
MNU	N-metil-N-nitrosor
MH	Maleik hidrazit
MMS	Metil metano sülfonat
N <sub>2</sub>	Azot
NO <sub>3</sub>	Nitrat
NaOAc	Sodyum Asetat
NaN <sub>3</sub>	Sodyum azit
NiSO <sub>4</sub>	Nikel sülfat
O <sub>2</sub>	Oksijen
PCP	Pentaklorofenol
PNC	Piknotik hücreler
SO <sub>2</sub>	Kükürt dioksit
SO <sub>3</sub> <sup>-2</sup>	Sülfıt
TEM	Triethylenemelamine (Trietilenmelamin)



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Protein Standart Verileri.....	44
Çizelge 3.2. Protein Standart Grafiği ve Denklemi.....	44
Çizelge 4.1. Domates Bitkisinde Uygulama Gruplarına Ait Total Protein Sonuçları.....	57
Çizelge 4.2. Biber Bitkisinde Uygulama Gruplarına Ait Total Protein Sonuçları.....	58
Çizelge 4.3. Fasulye Bitkisinde Uygulama Gruplarına Ait Total Protein Sonuçları.....	59
Çizelge 4.4. Bakla Bitkisinde Uygulama Gruplarına Ait Total Protein Sonuçları.....	60
Çizelge 4.5. Domates Bitkisinin Uygulama Gruplarına Göre Peroksidaz Enzim Aktiviteleri.....	61
Çizelge 4.6. Biber Bitkisinin Uygulama Gruplarına Göre Peroksidaz Enzim Aktiviteleri.....	62
Çizelge 4.7. Fasulye Bitkisinin Uygulama Gruplarına Göre Peroksidaz Enzim Aktiviteleri.....	63
Çizelge 4.8. Bakla Bitkisinin Uygulama Gruplarına Göre Peroksidaz Enzim Aktiviteleri.....	64

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Mitoz bölünmenin safhaları.....	21
Şekil 3.1. <i>Allium cepa</i> su denemesi.....	37
Şekil 3.2. Kontrol, Sarıçay, Tekel, Dardanel gruplarına ait 4 haftalık fasulye fideleri.....	40
Şekil 3.3. Kontrol, Sarıçay, Tekel, Dardanel gruplarına ait 4 haftalık fasulye fideleri.....	40
Şekil 3.4. Kontrol, Sarıçay, Tekel, Dardanel gruplarına ait 2 haftalık domates fideleri.....	41
Şekil 3.5. Kontrol, Sarıçay, Tekel, Dardanel gruplarına ait 2 haftalık biber fideleri. ....	41
Şekil 3.6. Ependorph tüplerindeki homojenantlar.....	42
Şekil 4.1. <i>Allium cepa</i> L.'de mitotik anafaz safhası (kontrol grubu).....	46
Şekil 4.2. <i>Allium cepa</i> L.'de mitotik metafaz safhası (kontrol grubu).....	46
Şekil 4.3. <i>Allium cepa</i> L.'de mitotik metafaz- telofaz safhası (kontrol grubu).....	46
Şekil 4.4. <i>Allium cepa</i> L.'de mitotik telofaz safhası (kontrol grubu).....	47
Şekil 4.5. <i>Vicia faba</i> L.'de mitotik anafaz safhası (kontrol grubu).....	47
Şekil 4.6. <i>Vicia faba</i> L.'de mitotik metafaz safhası (kontrol grubu).....	47
Şekil 4.7. <i>Vicia faba</i> L.'de mitotik profaz safhası (kontrol grubu).....	48
Şekil 4.8. <i>Allium cepa</i> 'da mitotik anafaz safhası ve kalgın kromozom (tekel grubu).....	48

Şekil 4.9. <i>Allium cepa</i> L.'de mitotik anafaz safhası ve köprü oluşumu (tekel grubu).....	48
Şekil 4.10. <i>Allium cepa</i> L.'de mitotik ayrılmama (tekel grubu).....	48
Şekil 4.11. <i>Allium cepa</i> L.'de mitotik anafaz safhası ve kalgın kromozom (tekel grubu).....	49
Şekil 4.12. <i>Allium cepa</i> L.'de mitotik düzensiz metafaz safhası (tekel grubu).....	49
Şekil 4.13. <i>Vicia faba</i> L.'de mitotik anafaz safhası ve köprü oluşumu (tekel grubu).....	49
Şekil 4.14. <i>Vicia faba</i> L.'de mitotik düzensiz metafaz ve deorientasyon (tekel grubu).....	49
Şekil 4.15. <i>Vicia faba</i> L.'de mitotik anafaz safhası kutup kayması ve kalgın kromozom (tekel grubu).....	50
Şekil 4.16. <i>Vicia faba</i> L.'de mitotik anafaz safhası kutup kayması ve kromozom kırılmaları.....	50
Şekil 4.17. <i>Allium cepa</i> L.'de mitotik anafaz safhası kutup kayması (dardanel grubu).....	50
Şekil 4.18. <i>Allium cepa</i> L.'de mitotik düzensiz metafaz (dardanel grubu).....	51
Şekil 4.19. <i>Allium cepa</i> L.'de mitotik düzensiz metafaz safhası (dardanel grubu).....	51
Şekil 4.20. <i>Allium cepa</i> L.'de mitotik anafaz safhası kutup kayması (dardanel grubu).....	51
Şekil 4.21. <i>Vicia faba</i> L.'de mitotik anafaz safhası kutup kayması (dardanel grubu).....	52
Şekil 4.22. <i>Vicia faba</i> L.'de mitotik düzensiz metafaz safhası (dardanel grubu).....	52
Şekil 4.23. <i>Vicia faba</i> L.'de mitotik kutup kayması (dardanel grubu).....	52
Şekil 4.24. <i>Vicia faba</i> L.'de mitotik anafaz safhası kalgın kromozom (dardanel grubu).....	53

Şekil 4.25. <i>Allium cepa</i> L.'de mitotik düzensiz metafaz safhası (sarıçay grubu).....	53
Şekil 4.26. <i>Allium cepa</i> L.'de düzensiz metafaz safhası (sarıçay grubu).....	53
Şekil 4.27. <i>Allium cepa</i> L.'de mitotik anafaz safhası ve kalgın kromozom (sarıçay grubu).....	54
Şekil 4.28. <i>Allium cepa</i> L.'de mitotik anafaz safhasında kutup kayması (sarıçay grubu).....	54
Şekil 4.29. <i>Vicia faba</i> L.'de mitotik kalgın kromozom (sarıçay grubu).....	55
Şekil 4.30. <i>Vicia faba</i> L.'de mitotik anafaz safhası kutup kayması (sarıçay grubu).....	55
Şekil 4.31. <i>Vicia faba</i> L.'de mitotik metafaz safhası (sarıçay grubu).....	56
Şekil 4.32. <i>Vicia faba</i> L.'de anafaz safhası kutup kayması ve kalgın kromozom (sarıçay grubu).....	56

## GİRİŞ

Çağımızda doğal dengeyi, insan ve hayvan sağlığını tehdit eden en önemli tehlikelerin başında çevre sorunları gelmektedir. Hızla artan dünya nüfusunun beslenmesi, gelişen endüstrilerin ve daha uygar yaşama düzeyi sağlama amacı ile sürdürülen çabaların istenilmeyen bir sonucu olarak ortaya çıkan çevre sorunları, günümüzde de giderek artan boyutlarda önemini korumaktadır.

Sanayileşme sürecindeki ülkelerde gelişmiş ve gelişmemiş ülkelere oranla daha çok çevre kirliliği oluşmaktadır. İnsanların ekonomik refaha hızlı bir şekilde kavuşabilme amaçları doğrultusunda son yıllarda giderek artan sanayileşme beraberinde birçok problemi de getirmiştir. Artan çevre kirliliği (hava, su, toprak) ve bu çevrede yaşayan tüm canlıların yaşamsal tehdit altında olmaları düşündürücüdür.

Sanayii kuruluşlarının çözmeleri gereken problemler ile canlıların yaşam alanlarının tehdit altında olmasını sağlayan problemler paralellik göstermektedir. Kuruluşların her türlü atık maddeleri çevresindeki havaya, suya, toprağa ve buna bağlı olarak da bu ortamlarda yaşayan canlılara çoğunlukla olumsuz yönde etki etmektedir. Bilinçli bir kuruluş ise her türlü atık arıtma ünitelerini faal şekilde tutarak çevresi ile uyum içinde üretimini sürdürebilmektedir.

Atık sular ile sulamanın yapıldığı alanlarda yetiştirilen bitkilerin yaşamı tehdit eden maddeler içermesinden dolayı insan sağlığı üzerinde oldukça önemli etkileri vardır. Bu bitkilerin içerdiği kimyasallar küçük yaşta alerji, orta yaşta solunum problemi, kalp ve kanser hastalığı ileri yaşlarda ise ölüm gibi ağır sonuçları doğurmaktadır.

Çevremizde bulunan ve biyolojik etkileri henüz tamamen bilinmeyen bir çok sentetik ve doğal maddenin, sanayii atık sularının kanserojenik potansiyelleri açısından test edilmesi sağlık açısından gerekmele birlikte laboratuvar hayvanlarıyla yapılan kanserojenezis deneylerinin çok zaman almaları ve çok pahalı olmaları nedeniyle zordur. Bu yüzden sanayii atık sularının ve diğer kimyasalların kanserojenik potansiyellerini ölçebilmek için bazı in vitro test sistemleri geliştirilmiştir. Genotoksik etkiler için kısa zamanlı testler diye bilinen bu testlerle kimyasal maddelerin belirli genetik sistemlerde belirli sonuçlar verip vermedikleri ölçülmekte ve elde edilen sonuçlarla maddelerin kanserojenik potansiyelleri arasında ilişki kurulmaktadır.

Bir maddenin kanserojenik potansiyeli, deney bitkileriyle ve hayvanlarıyla yapılan uzun-zamanlı testler veya epidemiyolojik çalışmalarla ölçülmektedir. Genotoksik potansiyel ise kısa-zamanlı testlerle mutasyon, kardeş kromatid değişimleri, kromozom anomalileri frekansları gibi değerlerle ölçülmektedir. Kanserojenik potansiyel ile genotoksik potansiyel arasında kantitatif bir ilişki her kanserojen için gösterilememektedir, fakat az bir ilişki bile olsa bunu göstermek mümkün olduğunda bir maddenin mutajenik potansiyeline bakarak o maddenin kanserojenik değerlendirmesi yapılabilmektedir.

Bugün içinde bulunduğumuz koşullarda dünyanın en önemli sorunlarından olan çevre kirlenmesi; hava, su, toprak veya besinlerin özelliklerinde, insanların ya da diğer canlı organizmaların sağlıklı yaşam veya faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyen, her türlü istenmeyen değişim olarak tanımlanabilir. Kirleticilerin çoğu, bir kaynaktan çıkarılır, işlenir, ürünlere dönüştürülür ve kullanırken, yan ürünler veya atıklar olarak ortaya çıkan istenmeyen katı, sıvı ve gaz kimyasal maddelerdir (Miller,2000).

Başka bir tanımla çevre kirliliği; bütün canlıların sağlığını olumsuz yönde etkileyen, cansız çevre üzerinde maddi zarar meydana getiren ve onların niteliğini bozan yabancı maddelerin; hava, su veya toprağa yoğun bir şekilde karışması olayıdır. Hava, su ve toprak birbiri ile ilişkili ve birbirlerini sürekli etkileyen ortamlar olduğundan, bu ortamların herhangi birinde meydana gelen olumsuz değişiklik diğerlerini de olumsuz yönde etkiler (Çepel, 2003).

Bu çalışmada Çanakkale İli sınırları içerisinde bulunan çeşitli sanayii kuruluşlarının atık sularının bu bölgelerde yetiştirilmekte olan bitki türleri üzerine olumlu ya da olumsuz etkileri laboratuvar koşullarında yapılan su ve saksı denemeleri sonucunda ortaya konmuştur.

Bitki türleri üzerindeki bu etkiler bitki gelişimini stimüle etme ya da inhibe etme, genetiksel konfigürasyonları değiştirme şeklinde meydana gelebilmektedirler. Bahsedilen bu değişimlerin ortaya çıkartılmasında kök ucu hücreleri testi ve bunun yanı sıra spektrofotometrik yöntemler kullanılarak total protein ve spesifik peroksidaz enzim analizleri gerçekleştirilmiştir.

## 1.1. KİRLİLİK TİPLERİ

Genel olarak incelediğimizde kirlilik tiplerinin 3 ana başlık altında toplandığını görmekteyiz.

### 1.1.1. Hava Kirliliği

Hava kirlenmesi: Endüstriyel gelişmenin bir sonucu olarak ortamın değişikliğe uğramasıdır. Bu olay, baca dumanlarındaki partiküller, radyoaktif maddeler ve diğer kirleticiler tarafından oluşturulmaktadır (Öztürk ve Seçmen,1991).

#### Hava Kirleticileri:

Troposferde yüzlerce hava kirleticisi bulunmaktadır. Bununla birlikte en büyük katkıyı 8 sınıfa ayrılan ana kirleticiler yapar:

- 1- Karbon oksitleri- Karbonmonoksit(CO) ve Karbondioksit (CO<sub>2</sub>)
- 2- Kükürt oksitleri- Kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>) ve Kükürttriasit (SO<sub>3</sub>)
- 3- Azot oksitler- Azotoksit (NO) azotdioksit (NO<sub>2</sub>) ve Nitrozoksitler (N<sub>2</sub>O)  
NO ve NO<sub>2</sub> genellikle birlikte bulunurlar ve NO<sub>x</sub> olarak gösterilir.
- 4- Uçucu organik bileşikler (VOC<sub>5</sub>)- Metan (CH<sub>4</sub>), Benzen (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), formaldehit (CH<sub>2</sub>O), CFC ve bromib içeren halonlar gibi yüzlerce bileşik.
- 5- Asılı parçacık maddeler (SPM)- Toz (toprak), kurum (karbon), asbestos kurşun, arsenik, kadmiyum. Nitrat, (NO<sub>3</sub>) ve sülfat tuzları (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) gibi katı partiküller ve sülfirik asit (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), petrol, PCBS, dioksitler ve çeşitli pestisitler gibi kimyasalların sıvı parçacıkları.
- 6- Fotokimyasal oksidantlar- Güneş ışığının etkisi altında oksijen, azot oksitleri ve uçucu hidrokarbonların reaksiyonlarıyla atmosferde oluşan ozon (O<sub>3</sub>) , PAN<sub>s</sub> ( Peroksiaçil nitratlar), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, Hidroksiradikalleri (OH) ve Formaldehit (CH<sub>2</sub>O) gibi aldehitler.
- 7- Radyoaktif maddeler- Radon 222, iyot 131, stronsiyum 90, plutonyum 239 ve gaz yada asılı parçacık maddeler halinde atmosfere giden diğer radyoizotoplar.

8- Isı- herhangi bir enerji çeşidi birinden diğerine dönüştüğünde, özellikle fosil yakıtlar arabalarda, fabrikalarda, evlerde ve santrallerde yakıldığında oluşurlar ( Miller, 2000).

Sülfür dioksit (SO<sub>2</sub>) yaygın bir hava kirleticidir, şehirselle havada düşük konsantrasyonda bulunmaktadır, yüksek konsantrasyonları çok tehlikelidir (Lovati ve ark., 1996). Epidemiyolojik çalışmalar “pneogaster” hastalıklar ve akciğer kanserinin SO<sub>2</sub>'ye maruz kalmayla bağlantılı olduğunu göstermektedir ( Meng ve Zhang, 1992).

### **Hava Kirliliğinin Bitkilere Zararı**

Kükürtdioksit, azot oksitleri, ozon ve PAN<sub>s</sub> gibi hava kirleticilerine yaprakların ve ibrelerin kronik olarak maruz kalmaları sonucu bitkilerde aşırı su kaybı, hastalıklar ve zararlılar, kuraklık ve dona karşı koruyan mumsu örtünün parçalanmalarına neden olmaktadır. Bu kirleticiler fotosentez ve bitki büyümesini de etkiler, besleyici alımını azaltır ve yapraklar ile ibrelerin sararması ya da kahverengileşmesine ve dökülmesine neden olur. Yüksek yerlerde yaşayan, özellikle ladin, göknar ve diğer kozalaklı ağaçlar, uzun ömürlü olmaları ve ibrelerin yıl boyunca kirli havaya maruz kalması nedeniyle, hava kirlenmesine özellikle duyarlıdırlar.

Asit birikimi de, kalsiyum, magnezyum ve potasyum gibi önemli besin elementlerinin topraktan süzülmesine ve toprak mikroorganizmalarının ölmeleri neden olabilir. Ayrıca, normalde toprak partiküllerine bağlı olan alüminyum iyonlarının toprak suyuna geçmelerine neden olur. Öte yandan, küçük kök tüylerine de zarar verebilir; köklerin topraktan su emme kapasitelerini bozabilir. Organik maddeleri parçalayarak besin elementlerini bitkilerin kullanabilecekleri hale getiren ayrıştırıcıların ölmelerine neden olabilir. Bitkileri , kuraklık, don, böcekler, mantarlar, karayosunları ve hastalıkların neden olduğu zararlara ve ölümlere daha duyarlı hale getirebilir. Bu dolaylı etkiyi, hava kirlenmesinin doğrudan etkilerinden çok daha fazla tehlike oluşturduğuna inanılmaktadır. Eğer yüksek konsantrasyonlarda birden fazla kirleticiye uzun süre maruz kalmaları halinde, bir büyük alandaki tüm ağaçlar ve diğer bitki örtüsünün büyük bir bölümü ölür.

Ağaçların birden fazla kirleticiye kronik olarak maruz kalmalarının etkileri birkaç on yıllık bir süreç içerisinde gözle görülemez. Daha sonra, topraktaki besin elementlerinin azalması, zararlılar, hastalıklar, mantarlar, karayosunları ve kuraklık nedeniyle aniden çok sayıda bitki ölmeye başlar.



Genellikle ozonun neden olduğu hava kirlenmesi, özellikle mısır, buğday, soya fasulyesi ve yer fıstığı gibi bazı kültür bitkilerini de tehdit etmekte ve ABD'nin tarımsal üretimini %5 ila %10 oranında azaltmaktadır. ABD'de hava kirlenmesine bağılı olarak kültür bitkilerinde meydana gelen kaybın bir yılda 1.9 milyar dolar ila 5.4 milyar dolar arasında olduğu sanılmaktadır (Miller, 2000).

### **1.1.2. Toprak Kirliliği**

**Toprak Kirliliği:** Toprağın üstüne veya içine bilerek veya bilmeyerek bırakılan zararlı atık maddelerin toprağın özelliklerini bozması olayına “Toprak Kirliliği” adı verilir. Ancak bu tanım dar anlamdadır; zira toprağın özelliğini bozan madde ve süreçler sadece bu atıklardan ibaret değildir. Bu nedenle toprak kirliliğinden söz edildiğinde, toprağın verim gücünü düşüren, optimum toprak özelliklerini bozan her türlü teknik ve ekolojik baskılar ve olaylar anlaşılır. Örneğin, erozyonla toprağın taşınması, asit yağmurları ile toprağın fiziko-kimyasal özelliklerinin bozulması, çöplerin içerdiği zararlı maddelerin ve tarımsal ilaçların toprağa karışması toprağın kirlenmesine neden olur.

### **Toprak Kirliliği Kaynakları**

Toprak kirliliğine neden olan kaynaklar 7 grupta toplanabilir:

1. Erozyon
2. Endüstriyel atıklar
3. Tarımsal ilaçlar
4. Tarımsal alanların hatalı sulanması
5. Hatalı gübreleme
6. Kentsel atıklar
7. Yanlış yapılaşmak

Endüstriyel aktivitelerin neden olduğu hava ve su kirliliği sonucunda toprak da kirlenebilir. Endüstriyel atıklarla kirlenen toprağın fiziko-kimyasal ve biyolojik özellikleri bozulur. Bunun sonucunda toprağın verimi düşer; bazı toksik maddeler bitkisel ürünlerde birikerek insana kadar gelebilir.

Endüstriyel aktiviteler sonucu havaya karışan kükürt dioksitin asit yağmurlarına dönüşerek yeryüzüne düşmesi sonucu toprağın özellikleri bozulur ve başta tarım bitkileri olmak üzere ormanlar ortadan kalkar.

Evsel ve endüstriyel atıklar çoğu zaman akarsulara boşaltılmaktadır. Kirlenen bu sular çoğu zaman tarımsal alanlarda kullanılmakta ve dolayısıyla toprak kirlenmektedir. Zira kirli suların içinde bulunan ve derişimi artmış olan zararlı maddeler, toprakta birikip zamanla toksik hale geldiğinden toprağın iyon dengesini bozmakta, dolayısıyla ürünlerde kalite ve verim düşmesine neden olmaktadır (Kocataş, 1992).

### **Toprak Kirliliğinin Çevreye Etkisi**

Toprak kirliliğini yaratan etmenlerden erozyon olayı oluştuğu bölgedeki toprak profilini ve arazi şeklini değıştirir. Erozyon sonucu oluşan materyal de taşıdığı bölgede aynı etkileri yapar. Yine toprak kirliliğine neden olan endüstriyel aktiviteler, tarımsal sulama, ilaçlama ve gübrelemeler sonucu toprağın fiziko-kimyasal yapısında önemli değışimlere neden olurlar.

Başta erozyon olmak üzere diğere etkiler sonucu yapısı bozulan topraklarda öncelikle bitkiler daha sonra da hayvanlar ortadan kalkar. Ayrıca toprakta biriken zehirli kimyasal maddeler bitkilere geçerek birikir. Daha sonra bu bitkileri besin olarak kullanan hayvanlara ve insana geçerek kansejoren etkiler yapabilir (Kocataş, 1992).

Biyomas üretiminin azalması ve beslenme niteliğı, ağır metallere kontamine olmuş topraklarda ürün gelişimi üzerine incelenmiştir ( Cottenie ve ark., 1976; Lepp, 1981). Bu elementler genellikle fizyolojik prosesleri engeller, örnek: fotosentez (Carlson ve ark., 1975; Clijsters& Van Assche, 1985), floem translokasyonu ( Samarakoon & Rauser, 1979) ve transpirasyon ( Carlson ve ark., 1975); respirasyona daha az duyarlıdır ( Lee ve ark., 1976a,b; Van Assche ve ark., 1979).

Bitkilerin ağır metallere bundan başka yanıtı, çeşitli enzimlerin azalan aktivitelerinde olan artmadır, örneğın peroksidaz, glukoz-6-fosfat dehidrogenaz, glutamat dehidrogenaz (Matthys, 1975, 1977; Lee ve ark., 1976a; Weigel& Jäger, 1980; Van Assche ve ark., 1984).

### 1.1.3. Su Kirliliği

Su kirliliği, evre kirliliğinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Ziraat Organizasyonu su kirliliğini: “canlı kaynaklara zararlı, insan sağlığı için tehlikeli, balıkçılık gibi çalışmaları engelleyici, su kalitesini zedeleyici etkiler yapabilecek maddelerin suya atılması” şeklinde tanımlamaktadır (Yılmaz, 1998).

Su döngüsüyle sürekli olarak yeniden döngüye sokulan ve arıtılan dünyadaki nispeten az miktardaki tatlı su, tarım, imalat, ulaşım ve sayısız diğer insan etkinliği için yaşamsal önemi olan bir kaynaktır. Suyun küresel döngüsü, bizleri birbirimize, diğer yaşam formlarına ve tüm dünyaya bağlamaktadır.

Dünyadaki büyük miktardaki suyun sadece küçük bir kısmı tatlı su olarak kullanılabilir. Bu suda eşitsiz olarak dağılmıştır. Dünyadaki su kütlesinin yaklaşık %97 si okyanuslarda bulunur. Okyanuslardaki su içme, tarım ve soğutma hariç sanayide kullanım için çok tuzludur. Geriye kalan %3 lük kısmı tatlı sudur. Bunun %99 dan fazlası kutuplarda ve buzullarda buz olarak tutulmuş yada çok derinde ve de çıkarılması masraflı olan yer altı suyu şeklinindedir. Dünyada toplam suyun sadece yaklaşık %0.003  kolayca ulaşabileceğimiz şekilde gllerde, toprak neminde, ulaşılabilir yer altı suyunda, atmosferik su buharında ve akarsularda bulunur.

Suyun içinde bulunduğu doğal döngü ve temizleme işlemleri suyu yenilenme hızından daha hızlı kirlettiğimiz, onu yavaş parçalanan yada parçalanmayan atıklarla yüklediğimiz ve yeraltında çok yavaş yenilenen rezervleri, yenilenme hızlarından daha hızlı tükettiğimiz sürece bozulmaktadır ( Miller, 2000).

Suların fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak kirlenmesi nedeniyle suyun kalitesinde ve özelliklerinde değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimler suda yaşayan canlıları etkilemektedir. Bu nedenle su kirlenmesi sucul ekosistemlerin zarar görmesine ve suların sahip olduğu kendi kendini temizleme kapasitesinin yok olmasına neden olmaktadır (Gidirişlioğlu ve ark., 1998).

Sulardaki en önemli kirlilik olaylarından birisi de trofikasyondur. Akkoyunlu ve İleri (1998), ötrofikasyonu “su yatağına giren organik besin maddelerinin tabii veya suni olarak artması, kaynakta mikroskobik bitki ve alglerin aşırı derecede çoğalarak su kalitesinin bozulması, su kaynağının tabii ömrünün kısılması ve kullanma imkanlarının azalması ve zamanla tabii varlığının bozulması” şeklinde tanımlamaktadır.

**Yaşam için son derece önemli olan suyu kirleten maddeleri sınıflandırmak mümkündür:**

1- Hastalık yapıcı ajanlar: evlerin kanalizasyonlarında ve hayvansal atıklarda suya giren bakteriler, virüsler, protozoalar ve parazit yapıcı kurtlar.

2- Oksijen gerektiren atıklar: Organik atıkları biyolojik olarak parçalamak için oksijenden yararlanan aerobik bakteriler tarafından parçalanabilen organik atıklardır. Bu atıkların desteklediği büyük bakteri populasyonları balıkları ve oksijen tüketen diğer sucul yaşam formlarını öldürerek sudaki çözünmüş oksijen miktarını azaltır.

3- Suda çözünebilir inorganik kimyasallar: Asitler, tuzlar, kurşun ve civa gibi toksik metallerdir. Bu tür, yüksek düzeyde çözünmüş katılar suyu içilmez hale getirir: Balıklara ve sudaki diğer yaşam formlarına zarar verir, tarım ürünlerinin üretimini düşürür ve suyun geçtiği cihazların aşınmalarına neden olur.

4- İnorganik bitki besleyicileri: Öldükten ve parçalandıktan sonra suyun çözünmüş oksijen gereksinimini azaltarak balık ölümlerine, alglerin ve diğer sucul bitkilerin aşırı büyümesine neden olan suda çözünebilir nitrat ve fosfat bileşikleridirler.

5- Organik kimyasallar: İnsan yaşamını tehdit eden ve balıklarla diğer sucul yaşama zarar veren petrol, benzin, plastikler, pestisidler, temizleme çözgenleri, deterjanlar ve suda çözünebilir ve çözünemez diğer kimyasallar.

6- Sediment yada asılı madde: suda asılı olan ve toplam kütleyle göre su kirlenmesinin en büyük kaynağını oluşturan toprak ve diğer inorganik ve organik maddeler.

Asılı parçacık maddeler suyu bulandırır, bazı organizmaların besin bulma yeteneklerini ve sucul bitkilerin fotosentez hızlarını azaltır, sucul besin zincirini bozar ve pestisidleri, bakterileri ve diğer zararlı maddeleri taşır. Dibe çöken sedimentler, balıkların yumurtlama ve beslenme yerlerini bozar. Gölleri, rezerv sahalarını, akarsu kaynaklarını ve limanları doldurur.

7- Radyoaktif maddeler: Suda çözünebilir yada besin zincirlerinde ve ağlarında biyolojik olarak birikim yapma özelliğindeki radyoizotoplardan oluşurlar. Bu tür izotopların iyonlaştırıcı ışınları kusurlu doğumlara, kansere ve genetik yapıda bozulmalara neden olabilir.

8- Isı: Elektrik santrallerinin soğutulması sırasında suyun aşırı miktarda girişi. Suyun ısınması; çözünmüş oksijen miktarı azalmasına, sucul organizmaların hastalıklarına, parazitlere ve toksik kimyasallara daha duyarlı hale gelmesine neden olur (Miller, 2000).

### **Noktasal ve Noktasal Olmayan Kaynaklar:**

#### **Noktasal Kaynaklar:**

Borular, arklar yada lağımlardan yüzey suyu kaynaklarına özgün noktalardan kirletici girişini kapsar. Fabrikalar, kirleticilerin bazılarını uzaklaştırılabilen arıtma sistemleri, çalışan ve terkedilmiş kömür madenleri, altın maddeleri, kıyılarıdaki petrol kuyuları ve petrol tankerleri bunlar örnek gösterilebilir. Noktasal kaynaklar özgün yerlerde bulduklarından, onları tanımlamak, izlemek ve düzenlemek kolaydır. Gelişmiş ülkelerde, endüstriyel deşarjların büyük bir bölümünün sıkı bir şekilde kontrol edilmesine karşın, gelişmekte olan ülkelerde bunlar büyük ölçüde kontrol edilmemektedir.

#### **Noktasal Olmayan Kaynaklar:**

Kirleticileri geniş alanlardan yüzey ve yer altı sularına ve de kirleticilerin yüzey sularında biriktiği yerlerde atmosfere veren büyük kara parçalarıdır. Tarım alanlarından, hayvan çiftliklerinden, çıplak ormanlarından, kentsel ve yarı kentsel alanlardan, foseptik tanklarından, inşaat alanlarından, park yerlerinden, yollardan ve asit birikiminden gelen kimyasalların yüzey sularına akması ve yer altı sularına sızması buna örnek oluşturur (Miller, 2000).

Hızlı sanayileşme, nüfustaki hızlı artış ve kentleşme, yetersiz altyapı ve sanayi kuruluşlarının pek çoğunda arıtım tesisinin bulunmayışı çevre kirliliğini oluşturmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde evsel ve endüstriyel atıkların yeterince arıtılmadan nehir, göl ve deniz gibi alıcı ortamlara verilmesi ekolojik sistem için ciddi problemler oluşturmaktadır. Sularda kirlenme değişime uğrayan özellikler göre; organik, inorganik, bakteriyolojik ve termal olarak 4 grupta incelenmektedir (Egemen, 1999). Organik kirlilik yükü fazla olan sularda düşük çözünmüş oksijen ve yüksek BOD değerlerine rastlanmaktadır (Gündüz, 1994).

Su kirliliği ve kontrolü yönetmeliğine göre (Anonim, 1988; Uslu, 1990), kıta içi su kaynaklarının kalitesi, genel, inorganik, organik ve bakteriyolojik kirlilik

parametre düzeyleri dikkate alınarak yapılan bir sınıflandırma olup suyun kullanım amacını belirler.

İnorganik kirlilik parametrelerinden en önemlisi ağır metallerdir. Bazı metaller canlılar için önemli olmalarına rağmen belirli bir derişimden sonra canlı bünyesinde birikip toksik etki oluşturmaktadırlar (Merian, 1991). Metaller sularda serbest iyonlar, organik ve inorganik bileşikleri ve partikül maddelere adsorbe olmuş bir şekilde bulunurlar (Egemen, 1999). Adsorbe olarak çöken (sediment) ağır metal iyon ve bileşiklerinin çeşitli fiziksel ve kimyasal olaylarla tekrar değişik yükseltgenme basamaklarına sahip iyonik formlara dönüşerek toksik etki yaptıkları ifade edilmektedir (Engel ve ark., 1981).

Sulardaki ağır metal miktarları, suyun kullanma alanının yaygın ve değişik olmasına bağlı olarak önem taşır. Alıcı su ortamındaki metaller su ürünleri, bitkiler, hayvanlar tarafından depo edilirler. Besin zincirinin en önemli halkası olan insana kadar ulaşan bu metallere Hg, Cd, Pb, As birçok toplu akut ve kronik zehirlenme olaylarına rastlanılmaktadır. Diğer yandan alıcı sulardaki inorganik kirlilik arttığı zaman su ürünler, bitkiler, balıklar için ve sulama suyu olarak kullanıldıklarından da çevre, bitki ve hayvanları için zararlı olmaktadır.

Suya kirlilik veren metallerin bir kısmının başlıca kaynağını toprak (Na, K, Ca, Mg, Bi, Sb, Fe ve çevre koşullarına göre kısmen Al oluştururken toksik olan birçok metaller ise (Al, Pb, Cd, Ni, Cu, Hg, As, Cr, Co, Mn, zn gibi) endüstri ve evsel atıkları yolu ile suları kirletmektedir.

Organik kirleticiler arasında olan sentetik deterjanlar evsel ve endüstri atıklarının başında gelmektedir. Sentetik deterjanlar gerek içerdikleri asıl temizlik etken maddesi olan yüzey aktif maddeler (20 oranında) ABS Sodyum dodesil benzen sulfonat, LAS Sodyum lauril eter sulfat ve gerekse temizleme işlemlerinde yardımcı olan katkı maddeleri ( fosfatlar, sodyum sulfat, sodyum karbonat, sodyum silikat, optik beyazlatıcı maddeler gibi) nedeni ile çevrede zararlı olmaktadır. Bu sorunlar içme suyunun lezzetini bozma, köpük yapma, alıcı sularda köpük oluşumu ve su temizleme prosesini engelleme, çözülmüş oksijen miktarını azaltarak su ürünlerine zarar verme, fosfatlar nedeni ile ötrofikasyon olayı ile göllerin yaşlanma sürecini kısaltma ve su canlılarına zarar verme şeklinde sıralanabilir.

Balıklar yüzey aktif maddelere karşı çok hassas olup, 3 mg/l üzerinde deterjanın her türlü balık cinsi için ve su bitkilerini de zararlı olacağı saptanmıştır (Egemen ve Sunlu, 1999).

#### **Atık sular:**

1. Kanalizasyon (ev) atık suları
2. Küçük işletme ve endüstri atık suları
3. Oto yıkama ve yağlama yerlerinden çıkan atık sular
4. Cadde ve sokakları yıkayan yağmur suları

Ülkemizde kanalizasyon, küçük işletme ve endüstri atık suları ile benzer atık sular, hiçbir arıtma işlemine tabi tutulmadan nehir veya denizlere boşaltılmakta veya tarım alanlarının sulanmasında kullanılmaktadır. Bunun sonucu, özellikle yaz aylarında, tarım ürünleriyle çeşitli hastalıklar insanlara geçmekte artan atık su miktarına bağlı olarak da, nehir ve denizlerimiz kirlenmektedir (Alpsoylu, 1977; Gamsız ve Ağarcık, 1975; Uluğ, 1975).

#### **Atık Suların Arıtımı**

Atık sular çıkış yerlerine göre ayrı ayrı toplanarak mekanik, kimyasal ve biyolojik olarak arıtılmalıdır. Bileşimlerine göre, amaca uygun olarak atık suların arıtılması, aşağıda belirtildiği şekilde yapılır (Anonim, 1979; Bogen, 1973; Colin, 1979; Eroğlu, 1977; Idelovitch, 1980; Özçelik, 1982c; Rehme, 1971; Tünay, 1976).

- a. Yağmur suları, ayrı kanallarda toplanıp durultularak nehir veya denizlere boşaltılır.
- b. Kanalizasyon ve küçük işletme atık suları birlikte toplanarak arıtma tesislerine gönderilir.
- c. Endüstri atık suları, kimyasal olarak arıtıldıktan sonra, belirli ölçülerde kanalizasyon atık sularına katılır. Kanalizasyon ve endüstri atık suyu oranı analiz sonuçlarına göre genellikle 10:1 den 3:1 e kadar değişebilir. Atık sular, arıtım tesislerinde aşağıda verilen işlem sırası takip edilerek arıtılır.

## **1. Mekanik Ön Arıtma (Süzme)**

Atık su içindeki şişe, plastik kaplar, odun parçaları, karton vb. maddeler süzülerek ayrılır.

## **2. Çöktürme Havuzlarında Ön Durultma**

Atık su içindeki kum, küçük çakıl vb. maddeler çöktürme havuzlarında 2-10 saat süre içinde çöker.

Asılı katı maddelerin %40-60'ı şlam olarak, tabanı merkeze doğru meyilli olan yuvarlak veya tabanı eğik konumda olan dört köşeli durultma havuzlarında 3 saat içinde ayrılır. Benzin istasyonları, oto yıkama yerleri ve tamir atölyelerinden çıkan atık suların yüzeyinde toplanan katı ve sıvı madeni yağlar önce ayrılır.

## **3. Kimyasal Arıtma**

Biyolojik arıtmada etkili olacak mikroorganizmaların ölmemesi için, endüstri atık suları önce nötralizasyon, çökeltme (fosfat çökmesi), adsorbsiyon (tuzların ayrılması), ekstraksiyon (fenolün ayrılması), elektroliz veya diyaliz, buharlaştırma vb. metotlarla kimyasal olarak arıtılmalıdır (Özçelik, 1996).

## **4. Biyolojik Arıtma**

Mekanik olarak süzülen ve çöktürme havuzlarında durultulan atık su, önemli ölçüde karbonhidrat, protein, üre, yemek tuzu, bitki koruma ilaçları, deterjan, hücre parçaları ve çok sayıda mikroorganizma ihtiva eder. Belirtilen maddeler, belirli mikroorganizmalar tarafından %90-95 oranında mineralize edilebilir özelliktedir.

Biyolojik arıtmada, atık sulardaki çözünmüş kolloidal haldeki organik maddelerin, mikroorganizmalar özellikle bakteriler tarafından parçalanması, yani mineralize edilmesi sağlanır. Bu maddeler bakteriler tarafından besin olarak kullanılır (Hartmann, 1983).

Organik madde mineralize edilerek (dissimilasyon), açığa çıkan maddelerin bir kısmı bakteri yapısına çevrilmektedir (assimilasyon). Bütün bu işlemler havalı şartlarda olmalıdır. Bu sebeple atık sular, aşağıda belirtilen sistemlerle oksijen bakımından zenginleştirilir. Oksijen temini ve biyokütle üretimi için ayrıca atık sularda Chlorella ve Scenedesmus alg türleri yetiştirilir (Özçelik, 1996).



## **Biyolojik Arıtma Metotları;**

### **a. Sulama Tarlalarında Biyolojik Arıtma**

En eski metotlardan birisidir. Teknik yapıları gerektirmez ve ucuzdur. Durultulan atık su, tabanında drenaj boruları döşenmiş geçirgen tarlalara verilir. Toprak ve atık sudaki bakteriler, organik maddeleri parçalarlar. Parçalanma sırasında açığa çıkan ısı enerjisi, kış aylarında donmayı önler. Metodun mahsurlu yönleri: pis kokunun çevreye yayılması, fazla alan gerektirmesi ve bu tarlalarda yetiştirilen sebzelerde hastalık bakterilerinin yayılmasıdır.

### **b. Sızdırma Alanlarında Biyolojik Arıtma**

Durultulan atık su basamak yüksekliği 20 cm olan kaskadlardan akıtılarak oksijen yönünden zenginleştirilir. Sonra tabanında drenaj boruları döşenmiş kum tabakalarından geçirilir.

Yüzey tabakasında gelişen mikroorganizmalar organik maddeleri parçalarlar. Oksijen sağlamak için sistem 12-24 saat süreyle kurutulur. Günde 1 m<sup>2</sup> lik sızdırma alanından 100 m<sup>3</sup> atık su geçer. Bu sistemde arıtılan suda parazit yumurtaları ve bakteri bulunmaz. Alan ihtiyacı sulama tarlalarına göre daha azdır. Buna rağmen oldukça geniş bir alan ister.

Alandan tasarruf sağlamak ve fazla atık su arıtabilmek için aşağıda verilen sistemler geliştirilmiştir.

### **c. Damlatmalı Filtreler ve Döner Biyolojik Diskler ile Biyolojik Arıtma**

Durultulan atık su, filtrasyon sistemlerinde, çakıl, kok veya cüruf ile doldurulmuş birbirine bağlı 2 veya 3 havuzdan geçirilir. Havuzlarda atık suyun bekletilme süresi, kirlilik derecesine göre 20 dakikadan 2 saate kadardır.

Filtre materyali üzerinde cıvıksı *Zoogloea* (yapışkan canlı kütle) oluşur. *Zoogloea*, atık sularda bulunan *Zoogloea ramigera*, *aerobacter* (*A.aerogenes*), *Corynebactericus*, *Alccaligenes*, *Bacillus*, *micrococcus*, *Nitrosomonas*, *Nitrobacter* türleri ile *Sphaerotilus natans* ve *Beggiatoa* gibi bakteriler tarafından oluşturulur. *Zoogloea* yapısında bakterilerden başka küf mantarları, alg, protozoa, kurt ve böcek larvaları da vardır.

Damlatmalı filtre sistemlerinde atık su, sabit veya dönen fıskiyelerden, kaba gözenekli çakıl vb. tabakalar üzerine akıtılarak, atık suyun tabakalardan aşağı doğru damlaması sağlanır. Sistem havalandırıldığı sürece sürekli olarak çalıştırılabilir. Burada *Zoogloea* çakıl veya benzeri filtre materyali üzerinde oluşmaktadır.

Döner biyolojik sistemlerde yatay bir eksen üzerine 15-20 mm aralıklarla takılmış 2-3 m çapındaki gözenekli, genellikle plastikten yapılmış diskler, yarısı atık suya batırılmış halde, dakikada yarım veya tam devir yaparlar. Atık suya batma sırasında, disk yüzeyinde oluşan *Zoogloea* atık suyu emmekte biyolojik parçalanma sudan çıkınca havada olmaktadır (Özçelik, 1996).

#### **d. Oksidasyon Hendeklerinde Biyolojik Arıtma**

Bu sistemde bakteriler, atık suya katılan aktif çamur (şlam) taneleri üzerinde atık su içerisinde asılı olarak gelişir. Bakteri sayısını arttırmak için durultma havuzlarından sağlanan şlam, atık suya katılır. Atık suya yarısı batmış halde dönen pervane veya fırçalara oksijen sağlanır (Özçelik, 1996).

#### **Durultma Çamurunun (Şlam'ın) Zararsız Hale Getirilmesi**

Çöktürme, ön ve son durultma havuzlarından alınan şlam fermentasyon odalarında havasız şartlarda 3 günden 30 güne kadar varan süreyle parçalanmaya terk edilirler. Anaerob bakteriler organik maddeleri bütirik asit, propiyonik asit, sirke asidi ve karınca asidine, H<sub>2</sub>S, N<sub>2</sub> ve NO<sub>3</sub> a, metan bakterilerinden *Methanobacterium suboxydans*, *M.propionicum*, *Methanobacillus omelianskii*, *methanosarcina* bakteri gibi bakteriler metan ve CO<sub>2</sub> e parçalarlar. Şlamın parçalanması sonucu oluşan gazın %75 i metandır. Metan gazı arıtma tesisinin elektrik ve ısı ihtiyacını karşılar. Ayrıca şlamın yakılması veya klorlandıktan (2-5 ppm) sonra organik gübre olarak kullanılması önerilmektedir. Klorlama işlemi şlamdaki patojen mikroorganizmalar ve parazit yumurtaları öldürülmektedir.

Fermentasyon odalarında şlam üzerindeki atık su içinde genel adları "ptomain" olan cadaverin, putrescin ve agmatin gibi "biyogen aminler" oluşur. Bunlar zehirli ve pis kokulu bileşikler olup, klorlama veya kimyasal çökeltme yoluyla zararsız hale getirilmelidir (Özçelik, 1996).

#### **1.1.4. Su Kirliliğinin Canlılara Etkisi**

Su kirliliğinin sucul organizmalar üzerindeki etkisi kirleticinin fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik yapısı ile boşaltıldığı bölge sularının sakin veya akıntılı oluşuna göre değişebilir. Bu etki doğrudan veya dolaylı olarak kısa veya uzun vadede kendini gösterebilir. Örneğin, pestisit, deterjan, ağır metal gibi, toksik maddeleri içeren kirleticiler doğrudan etkiye, suyun sıcaklığını değiştirerek ortamdaki O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> ve pH değişimlerine neden olan termik kirlenme ise dolaylı etkiye sahiptir (Egemen ve Sunlu, 1999).

Bitkisel besinler besin zincirinin ilk halkasını oluşturduğundan dolayı, gıda üretiminde tarımsal verimi artırmak başlıca amaç olmuştur. Bu amaçla sorumsuz ve bilinçsiz şekilde kullanılan pestisitler, insektisitler, organik ve inorganik gübreleme ve atık sular bitki yetiştirmede sorun oluşturmaktadır. Organik pestisitlerin bulunuşu insanlık için bir umut ışığı olmuşsa da bunların çevredeki kalıntıları ve zararlılarda görülen direnç insanlığı tekrar yeni arayışlara sevk etmiştir (Arslan ve ark., 1983). Evsel ve endüstriyel atıklar sadece su ortamlarına değil yakın ve uzak çevreyle birlikte, ekosisteme zarar veren kirleticilerdir. Son yıllarda tarımsal alanların ağır metal kontaminasyonunda görülen artış, bu metallerin bitkiler üzerindeki zararlı etkileri ile ilgili çalışmalara ilgiyi artırmıştır. Çinko ve bakır gibi ağır metallerin proteinlerin ve enzimlerin katalitik ve yapısal bileşenleri olarak, normal bitki büyüme ve gelişmesi için kofaktör olarak gerekli olduğu bilinmektedir. Ancak bu mikro besinler ile kadmiyum, nikel ve kurşun gibi ağır metallerin fazlalığı bitkilerde toksik etki yapmaktadır (Vural, 1993). Bitkiler gübrelerden, pestisitlerden, evsel ve sanayii atıklarından toprağa bulaşmış olan ağır metalleri bünyesinde biriktirme eğilimindedir (Steffens, 1991). Ülkemizde sulama problemi olan bölgelerde atık sularla sebze yetiştiriciliği yoğun bir şekilde yapılmaktadır (Laurie ve ark.,1991). Ancak atık sularla kirlenmiş akarsuların tarımda kullanılmaları sonucu ortaya çıkan problemler istenilen boyutta incelenmemiştir.

#### **Atık Sularının Bitkiler Üzerinde Genetiksel Etkileri**

Su kirliliğine sebep olan kirleticiler, geldikleri kaynağa bağlı olarak çok çeşitlilik göstermektedirler. Bu kirleticiler bırakıldıkları su kütleindeki canlılar

üzerinde olumsuz birçok etkilere sebep olur. İhtiyaçları olan suyu kökleri ile alırken suda çözülmüş halde bulunan kirleticileri de bünyelerine aldıklarından, bitkiler bu kirleticilerden en çok etkilenen canlı grubudur. Kirleticilerin bitkilerde sitolojik, morfolojik bozukluklar ve genetik materyalde mutasyon gibi birçok değişikliğe sebep oldukları bulunmuştur.

Günümüzde yaşayan çeşitli organizmalar kalıtsal maddelerin toplam miktarı ve içerdikleri nükleotidleri bakımından farklıdır. Yani değişik yapıya (genotip) sahiptirler. Bütün organizmalar ortak bir ataya sahip gibi göründüklerinden atasal genotip evrim boyunca şimdi var olan farklı genotipleri vermek üzere bir çok değişikliğe uğramış olmalıdır. Genotipteki kalıtsal değişimlere mutasyon denir (Temizkan, 1999). Mutasyonlar gen mutasyonları ve kromozom mutasyonları olmak üzere ikiye ayrılır.

#### **1.1.4.1. Bitkilerde Genetik Varyasyonlar**

##### **a. Gen Mutasyonları**

Bazı dizilerinde, nükleotid sıralarında meydana gelen ve organizmanın yaşamını tehlikeye atabilecek düzeyde mutasyonlara sebebiyet veren mutasyonlardır. Çeşitli olumsuz çevresel faktörler, kimyasallar, ışınımlar, kalıtsal birikimler sonucunda meydana gelebilirler.

##### **b. Kromozom Mutasyonları**

Her türün kendisine özgü kromozom sayısı vardır. Çoğu yüksek organizma diploiddir ve bir seti anneden diğer seti babadan gelen 2 set homolog kromozom taşır. Kromozom setlerinin sayısındaki varyasyonlara (ploidi), doğada rastlanabilmektedir. Kromozom setlerinin 2'den fazla olması poliploidi olarak isimlendirilir. Euploidi terimi, temel kromozom sayısını katlar halinde artması anlamı için kullanılmaktadır. Ayrıca bu durumu sembolize ederken n yerine ploidi katlarını gösterirken x sembolü kullanılmaktadır.

#### **Kromozom Sayısındaki Varyasyonlar**

1. **Euploidi:** Kromozom setinde bir varyasyon meydana geliyorsa aşağıdaki durumlar meydana gelebilir:
  - a. Monoploid: Tek bir kromozom setinin bulunması durumudur (n). Genellikle funguslarda görülür. Monoploid bitkiler ise genellikle sterildir.

- b. Triploid: 3 kromozom seti içerir (3x). n sayıda gamet ile 2n gametin birleşmesiyle oluşur.
  - c. Tetraploid: 4 kromozom seti içerir (4x). Tetraploidler kendiliğinden veya çeşitli kimyasallarla oluşturulabilirler ve döllerine 2n sayıda gamet verirler. Bunlar da kendi aralarında autotetraploid ve allotetraploid olarak 2'ye ayrılırlar.
  - d. Poliploid: 4'den fazla kromozom seti içerirler. 6x (heksaploid), 8x (pentaploid) gibi.
2. **Aneuploidi:** Varyasyon kromozom setinde değil, setin yalnızca bir parçasında görülür ve aşağıdaki durumlar oluşur:
- a. Monosomik: Diploid bir organizmadaki bir çift kromozom sadece birinin kaybolması ile oluşur.  $2n-1$  formülü ile gösterilirler. Monosomikler (n) ve (n-1) olmak üzere 2 tipte gamet oluştururlar.
  - b. Trisomik: Diploid bir organizmada ekstra bir kromozomun bulunmasıdır.  $2n+1$  formülü ile gösterilirler. (n) ve (n+1) olmak üzere 2 tipte gamet oluştururlar.
  - c. Tetrasomik: Diploid bir organizmada ekstra bir kromozomun homoloğu ile birlikte bulunması durumudur.  $2n+2$  ile gösterilir.
  - d. Nullisomik: Diploid bir organizmada ekstra bir kromozomun homoloğu ile birlikte kaybolması ile oluşurlar.  $2n-2$  ile gösterilirler.

### **Kromozom Boyutundaki Varyasyonlar**

Genellikle bir çok organizmanın kromozomları, küçük ve çok sayıdadır. Laboratuvar çalışmaları için çok uygun bir organizma olan *Drosophila melanogaster*'in diploid komponentinde, 4 çift kromozom vardır fakat bunların üreme hücreleri ve diğer vücut hücrelerindeki boyutları oldukça küçüktür. Sıra dışı bir durum olarak, vücudun diğer kısımlarından 100 kat daha büyük olan kromozomlar ise bu organizmanın larval tükürük bezi hücrelerinde bulunmuştur. Bu dev kromozomlar, bir çok (100-1000) kromatin ipliğinin birleşmesiyle oluşmuşlardır. Anormal genetik hareket, dev kromozomlarda kolayca gözlenen aberasyonlarla bağlantılıdır ( Akı, 2002).

### **Kromozom Yapısındaki Varyasyonlar**

1. Translokasyon: Homolog olmayan 2 kromozom arasında segmentlerin birbirleri ile yer değiştirmesi olayıdır. Sonuçta homolog olmayan

kombinasyonlar oluşur. Mayoz sırasında bir translokasyon için heterozigot olan bir birey, tüm homolog segmentlerinin eşleşebilmesi için artı şeklini oluşturur.

2. İnversiyon: Bir kromozomdaki segmentlerin normal sıradayken kırılıp  $180^0$  dönüp tekrar yapışması olayıdır. Eğer kırılan segment sentromer içeriyorsa perisentrik inversiyon, içermiyorsa parasentrik inversiyon adını alır.
3. Delesyon (Defisiens): Tek bir gen ya da gen parçasını içeren kromozom segmentinin kaybolması olayıdır. Eğer kromozom segmenti uç kısımdan kaybolmuşsa defisiens, orta kısımdan kaybolmuşsa delesyon adını alır.
4. Duplikasyon: Bir kromozomda bulunan bir segmentin tekrarlanması olayıdır. Yani bir kromozom, o kromozom segmentini 2 kez bulundurur (Akı, 2002).

#### 1.1.4.2. Bitkilerde Mitoz Bölünme

Mitoz bölünme, kromozom sayısının korunmasının en önemli karakteristiğidir ve DNA' nın semi-konservatif self replikasyonu ile sağlanmaktadır. Tek hücrelilerde ebeveyne benzer bireyleri oluşturarak çoğalmayı, çok hücrelilerde ise yeni bir organizmanın oluşumunda rol aldığı gibi, onun gelişmesini, büyümesini, çok çeşitli olan organlarının meydana gelmesini ve hasar gören bölümlerin onarımını sağlamaktadır.

Mitoz bölünme sırasında kromozomların uzunluğuna yarıya bölünmeleri, bu bölünen ve birbirinin tam anlamı ile aynı olan kromozomların bir yarısının hücrenin bir kutbuna, diğer yarısının da hücrenin diğer kutbuna gitmesi olayı çok önemlidir. Bu şekilde yeni hücreler birbirinin aynı özellikleri taşıyacaklar ve bunu soydan soya götüreceklerdir. Çok hücreli organizmalar diploid kromozom sayısına sahiptirler ve kromozom sayısı bakımından büyük değişiklikler göstermektedir. Kromozom seti ya da karyotip denilen bir bireyin kromozom sayısı, şekli ve büyüklüğü aynı türe ait her bireyin somatik hücrelerinde bellidir. Somatik kromozom sayısı  $2n$  ile gösterilmektedir. Kromozom sayısı en yüksek olan organizma bir eğrelti otu olan *Ophyoglossum vulgatum*' dur ve kromozom sayısı  $2n=500$ ' dür. Kromozom sayısı en az organizma ise *Ascaris megalcephala univalens*' dir ve kromozom sayısı  $2n= 2$ ' dir. Kromozomlar hücre bölünmesi sırasında kısalıp yoğunlaştıkları için sayılabilirler. Kromozom morfolojisinin incelenmesi ve kromozom sayımı yapılabilmesi için en uygun hücreler mitozun metafaz safhasındaki hücrelerdir.

Ökaryotik hücre bölünmediği zamanlarda nükleus içindeki DNA, proteinle birlikte kromatin adı verilen ince ve esnek yapıyı oluşturur. Hücre bölünmesi sırasında ise kromatin kısalıp kalınlaşarak bireysel kromozomları oluşturur. İki hücre bölünmesi arasında dinlenme safhası adı verilen, aslında metabolik faaliyetlerin çok yoğun olarak meydana geldiği interfaz safhası gerçekleşmektedir. Bu yüzden bu safhaya metabolik safha da denir. Hücre büyümesi ve bölünmesinde 4 ana safha vardır;

Mitoz ve sitokinezi kapsayan tüm hücre bölünmesi safhaları M-safhası.

Hücre büyümesi ve hücrel organellerin sayısında artış olan safha G<sub>1</sub> safhası.

DNA replikasyonu ile birlikte protein sentezinin olduğu safha S-safhası.

Mitoz bölünmeye hazırlık için çeşitli metabolik olayların gerçekleştiği safha G<sub>2</sub> safhası.

İnterfaz G<sub>1</sub>, S ve G<sub>2</sub> safhalarından oluşmaktadır. Hayvanlarda cilt hücreleri gibi bazı hücreler organizmanın yaşamı boyunca sürekli olarak bölündükleri halde, iskelet kası hücreleri ve sinir sistemi hücreleri gibi bazı hücreler G<sub>1</sub> safhasında kalırlar. Mitoz bölünme kesintisiz devam eden bir olaydır ve profaz, metafaz, anafaz ve telofaz safhalarına ayrılarak incelenir. Bu safhaların devam etme süreleri farklıdır. En çabuk biten safha metafazdır. Anafaz biraz daha uzundur. Telofaz her ikisinden de uzun sürer. Genellikle en uzun süren safha profazdır.

**Profaz :** Bu safhada nükleusun içerisindeki kromatin kromozomlar halini alır. Kromatin ipliklerin sayısı her tür için sabittir. Profazın başından itibaren her kromozomun kromatid adı verilen iki iplikten oluştuğu görülür. Fakat bu iki iplik henüz bölünmemiş olan sentromer tarafından bir arada tutulur. Kromozomlar profazın başında nükleusun içinde her tarafa eşit bir dağılıma gösterirler. Safhanın sonuna doğru ise nükleus zarına yaklaşırlar ve böylece nükleusun merkezi boş kalır. Profaz sırasında kromozomların hücre içindeki yönelimleri belli değildir. Bununla birlikte her bir sentromerin her iki yanında kinetokorlar gözlenir. Bunlar kromozomun yöneliminde önemlidir. Profaz ilerledikçe kromozomlar daha büyük çaplı spiraller yaparak kısalıp kalınlaşırlar. Bazı kromozomlar başlangıçtaki uzunluklarının 1/25'ini alıncaya kadar kısalabilirler. Nükleus zarı fragmentli bir duruma geçer. Profazın sonunda ise nükleoluslar gitgide küçülür ve kaybolur. Nükleolus bölgesi, her nükleus içinde en az bir tane bulunan ve ribozomların üretilmesinde rol oynayan bölgelerdir.

**Prometafaz :** Kromozomların kardeş hücrelere dağılması için iğ iplikleri oluşur. İğ iplikleri mikrotubullerin paketlenmesiyle oluşan liflerdir ve tubulin

proteininden yapılırlar. Kısa mikrotübüller her bir sentrozomda bulunan sentriol çiftlerinden ışınlar olarak yayılırlar (Bitki hücreleri yalnızca sentrozoma sahip olup, sentriole sahip değildir). Kromozomlar bu iğ ipliklerine bağlanırlar ve bunların ekvator plağına hareketi bu safhada önemlidir. Kinetokorlar iğ ipliklerinin farklı kutuplara giden tarafına yerleşirler. Bu iğ ipliklerine kinetokor lifleri denir.

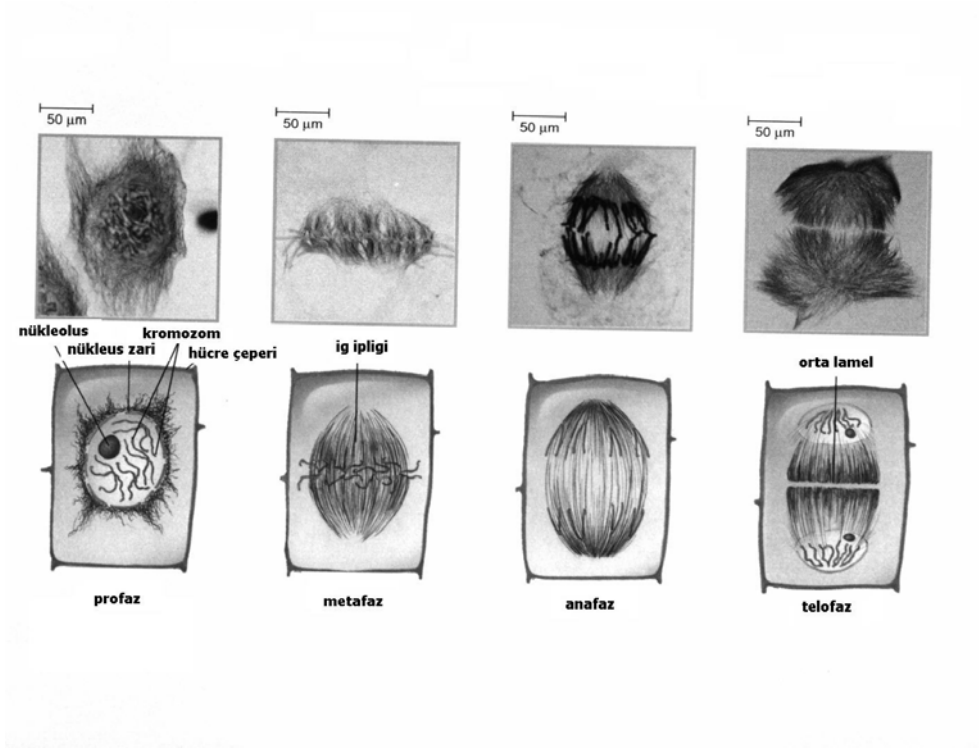
**Metafaz :** Kromozomlar ekvator plağına eriştikleri zaman metafaz başlar. Kinetokor liflerine bağlı kromozomlar metafaz plağında sıralanırlar. Küçük kromozomlar daima içeriye doğru, büyük kromozomlar da çevreye doğru yerleşirler. Bir kromozoma bağlanmamış iğ ipliği liflerine polar iğ iplikleri denir. Metafazın sonlarına doğru bütün kromozomlarda sentromerler aynı anda yarılırlar ve kardeş kromatidler birbirinden ayrılırlar ve böylece anafaz başlamış olur.

**Anafaz :** Bu safhada duplike kromozomun kromatidlerinden birisi bir kutba çekilirken onun kardeşi de aksi kutba doğru çekilir. Kromatid grupları kutuplara ulaştığında anafaz sona erer ve telofaz başlar.

**Telofaz :** Kromozomlar sıkıca biraraya gelerek bir yığın oluştururlar ve tek tek fark edilemez hale gelirler. Sonra profazdaki olaylar ters yönde oluşmaya başlar. Matriks erir, spiraller çözülür ve kromozomlar ince uzun iplikler halinde görülürler. Sonuç olarak kromonema bölünmeye başlamadan önceki ağısı yapısını alır. Kutuplardaki kromozom gruplarının etrafında nukleus zarı yeniden oluşur ve nukleoluslar meydana gelir. Böylece iki yavru nukleus meydana gelmiş olur. Nukleus zarının orijini olarak endoplazmik retikulum kabul edilmektedir. Nukleolusların orijininin ise sekonder boğumlar olduğu sanılmaktadır. Bu şekilde tamamlanmış olan nukleus bölünmesini (karyokinez) sitoplazmanın bölünmesi (sitokinez) takip eder.

Sitokinez nukleus bölünmesini takiben sitoplazmanın iki yavru hücreye bölünmesi olayıdır. Bitki ve hayvan hücrelerinde sitokinez farklı olarak gerçekleşir. Hayvan hücresinde, dereceli olarak azalan aktin filamentinin bulunduğu bir boğumla sitokinez gerçekleşir. Bitki hücresinin etrafındaki hücre çeperi ise hayvanlardaki gibi bir bölünmeye izin vermez. İki kardeş nukleus arasında golgi apareyinden oluşan vesikül keseleri (fragmoblast) görülür. Bu vesiküllerin büyüyerek birbirine yaklaşması ve birleşmesi sonucunda hücre plağı (orta lamel) meydana gelir ve iki hücre için de plazma zarı oluşur. Bu sırada fragmoblast da gözden kaybolur. Daha sonra da selüloz fibrillerinin eklenmesi ile hücre çeperi (primer selüloz tabakası) oluşur (Akı, 2004).





Şekil 1.1. Mitoz bölünmenin safhaları (Mader, 1996)

### 1.1.4.3. Bitkilerde Mitotik Kromozomların İncelenmesi

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

Kromozom sayımı yapmak amacıyla materyalin hazırlanması 4 aşamada gerçekleşmektedir; Ön İşlem, Fiksasyon, Maserasyon ve Boyama. Bazı yöntemlerde maserasyon ve boyamanın ikisi bir arada, bazı yöntemlerde de fiksasyon ve boyama bir arada olabilir.

Ön İşlem: Materyal daha canlı iken uygulanır ve amaçları şu şekilde özetlenebilir; iğ ipliklerini tahrip etmek veya oluşmasını engellemek suretiyle metafaz safhasındaki kromozomların anafaz safhasına geçmesini engellemek ve böylece kromozom sayımı için en uygun sahfa olan metafaz safhasındaki hücrelerin sayısını arttırmak (kromozomların metafaz safhasında durmasını sağlamak).

Yine iğ ipliklerini tahrip etmek suretiyle kromozomların metafazda ekvator plağında toplanmasını engellemek, daha dağınık durmalarını sağlamak ve dolayısı ile sayımı kolaylaştırmak.

Protoplazmanın viskozitesini arttırarak ezme preparat yapılırken hücrenin fazla dağılmasını önlemek.

Zaten kısalmış olan metafaz kromozomlarını daha da kısaltarak kromozomların birbiri üzerine binmesini azaltmak ya da önlemek, böylece incelemeyi ve sayımı kolaylaştırmak.

Ön işlem için en çok kullanılan kimyasal maddeler;  $\alpha$ -monobromonaftalen, 8-hidroksikinolin, kolşisin ve paradiklorobenzen. Bazı bitkilerde ön işlem olarak soğukta

tutmak da iyi sonuç vermektedir (örn. buğdayda ve pancarda). Ön işlem için kullanılacak kimyasal maddenin yoğunluğu ve uygulama süresi materyale göre değişir. Ön işleme alınacak bitki materyali kısa bir süre su içinde korunabilir, ancak uzun süre su içinde tutmak doğru değildir.

Fiksasyon: Fiksatiflerde etkinlik çok önemlidir ve fiksasyon kromozomların canlılığının hayatındaki durumuna mümkün olduğu kadar yakın bir durumda olmalıdır. Fiksasyon işlemi hücreleri bozmadan öldürmek amacıyla uygulandığı için, fiksatifin etkisi öldürme işlemini hızlı bir şekilde yapmasına bağlıdır. Fiksatifin hücreler üzerinde hızlı bir sertleştirme etkisi olmalı ve bunun yanında dokulara mümkün olduğunca hızlı girmelidir. Bu yapılırken kromozomların boyanma özellikleri de korunmalıdır. Çok çeşitli fiksatifler kullanılabilir. Bunlara örnek olarak;

Farmer fiksatif: 3 kısım % 96' lık etil alkol

1 kısım glacial asetik asit

Carnoy fiksatif: 6 kısım % 96' lık etil alkol

3 kısım kloroform

1 kısım glacial asetik asit

Farmer ve Carnoy fiksatifleri alkollü fiksatiflerdir. Ayrıca fenol fiksatifleri gibi başka fiksatifler de vardır. Bu fiksatifler kullanılmadan hemen önce hazırlanmalı, buzdolabında korunmalı ve en geç 1-2 gün içinde kullanılmalıdır. Fiksasyon süresi materyale göre 15 dk. dan 25 saate kadar değişebilir. Uzun süre saklanacak materyali fiksatif karışımında tutmak yerine % 70' lik alkol ile yıkadıktan sonra yine % 70' lik alkol içinde saklamak gerekir. % 70' lik alkol içerisindeki materyal düşük sıcaklıkta (0 °C) bozulmadan çok uzun süre saklanabilir.

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

Kromozomların Boyanması: Normal ışık mikroskobu ile kromozomların incelenebilmesi için bunların özel boyalarla boyanması gerekir. Bu boyalardan en çok

kullanılanlar; Carmin (asetokarmin), Orsein (asetoorsein), Nigrosin ve Bazik Fuksin (Feulgen)' dir. Bunlar kromozomlarda solid bir boyama sağlarlar yani kromozomun her tarafı aynı şekilde boyanır. Bunun yanında kromozomları bantlı olarak boyayan yöntemler de geliştirilmiştir. Böylece kromozomların eukromatik ve heterokromatik kısımları belirgin olacak şekilde boyanabilir (Akı, 2004).

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bitkilerin, besin zincirinin en alt basamağında yer almaları, bu sebeple zincirindeki diğer canlıları da etkileyebilmeleri ve ekonomik öneme sahip olmalarından dolayı kirleticilerin özellikle bitkilerde yarattıkları etkiler, birçok araştırmacının dikkatini çekmiştir. Yapılan birçok araştırmada farklı bitki türleri ve farklı kirleticilerden yararlanılmıştır.

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

Kromozom hatalarının indüksiyonunu çalışmada kullanılan en eski, en basit ve en ucuz yöntem bitki kök uçlarının kullanılması olmuştur. Materyalin önemi 1930'lu yıllarda radyobiologlar tarafından bulunmuştur. Kök ucu tekniği, özellikle hatalara sebep olan kimyasalların çalışılması için uygun ve güvenilirdir (Kihlman, 1975). 1975 yılında B.A.Kihlman tarafından yapılan bir araştırmada, test materyali olarak kullanılan *Vicia* kök uçlarının avantajları ve dezavantajları tespit edilmiştir.

*Allium cepa*'nın meristematik mitotik hücrelerinin çevresel kirlenmede kromozom aberasyon denemelerinde elverişli sitogenetik materyal olduğu bilinmektedir. Ateeq ve arkadaşlarının 2002 yılında yaptıkları bir çalışmada, Pentaklorofenol (PCP), 2,4-diklorofenoksiasetik asit (2,4-D) ve 2-kloro-2,6-dietil-N-(bütoksimetil) asetanilide(butaklor), %50 EC<sub>50</sub> ile c-mitoz, yapışkanlık, kromozom kırılmaları ve mitotik indeksin genotoksik miktarını tayin etmişlerdir.

2,4-D'nin yüksek konsantrasyonları 1946 yılında Allard ve arkadaşları ve 1974 yılında Moore tarafından yapılan çalışmalarda, bitki öldürücüsü olarak kullanılmıştır. Aynı maddenin düşük konsantrasyonlarının ise Moore 1974 ve Hsuesh ve arkadaşları tarafından 1947 yılında yapılan çalışmalarda, indole asetik asit ile tamamen aynı görünüşte ve aynı biçimde büyümeyi ilerletici olduğu saptanmıştır. 2,4-D'nin

kromozomal seviyede bazı genotoksisiteye sahip olduğu da Mohandas ve arkadaşlarının 1972 yılında yaptıkları çalışmada tespit edilmiştir (Allard ve ark., 1946; Moore, 1974; Hsuesh ve ark., 1947; Mohandas ve ark., 1972).

Khalatkor ve arkadaşlarının, 1982 yılında yaptıkları farklı bir çalışmada 2,4-D'nin teratojenik potansiyeli gösterilmiştir. Bu araştırmacılar *Hordeum vulgare* tohumlarının başak morfoloji formunda olduğunu ifade etmişlerdir (Khalatkor ve ark., 1982).

Birçok araştırmacının farklı yıllarda yaptıkları çalışmalarda, klorlanmış fenoksi bileşiklerinin fizyolojik dengesizlikten dolayı bitki kısımlarında ara sıra meydana gelen morfolojik varyasyonlara sebep olduğunu rapor etmişlerdir (Allard ve ark., 1946; Taylor, 1946 ve Sharman, 1978).

Ağar ve Uysal tarafından 1997 yılında yapılan çalışmada, civa klorürün, soğan (*Allium cepa* L.) kök ucu hücrelerine olan etkileri araştırılmıştır.

Dovgalyuk ve arkadaşları tarafından 2001 yılında yapılan bir çalışmada, *Allium cepa* bitkisinin apikal meristem hücreleri üzerinde, kadmiyum, nikel, alüminyum, bakır, çinko ve kurşun gibi metal tuzlarının yarattığı sitogenetik etkiler karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Yapılan bir çalışmada, insektisit olan **Decis**'in *Allium cepa* L. kökü meristematik bölgelerinde oluşturabileceği değişiklikler incelenmiştir (Coşkun ve ark., 1994).

Alkoloid bir madde olan camptotesin, *Camptotheca acuminata* (*Nyssaceae*)'nın ağaç gövdesinden izole edilir (Wall ve ark., 1966). Moleküler seviyede Cpt DNA ve RNA sentezinin her ikisini durdurur ve DNA fragmentasyonuna neden olur (Harwitz ve ark., 1971; Li ve ark., 1972; Harwitz ve Harwitz, 1973). Andersson ve Kihlman'ın, 1992 yılında yaptıkları çalışmada, *Vicia faba*'nın kök ucu hücrelerinin interfaz ortasında ve interfaz öncesinde camptotesine (cpt) ile bir süre maruz kalması sonucu meydana gelebilecek değişiklikleri incelemişlerdir.

Endüstriyel gelişimin ilerlemesi ile, sülfür içeren fosil yakıtların oluşumu ve yanmaya bağlı olarak SO<sub>2</sub> kirliliği, global çevreler için ciddi bir problem haline geldiği bilinmektedir. Bu nedenle, bunun insanlar üzerindeki genotoksik etkilerinin çalışılması önemlidir. Yapılan çalışmaların sonuçları göstermektedir ki; biosülfid (HSO<sub>3</sub>) ve sülfid

(SO<sub>3</sub><sup>-2</sup>) karışımları, *Vicia faba* ve *Allium* kök uçlarında MCN ve AA seviyelerinin önemli derecede yükselmesine neden olmaktadır. MCN ve AA'nın frekansları, fizyolojik toksisiteye bağlı olarak, olağan dışı yüksek konsantrasyonlar veya uzun süre boyunca maruz kalma sonrasında artmıştır. Bu yüksek doz etkileri aynı zamanda mitotik gecikmeye de neden olmaktadır (Yi ve Meng, 2003). Yi ve Meng tarafından, 2003 yılında yapılan çalışmada, basit bitki biyodenemeleri ve oldukça hassas *Allium sativum*, *Vicia faba* sitogenetik testlerini kullanmışlardır.

Ülkemizde kullanılan pestisitlerden Stomp, Gra-moxone, Afalon, Hyvar x, Korthion ve Thiodan-methyl'in ile yapılan bir çalışmada; bu pestisidlerin *Allium cepa* kök ucu meristem hücrelerindeki mitotik aktiviteye etkileri, oluşturdukları mitotik anormallikler ve kromozom değişimleri incelenmiştir (Bilaloğlu, 1982).

Yapılan bir başka araştırmada ise, kanserojen olduğu bilinen kroton yağının, *Allium cepa* ve *Vicia faba* bitkilerinin köklerine farklı konsantrasyonlarda uygulanması sonucunda, oluşabilecek morfolojik ve sitolojik değişiklikler belirlenmeye çalışılmıştır (Özbek, 1998).

Son zamanlarda oldukça fazla çalışma, antibiyotiklerin bitkiler üzerindeki etkilerine yönelik olmuştur. Birçok antibiyotiğin DNA sentezini engellediği, aynı zamanda hücre bölünmesini etkilediği ve kromozomal değişikliğe sebep olduğu bilinmektedir. Bazı antibiyotiklerin bitki ve hayvanların her ikisinde mutajenik ajan ve sitostatik etkili olduğu kanıtlanmıştır. Bunların arasında mitomycin C (MC) *Streptomyces caespitosus*' dan üretilmiş bir antibiyotiktir. Bu antibiyotiğin DNA sentezine ket vurduğu ve bakteride DNA degradasyonuna sebep olduğu bilinmektedir (Reich ve ark., 1960; Shiba ve ark., 1959).

Venkatrajam ve Subhash tarafından 1984 yılında yapılan bir çalışmada, antibiyotiklerin yüksek bitkiler üzerine etkileri geniş olarak çalışılmamış ancak yararlı olacağı düşüncesiyle *C. annuum* üzerine MC'nin etkilerinin çalışılması planlanmıştır. Bu çalışmanın amacı, istenilen karakterlerin morfolojik mutantlarını tespit etmek için ve bu bitkilerin kantitatif (nicel) karakterlerinde değişikliklerin genişletilmesi olasılıklarının çalışılması olmuştur (Venkatrajam ve Subhash, 1984).

Subhash ve arkadaşları tarafından 1981 yılında yapılan başka bir çalışmada *C. annuum*'da tomurcuk demeti mutantlarına sebep olan EMS'nin etkileri gösterilmiş ve

mutant fenotipin normale göre monogenik resesif olduğunu bulmuşlardır (Subhash ve ark., 1981).

*Vicia faba* bitkisi üzerine yapılan bir çalışmada, bir büyüme düzenleyicisi olan Tonifruitin *Vicia faba* L.'de mitotik bölünme, kromozomlar ve DNA miktarı üzerine etkileri araştırılmıştır (Akpınar, 2002).

1991 yılında Shahin ve El-Amoodi tarafından yapılan başka bir çalışmada ise, Nimrod ve rubigan-4 fungusitleri, biyolojik test sistemi olarak *Vicia faba* kök uçlarının kullanılarak genotoksisite için test edilmiştir.

*Vicia faba* bitkisi kullanılarak yapılan bir çalışmada, Paraquat herbisitinin bu bitkide; mitoz bölünme, kromozomlar ve DNA miktarı üzerindeki etkisi araştırılmıştır (Türkoğlu, 1999).

Sanayi kuruluşlarından kaynaklanan atıkların çevre kirlenmesi üzerindeki payı oldukça yüksektir. Bazı sanayi kuruluşları atıklarının katı fazlarını presleyip toprak altına gömerler. Toprak içine sızan yağmur suları ile temas eden bu katı atıkların içerisindeki kimyasallar çözünerek suya geçer ve yer altı sularına karışarak bu suların kirlenmesine sebep olurlar. Bu şekilde preslenmiş katı atıkların süzüntülerinin bitkiler üzerindeki sitogenetik etkilerin incelendiği bir araştırmada, Deri tabaklama Endüstri katı atıklarından yararlanılmıştır (Chandra, 2004).

Aktaş ve arkadaşlarının 1994 yılında yaptıkları çalışmada, mercimek bitkisinin (*Lens esculanta*) Sultan I çeşidinin, endosülfanın farklı dozlarına maruz bırakılan tohumlarından çimlendirilen fidelerinde, kök ucu hücrelerinin mitoz bölünmelerindeki ve total protein miktarındaki değişiklikler incelenmiştir.

Kara ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, insektisit olarak kullanılan ve bir sentetik pretroit olan Cypermethrin'in sitogenetik etkileri, *Allium cepa* kök meristemi üzerinde çalışılmıştır (Kara ve ark., 1994).

Aybeke ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, zeytinyağı fabrikası atık suyunun *T. aestivum* (buğday) kök uçlarındaki mitotik bölünme anormalliklerini ve total protein miktarlarını incelemişlerdir (Aybeke, 2000).

Özörgücü ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada (1994), İzmir Kemalpaşa ilçesinden alınan yer altı sularının *Allium cepa*'nın kök ucu hücrelerindeki mitotik etkinlik ve mitotik sapmalar üzerinde yapılmıştır.



2003 yılında yapılan bir araştırmada Şanlıurfa şehir merkezinden geçen evsel ve sanayi atıklarının döküldüğü Karakoyun deresi ile sulanan soğanda (*Allium cepa* L.) toksik element birikimi üzerine gübrelemenin etkisi araştırılmıştır.

Katkat ve arkadaşlarının 1996 yılında yaptıkları çalışmada Gemlik Gübre Sanayii A.Ş. fabrikası atık sularından tarımda yararlanma olanakları araştırılmıştır (Katkat, 1996).

Rank and Nielsen tarafından 1997 yılında yapılan çalışmada; *Allium* anafaz-telofaz analizi, N-metil-N-nitrosor (MNU), maleik hidrazit (MH), sodyum azit (  $\text{NaN}_3$ ) ve metanosülfonat'ın (EMS) genotoksitesini göstermek için kullanılmıştır.

Bir herbisit olarak, MH bitkiler üzerinde çeşitli etkilere sahiptir ve farklı bilim adamları tarafından *Allium*'da klastojenik bir ajan olarak kullanılmıştır. Soğan kök kromozomları üzerine MH'nin temel etkisi, klastogenisiktir (Oku, 1977; Mateos et.al., 1989).

Knasmüller ve arkadaşları tarafından 1998 yılında yapılan çalışmanın amacı , ağır metallere kontamine olmuş toprakların genotoksik etkilerinin ortaya çıkarılmasını olanaklı kılan bioanalizlerin gelişimidir. Çalışmanın ilk kısmında bitki bioanalizlerinde metal etkilerinin temel verileri genişletilmiştir.

Bleomycin , DNA'da tek ve çift iplik kırılmaları ile DNA hasarında X-ışınları taklitçisi olarak bir metallo-glikopeptid antibiyotik olup ( Favaudon, 1982), *Vicia faba*'da (Kihlman et.al., 1974; Heindorff et.al., 1987) S-fazına bağımlı olmayan güçlü bir klastojen olarak gösterilmiştir. K.J.Angelis ve arkadaşları tarafından,1989 yılında yapılan çalışmada DNA çift iplik kırılması onarım kapasitesine sahip olan diğer ökaryotlardaki (özellikle memelilerde, eğer bitki hücresi ise hayvan hücresine benzer olan bitki hücrelerinde) benzer etkilerin, bitkilerde de çift kırılmalara neden olup olmadığı araştırılmıştır.

### **Peroksidaz ile ilgili çalışmalar:**

Peroksidazlar, bitkilerde, mikroorganizmalarda ve hayvan dokularında yaygındır ve heme grubu içeren proteinlerin büyük bir ailesinin temsilcileridirler. Bunlar, hidrojen peroksit ve türevleri tarafından, birçok organik ve inorganik bileşiklerin oksidasyonunu katalizleyen enzimlerdir.

Heme peroksidaz süperailisi, metal iyonu bağlayan yetenekleri ve aminoasit dizi homolojisinin temelinde Welinder ve Smith' e göre 3 grup içinde sınıflandırılmışlardır. Sınıf I, Intra (hücrelerarası) peroksidaz, peroksidaz içeren sitokrom c, askorbat peroksidaz ve geni duplike eden bakteriyal katalaz-peroksidazları içerir. Sınıf II, lignin peroksidaz ve manganez peroksidaz gibi salgılanan fungal enzimleri içerir. Sonuncu sınıf olan Sınıf III ise, salgılanan bitki peroksidazlarından oluşan aPrx içerir (Welinder, 1992; Smith, 1998).

Peroksidazlar çeşitli biyoteknolojik amaçlar için önemlidir ( Veitch ve Smith, 2001; Egorov ve ark., 2000). Özellikle bitkilerde bulunan enzimlerin bu grubu, fenolik resin sentezi için katalizör olarak, yiyecek prosesleri için indikatör olarak ve biyotedavide yararlanılan kimyasal maddeler olarak kullanımları yaygındır. Özel şartlar altında oluşan radikallerin yıkımı sonucu ortaya çıkan polimerik materyallerde bağları kırabilir, örneğin; lignin biyodegradasyonunda olduğu gibi. En önemli peroksidaz uygulaması, polianilin gibi rehber polimerlerin üretimidir. Polianilin'in sentezi substrat indirgeyici olarak hidrojen peroksit, asidih pH değerinde polimerik kalıp olarak poli (Vinil-fosfonik asit) ve sulfatlamış polistiren peroksidazın varlığında oluşur (Liu ve ark., 1999).

Peroksidaz [EC 1.11.1.7] bitkilerdeki çoklu savunma sisteminin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır (Malolepsa ve Urbanek, 1994.). Peroksidaz bitkilerde sinnamil grubunun lignine polimerizasyonunu katalizlenmesini (Lagrimni ve ark.,1993.), hücre çeperlerinin süberizasyonunu, fenolik polimelerin birikimini sağlamaktadır (Sherf ve ark., 1993). Yaprakları  $K_2HPO_4$  ile muamele edilen bitkilerde peroksidaz artışı sağlanmıştır (Irving ve Kuć, 1990.).

Akı ve Türkan tarafından yapılan çalışmada, bakteriyal ve fungal hastalıkların önemli ürün kayıplarına neden olduğu kabak ve fasulye bitkilerinde doğal bileşiklerden kitosan'ın püskürtülerek hastalıklara karşı direncinin arttırılması (savunma sisteminin iyileştirilmesi) denenmiştir. Bu çalışmada sadece peroksidaz [EC 1.11.1.7] enziminin aktivitesi saptanmıştır (Akı ve Türkan, 2000).

Mazhoudi ve arkadaşları tarafından 1997 yılında yapılan çalışmada, bakır birikimi ve hücrel oksidatif hasarın bazı parametrelerinin temsil edilmesi için nutrient

ortamına 50µM Cu eklenerek 7 gün süreyle 15 günlük domates fideleri (*Lycopersicon esculentum*, Mill., cv. Ibiza F<sub>1</sub>) muamele edilerek bakırın etkileri incelenmiştir.

Gabara ve arkadaşları tarafından 2003 yılında yapılan çalışmada, antioksidant savunma sistemi gibi mitokondri ve kloroplastların ultrayapıları (ultrastructure) üzerinde asit yağmuru (AR) şeklinde yapılan spreylemenin etkisi, *Lycopersicon esculentum* Mill. yapraklarında incelenmiştir.

Assche ve arkadaşları tarafından 1988 yılında yapılan çalışmada, gölgede yetişen (bodur) fasulye yapraklarında çinko ve kadmiyum birikiminin fonksiyonu gibi enzim kapasitesinin indüksiyonu ( i.e. sınırı olmayan in vitro reaksiyon şartları altında potansiyel aktivite ölçümü) rapor edilmiştir. Özellikle sürgün gelişimi ve enzimatik yanıt arasındaki ilişkiye dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. MATERYAL

Araştırmada su denemesinde materyal olarak *Allium cepa* L. (soğan) ve *Vicia faba* (bakla) kullanılmıştır.

##### *Allium cepa* (soğan)

Soğan bitkilerinin depolanması ve kontrol altına alınması kolaydır, ayrıca bol ve ucuz olarak bulunmaktadır. Genel olarak, bitki hücrelerinin kromozom durumu iyidir, böylece kontrol şartlarında yüksek bir standart sağlanmaktadır. *Allium* testi, oldukça hızlıdır, yüksek duyarlılık ve tekrarlanabilme özelliğinin her ikisinin olmasından dolayı yapılması kolay bir testtir. Bu da, diğer test sistemlerinin sonuçlarıyla karşılaştırmayı mümkün kılar. Makroskopik ve mikroskopik etkilerin her ikisi, ikisinin arasında iyi bir korelasyonu ortaya çıkarmış ve fikir vermiştir.

##### *Vicia faba* (bakla)

İnsanların beslenmesinde önemli bir yeri olan bakla, içerdiği bitkisel proteinin zenginliği nedeniyle birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de değişik şekillerde tüketilmektedir.

Baklada kuvvetli bir kazık kök mevcuttur. Baklanın otsu bir gövdesi vardır. Baklada yapraklar gövde nodyumlarından akasya yaprağına benzeyen bileşik yapraklar şeklinde çıkarlar. Baklada çiçekler yaprak koltuklarında meydana gelir ve salkım şeklindedir. Bitki üzerindeki çiçekler döllendikten sonra baklalar (meyve) olgunlaşmaya başlar.

Bakla tohumları şekil, renk ve büyüklükleri bakımından çeşitlere göre büyük farklılık gösterir. Çok küçük daneli olanların yanında çok iri olanlara da rastlanır.

Tohumların çimlenebilmesi için optimum sıcaklık 20-25<sup>0</sup> C'dir. En düşük çimlenme sıcaklığı 3<sup>0</sup> C, en yüksek 30<sup>0</sup> C'dir. Bakla tohumları toprak sıcaklığı 8<sup>0</sup> C'yi bulduğunda çimlenmeye başlar. Tohumların çimlenebilmesi için 10-12 gün yeterlidir.

Vegetasyon süresi 120-200 gün gibi uzun olmasına karşın fazla sıcaklık istemez. Ilık iklim bitkisi olup, börülce, fasulye ve bezelyeye nazaran soğuklara biraz daha fazla dayanabilmektedir. Vegetasyon dönemi boyunca düzenli ve yeterli miktarda yağış alan, ya da sulanabilen yerlerde iyi yetişir.

Bakla derin, geçirgen, organik maddece zengin, su tutma kapasitesi yüksek tınlı killi topraklarda en iyi sonucu verir. Toprak nötr veya hafif alkali olduğu zaman en iyi verim elde edilir. pH 7-7.5 arasında olmalıdır. Asitli topraklarda baklanın büyümesi yavaşlar ve verimi çok düşük olur.

*Vicia faba* sadece sitolojik değil, aynı zamanda fizyolojik ve radyobiolojik çalışmalarda da yaygın olarak kullanılan bir materyaldir. *Vicia faba*'nın bir kök ucu hücreci 2n=12 diploid kromozom sayısına sahiptir. Materyal bütün yıl içerisinde kolaylıkla elde edilebilir, gelişimi ve saklanması kolay ve ucuzdur. Metotta, pahalı materyal, gereçler ve steril şartlar gerekli değildir. Kromozom sayısı düşüktür (2n=12) ve kromozomlar çok kalındır, doğru ve tam sayım yapılabilir (Kihlman, 1995).

Araştırmada saksı denemelerinde ise materyal olarak *Phaseolus sp.*(fasulye), *Capsicum sp.* (biber), *Lycopersicum sp.* (domates), *Vicia faba* (bakla) kullanılmıştır.

#### ***Phaseolus vulgaris L.* (fasulye)**

Fasulye ülkemiz insanının beslenmesinde çok önemli yeri olan bir sebzedir. Özellikle insanımızın protein ihtiyacının karşılanmasında önemli bir rol oynar.

Fasulyeler tek veya çok yıllık fasulyeler olarak da gruplandırılırlar. Fasulyelerde gövde rengi kırmızı, pembe ve yeşil olabilir. Fasulyelerde yapraklar üçlü bileşik yaprak şeklinde bulunurlar. Yaprakların uçları genellikle sivri olup yaprak kalp şeklindedir.

Çiçekte, alt tarafta bayrak olarak adlandırılan orta kısmından geriye doğru kıvrılmış taç yaprak, iki adet kanatçık olarak adlandırılan taç yaprak (sol taraftaki sağdakine göre daha büyüktür), bunların içinde de erkek ve dişi organları içine alan boru şeklinde kapalı bir yapıya sahip olan ve uç kısmı spiral şeklinde kıvrılmış kayıkçık yer alır. Kayıkçık kanatçık ve bayrağın tabanı çiçeğin sapına çanta şeklinde bağlı olan çanak yaprakların içinde sapa bağlanırlar. Fasulyelerde meyve bakla şeklindedir. Çiçeklerde döllenme olduktan sonra oluşan hava sıcaklıklarına bağlı olarak meyve gelişmeye başlar.

Fasulye tohumları renk, şekil ve irilik bakımından çok büyük varyasyon gösterir. Düz beyaz tohumlar yanında üzeri çizgili (Barbunya fasulyesi), yarısı beyaz yarısı şarap kırmızısı (Alacalı ayşekadın fasulyesi), tamamı bej renkli ve çizgili (Cotender fasulyesi), tamamı koyu lacivert renkli (Kara ayşekadın fasulyesi) çeşitleri

Ülkemizde önemli miktarlarda üretilmektedir. Tohumları renkli olan fasulyeleri kuru fasulye olarak değerlendirmek (Barbunya fasulyesi dışında) pek mümkün değildir.

klim isteği yönünden fasulyeler hassas olup özellikle bazı dönemlerinde evre şartlarına karşı çok duyarlıdırlar ve bu özellikleri nedeniyle başarıyla yetiştirildiği yerler ve dönemler sınırlıdır. Çimlenme için yüksek sıcaklık isterler. 0<sup>0</sup> civarındaki sıcaklıklar bitkiyi öldürür, buna karşılık çiçeklenme ve meyve bağlama dönemlerinde yüksek sıcaklık büyük zararlara yol açar, verim ve kalite çok önemli ölçüde düşer.

Meyve bağlama döneminde 18-25<sup>0</sup> C arasındaki sıcaklıklar optimum meyve tutumu ve gelişmesini sağlar.

Fasulye toprak istekleri bakımından seçici bir bitki değildir. Çok hafif topraklar dışında her toprakta yetiştirilebilir. Ancak organik madde yönünden zengin ve su tutma kapasitesi iyi olan topraklarda daha başarılı sonuç verir. Potasyumca zengin topraklarda yetiştirilen fasulyelerde (taze ve kuru) kalite belirgin Şekilde artar.

Fasulyeler ieklenme ve meyve bağlama döneminde yüksek sıcaklığa ve kuraklığa karşı çok hassastır.

### ***Lycopersicon esculentum* L. (domates)**

Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgelerinde büyük boyutlarda yetiştirilmektedir. Ülkemizin iklim şartlarının bu sebzenin yetiştirilmesi için çok uygun oluşu, bu sebze yi işleyecek bir sanayinin 1970’li yıllardan itibaren hızla kurulmuş bulunması, bu sebze ye olan yönelmeyi hızlandırmış ve ülkemiz domates üretiminde dünya ülkeleri arasında alt sıralardan hızla üst sıralara tırmanarak Amerika ve İtalya gibi üretim devletlerinin arasına girmiştir.

Domates bitkisi çok kuvvetli bir kök yapısına sahiptir. Domates bitkileri yer veya srik çeşidi oluşuna göre farklı gövde gelişmesi gösterirler. Domateslerde yapraklar bileşik yaprak Őeklinindedir. Yaprakların zeri gövdede olduğu gibi domates kokusu veren dokunulduğunda yeşile boyayan sıvı içeren tüylerle kaplıdır. Domateslerde iekler boğum aralarından meydana gelen bir salkım üzerinde yer alır. Bu salkım basit salkım olduğu gibi bileşik salkım Şeklinde de olabilir. Domates meyvesi bir zms meyvedir ve genellikle iki gözlü olarak gelişir. Tohumlar bu gözler içinde yer alan ve tohumların çimlenmesini de önleyen bir sıvı içinde yer alırlar. Domateslerde tohum meyve içinde karpel loplarda ve çimlenmesini engelleyici peltemsi bir sıvı

içerisinde yer alır. Domates tohumları uygun şartlarda korunduklarında çimlenmelerini 5-6 yıl muhafaza ederler.

Domates bitkisi gece ile gündüz sıcaklıkları arasında 10-15<sup>0</sup> C'lik fark görülen geçiş yöreleri ile kara iklimini sever. Bitki yüksek hava neminden hoşlanmaz, ancak kök çevresinin düzenli su alması bitkinin mükemmel gelişmesini ve yüksek verim yapmasını sağlar. Domatesler en iyi gelişimini 15-28<sup>0</sup> C arasındaki sıcaklıklarda gösterir. 30<sup>0</sup> C'nin üzerindeki sıcaklıklarda da bitki gelişmesi sürer çiçeklenme meydana gelir, ancak polen çimlenmesi kötüleşir, polen tübü meydana gelse de yeterli derecede uzayamaz ve döllenen oluşmadığı için çiçek dökülür, partenokarpik küçük meyveler meydana gelir ve verim azalır.

Domates bitkisi toprak istekleri bakımından seçici bir bitki değildir. Derin bünyeli besin maddelerince zengin her toprakta başarı ile yetiştirilir. Hafif karakterli topraklarda ürün erken gelişir, bitki daha kısa ömürlü olur. Bu nedenle de verim daha düşük olur. Buna karşılık ağır killi topraklarda bitki gelişmesi başlangıçta yavaş olduğu halde bitki sürekli olarak gelişip yeni sürgünler, yeni çiçekler ve meyve meydana getirir, dolayısıyla bu topraklarda verim daha yüksektir. Bitki hastalık ve zararlılara karşı daha dayanıklıdır.

Toprağın su tutma kapasitesinin yüksek oluşu bitki gelişmesi ve verimi olumlu olarak etkiler. Domates toprağının pH değerinin 5.5-7 arasında olması gerekir.

Domates yetiştiriciliğinde sulama verime en çok etki yapan faktörlerden birisi, hatta birincisidir. Domates ilk sulamada çok dikkat isteyen bir bitkidir.

### ***Capsicum annuum L.*** (biber)

Biber Solanaceae familyasının bir üyesidir. *Capsicum* cinsine mensup ılık iklimlerde tek yıllık, tropik iklimlerde ise çok yıllık kültür bitkisi olarak bilinir.

Biber tohumlarının çimlenmesiyle meydana gelen kazık kök fide devresinde toprak yapısına ve sulamaya bağlı olarak 10-15 cm derinliğe kadar inebilir. Daha sonra kazık kök üzerinde yaklaşık 5-10 arasında değişen yan kökler oluşur.

Gövde büyümenin ilk dönemlerinde otsu yapıdadır, daha sonra gevrek ve kısmen odunsu bir yapı kazanır. Biberlerde yapraklar çeşide ve meyve şekline göre oldukça farklılık gösterir. Yapraklar sivri biberlerde uzun-oval, dolmalık biberlerde ise yuvarlak-oval şekillidir. Yaprakların kenarları düz, üstü kaygan ve parlaktır. Yabani

tiplerde tüylülük görülür. Biberlerde çiçekler yaprak koltuklarında veya dal koltuklarında tek veya salkım halinde ortalama 2-3 çiçek bir arada bulunur. Çiçekler erselik yapıdadır. Biberlerde meyveler şekil, renk, irilik, kabuk kalınlığı, et kalınlığı ve lezzetleri bakımından farklılıklar gösterir. Meyveler ince uzun, konik, dolmalık, kiraz ve domates şeklinde olabilir.

Biber tohumları kısmen domates tohumuna benzer. Biber tohumları daha geniş, oval, sarımtırak renkte ve tohum kenarları kalkık ve orta kısmı basıktır.

Tohumlar karanlıkta daha iyi çimlenir. Optimum çimlenme sıcaklığı 25-30<sup>0</sup> C'dir. Çimlenme için minimum sıcaklık 10<sup>0</sup> C'nin üzerinde olmalıdır. Tohumlar uygun şartlarda çimlenme kabiliyetlerini 2-3 yıl muhafaza ederler. Acı biberde bu süre daha kısadır.

Biber ılık ve sıcak iklim sebzesidir. Optimum sıcaklık isteği 20-25<sup>0</sup> C'dir. Tohumların çimlenebilmesi için optimum sıcaklık 10<sup>0</sup> C'dir. Bitkiler 5<sup>0</sup> C'ye kadar hayat fonksiyonlarını devam ettirir. 0<sup>0</sup> C ve altındaki sıcaklıklarda bitkilerde ölüm meydana gelir, 8<sup>0</sup> C'nin altındaki sıcaklıklarda çiçek tomurcuklarının oluşumu durur. 35<sup>0</sup> C'nin üstündeki sıcaklıklarda ise bitki gelişmesi ve büyümesi çok yavaşlar. 45<sup>0</sup> C'de büyüme tamamen durur. 30<sup>0</sup> C'nin üzerindeki sıcaklıklar meyve verimini olumsuz yönde etkiler, büyük ölçüde ürün kaybı meydana gelir. Yüksek sıcaklıklar bitkiler üzerinde oluşan meyvelerde açılışmaya neden olur.

Biberlerin gün uzunluğuna karşı nötr oldukları, buna karşın ışık şiddetinden kısmen hoşlandıkları görülür. Işık şiddetinin düşmesi halinde bitkiler bol yapraklı bir görünüm kazanır. Bu durumda çiçek tomurcuklarının oluşumu durur, meyve verimi azalır.

Biber sıcaklık ve ışık yanında nemden de hoşlanan bir bitkidir. Hava neminin düşük olduğu yerlerde iyi gelişmez.

Toprak istekleri bakımından fazla seçici değildir. Ancak iyi bir gelişme ve mahsuldarlık için oldukça derin, geçirgen, su tutma kabiliyeti yerinde, besin ve organik maddelerce zengin tınlı ve tınlı-kumlu topraklar tercih edilir. Bitkinin kökleri narın yapıda olduğu için ağır killi, havası ve su tutan topraklarda iyi gelişmez. Toprak pH'sının 6.0-6.5 olması istenir.



Biber hava nemi yanında suyu çok seven bir bitkidir. Sudan hoşlanan bir bitki olmasına karşın kökleri fazla suya hassastır.

Araştırmada Dardanel Gıda A.Ş'den, Tekel İçki Fabrikası'ndan ve Çanakkale Sarıçay'dan 26.02.2004 tarihinde alınan atık su örnekleri kullanılmıştır.

### 3.2. METOD

Mitotik kromozomların incelenmesi amacı ile Tijo ve Levan'ın (1950) yöntemi kullanılmıştır.

#### 3.2.1. *Allium cepa* L. ve *Vicia faba* L. kök uçlarının elde edilmesi ;

Boyu 15 cm çapı 1.5 cm olan cam deney tüpleri içerisine saf su doldurulur ve uygun boydaki soğan yumrularının alt kısmı suya değecek şekilde deney tüplerinin üzerine yerleştirilir. Bu şekilde bir kaç gün oda sıcaklığında bekletilir ve yaklaşık 2 cm uzunluğuna gelen kök uçları kesilerek alınır. Bu şekilde genç ve hızlı gelişen kökler aynı zamanda temizdir.



Şekil 3.1. *Allium cepa* su denemesi

*Allium cepa* L. bitkisine ait 40 adet örnek saf su ile doldurulmuş deney tüplerine yerleştirilmiştir. Su, köklerin çıkış bölgesinde bir film oluşturacak şekildedir. İlk 2 gün tüplerdeki sular 24 saatte bir değiştirilmiştir. Köklendirme 20-22<sup>0</sup>C'de gerçekleştirilmiştir. Kökler 1,0-1,5 cm boyuna ulaştıktan sonra farklı istasyonlardan alınan atık suların ( Tekel %50, Dardanel %50, Sarıçay %25) belirtilen konsantrasyonlarının bulunduğu deney tüplerine daldırılmışlardır. Alınan su örneklerinde soğanlar 24 ve 48 saat süre ile bekletilmiştir. Yaklaşık 2 cm. uzunluğa gelen kök uçları kesilerek alınmıştır.

*Vicia faba L.* bitkisine ait tohumlar ise, ilk önce oda sıcaklığında 6-12 saat saf suda bekletilmiştir. Tohumların, farklı istasyonlardan alınan atık suların (Tekel %50, Dardanel %50, Sarıçay %25) belirtilen konsantrasyonlarıyla nemlendirilmiş pamuk arasında çimlenmeleri sağlanır. 7 günlük periyodun sonunda tohumlardan gelişen 2-3 cm. uzunluğunda kök uçları kesilerek alınır.

*A.cepa ve V.faba*'ya ait kök uçları ön işlem amacıyla 0.002 M 8-hidroksikinolin içinde 3-4 saat oda sıcaklığında ağzı açık bir şekilde bekletilir.

Ön işlem sonrasında kök uçları fiksasyon için 3:1 oranında alkol: glacial asetik asit içerisine konur ve preparat hazırlanmaya kadar buzdolabında (+4<sup>0</sup> C'de) bekletilir.

Fikse edilmiş kök uçları 60<sup>0</sup> C'deki 1 N HCl içerisinde 10 dakika masere edilir (hidroliz yapılır) ve işlem sonunda saf su içerisine alınır.

Bitkilerden alınan kök uçları lam üzerine konur ve daha koyu beyaz gözlenen uç kısmından yaklaşık olarak 2 mm. kadar kesilir. Üzerine asetoorsein damlatılır ve lamel kapatılır. Kök ucu ezilerek hücrelerin tek bir tabaka halinde dağılması sağlanır. Daha sonra mikroskopta incelenir.

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

### **3.2.1.1. Çözeltilerin Hazırlanması**

#### **8-hidroksikinolin:**

200 ml sıcak saf su içerisinde 0.058 g 8-hidroksikinolin eritilir. Daha sonra renkli bir şise içerisinde serin bir yerde saklanarak uzun süre kullanılabilir.

#### **Farmer Fiksativi:**

3 kısım % 96'lık etil alkol : 1 kısım glacial asetik asit

#### **1 N HCl:**

9 mL distile su : 1 mL HCl

### Asetoorsein

55 mL saf su ile 45 ml glasiyal asetik asit karıştırılarak % 45' lik asetik asit hazırlanır.

100 mL % 45' lik asetik asit bir cam balona konur ve bu cam balon bir su banyosuna yerleştirilir. 10 dk ısıtılır ve % 45' lik asetik asit sıcaklığının kaynayan suyun derecesine gelmesi sağlanır. Kabarıp taşmayı önlemek için asit büyük bir balonda ısıtılmalıdır.

1 g toz orsein alınır ve kaynayan asit içerisine yavaşça konur. Bir taraftan da bir cam çubuk yardımı ile karıştırılır. 10 dk ısıtmaya devam edilir ve karıştırılır.

Boya soğutulur ve başka bir kaba yavaşça aktarılır. Dibe çöken tortunun boyaya karışmamasına dikkat edilir.

İstenirse 2 damla ferric asetat damlatılabilir.

12 saat bekletilir ve boya süzülür. Boya koyu renkli bir şişe içerisinde buzdolabında saklanır.

Araştırma mikroskobu ile yapılan gözlemlerde mitoz geçiren hücreler ile anomali gösteren hücreler ve çeşitleri sayılmıştır. Bu amaçla kontrol ve deney gruplarından preparatlar hazırlanmıştır.

### **3.2.2. Saksı Denemelerinde Kullanılan Bitkilerin Yetiştirilmesi**

Çalışmamızda bitkisel materyal olarak kullanılan sertifikalı *Phaseolus vulgaris* (fasulye), *Capsicum annuum*. (biber), *Lycopersicon esculentum sp.* (domates), *Vicia faba* (bakla) tohumları May Tohumculuk Ziraat ve Ticaret Ltd. Şirketi'nden temin edilmiştir.

Her bitki grubuna ait 12'şer adet tohum 4-5 saat saf suda bırakıldıktan sonra 1:2 perlit:toprak karışımı ile dolu olan plastik saksılara ekilmiş ve 16/8 uzun gün koşullarında,  $24 \pm 2^0$  C sıcaklıkta yetiştirilmeye alınmıştır. Her bitki için bir kontrol grubu saf su ile muamele edilmiştir. Atık su uygulamaları için seyreltme serileri hazırlanarak her bir saksı için 400'er ml. (300 ml. saf su + 100 ml. atık su) uygulama 5 gün aralıklarla gerçekleştirilmiştir. Bu koşullarda çimlendirilen ve geliştirilen fideler 8-10 yapraklı aşamaya geldikleri 4. hafta sonunda kontrol ve atık suların seyreltme serileri

ile yapraklara yüzeysel spreyleme uygulanması gerçekleştirilmiştir. Uygulama serileri el pülverizatörü ile her bitki grubuna eşit miktarda (100 ml) olacak şekilde uygulanmıştır.



şekil 3.2. Kontrol, Sarıçay, Tekel, Dardanel gruplarına ait 4 haftalık fasulye fideleri.



şekil 3.3. Kontrol, Sarıçay, Tekel, Dardanel gruplarına ait 4 haftalık fasulye fideleri.



Şekil 3.4. Kontrol, Sarıçay, Tekel, Dardanel gruplarına ait 2 haftalık domates fideleri.



Şekil 3.5. Kontrol, Sarıçay, Tekel, Dardanel gruplarına ait 2 haftalık biber fideleri.

### 3.3.3. Protein ve Enzim Analiz Yöntemi

#### Çalışma için gerekli olan 0.05 M sodyum asetat tamponunun hazırlanması

1. 250 ml saf su içerisinde 1.774 g NaOAc eklenir ve manyetik karıştırıcıda çözülünceye kadar karıştırılır.
2. Daha sonra pH 6.2-6.5 arasında ayarlanır.
3. Buzdolabında kullanılıncaya kadar 1 haftayı geçmemek şartı ile saklanabilir.

### **Çalışma için gerekli olan protein reagent Brilliant Blue G-250'nin hazırlanması**

1. 50 mg G-250 tartılır ve üzerine 25 ml %95'lik etanol manyetik karıştırıcıda çok yavaş bir şekilde eklenir daha sonra ise üzerine 50 ml orto-fosforik asit eklenir.
2. Final hacim saf su ile 500 ml'ye tamamlanır.

Çalışılacak kadar miktar filtre kağıdından süzülür ve kullanılır.

Kalan boya koyu renkli bir şişe içerisinde buzdolabında muhafaza edilir.

### **Yaprak ekstraktlarının homojenizasyonu**

1. Değişken miktarda (1-2 g) yaprak ekstraktı 10-20 ml soğuk 0.05 M (pH 6.5) sodyum asetat tamponu içerisinde porselen havan içerisinde bir dakika süre ile ezilir. (Porselen havan buz ile dolu olan bir kabın içerisinde konulmuştur.)
2. Daha sonra tülbent bezinden süzülerek büyük partiküllerin uzaklaştırılması sağlanır ve buzla su içerisinde bulunan beherlere aktarılır.
3. Buradan mikropipetler yardımı ile alınarak daha önce etiketlenmiş olan ependorf tüplerine eşit miktarlarda bölüştürülür.
4. Ependorflar santrifüje yerleştirilir ve +4<sup>0</sup>'de 1300 rpm (20000 g)'de 15 dakika süre ile tutulur. Santrifüjden alınan bitki ekstraktlarının supernatant (üst faj)'ları alınarak temiz ependorflara aktarılır.
5. Hemen kullanılmayacaksa en az -20<sup>0</sup>'deki deepfreeze'de saklanabilir.(1 ay).



Şekil 3.6. Ependorf tüplerindeki homojenantlar

Çalışmamızda, peroksidaz [EC 1.11.1.7] enzim aktivitesi ve total protein miktarları belirlenmiştir. Örneklerin total protein miktarının belirlenmesinde Bradford (1976) total protein tayin yöntemi kullanılmıştır. Peroksidaz enzim aktivitesinin spektrofotometrik ölçümlerinde ise Kanner ve Kinsella (1983)'nin metodu kullanılmıştır.

### **Protein standardının hazırlanması**

Gerekli kimyasal maddeler: BSA, Sodyum fosfat tamponu, Brilliant Blue G-250 2 mg/ml ya da 1 mg/ml'lik stok ampul BSA'dan aşağıdaki miktarlar alınarak deney tüplerine aktarılır ve final hacim 1000 µl'ye tamamlanır.

#### **1 ml (1000 µl)'de 2 mg protein var ise;**

- |     |                                           |   |             |
|-----|-------------------------------------------|---|-------------|
| 1-) | 0 µl BSA + 1000 µl sodyum asetat tamponu  | → | BLANK       |
| 2-) | 10 µl BSA + 990 µl sodyum asetat tamponu  | → | 0.02 mg BSA |
| 3-) | 20 µl BSA + 980 µl sodyum asetat tamponu  | → | 0.04 mg BSA |
| 4-) | 40 µl BSA + 960 µl sodyum asetat tamponu  | → | 0.08 mg BSA |
| 5-) | 60 µl BSA + 940 µl sodyum asetat tamponu  | → | 0.12 mg BSA |
| 6-) | 80 µl BSA + 920 µl sodyum asetat tamponu  | → | 0.16 mg BSA |
| 7-) | 100 µl BSA + 900 µl sodyum asetat tamponu | → | 0.20 mg BSA |

Bu 1000 µl'lik stoklardan sadece 100 µl alınarak yeni tüplere aktarılır ve üzerlerine önceden hazırlanmış ve deneme için filtre kağıdından süzölmüş olan Brilliant blue G-250 her deney tüpüne 5'er ml eklenir ve 10 dakika sonra spektrofotometrede 595 nm'de ölçümlere başlanır.

Öncelikle blank (kör) konularak spektrofotometrede auto zero işlemi gerçekleştirilir ve bundan sonrada standartların ölçümüne geçilir. Kademeli bir artışın ve doğrusal artış grafiğinin olduğu görölmelidir.

### **Spektrofotometrede bitki örneklerinin protein içeriklerinin ölçümü**

Bitki örnekleri ependorflardan 100'er µl olarak deney tüplerine alınır ve Brilliant Blue G-250 boyasından her deney tüpüne 5'er ml eklenir ve 10 dakika sonra spektrofotometrede 595 nm'de ölçümlere başlanır.

Bulunan absorbans değerleri standart grafikte yerlerine konularak bitki ekstraktı içerisindeki protein miktarları hesaplanır.

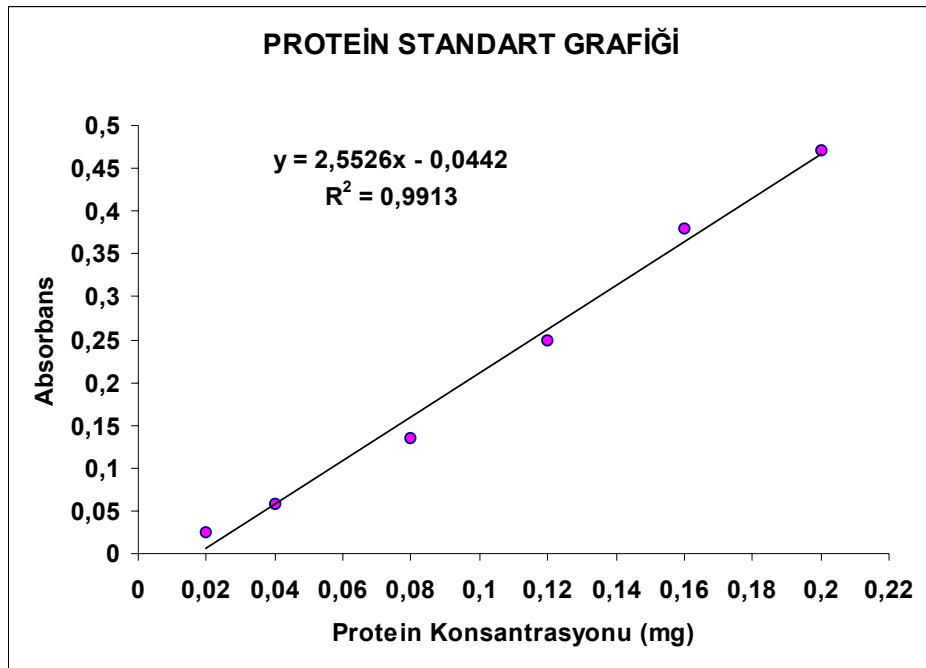
Alınan miktar 100'er µl olduğundan ml'deki protein miktarını bulmak için bulunan protein değeri 10 ile çarpılır.(1000 µl= 1ml).

### Protein Standart Verileri

Çizelge 3.1. Protein Standart Verileri

Protein Konsantrasyonu (mg prot)	Absorbans
0,02	0,03
0,04	0,06
0,08	0,13
0,12	0,25
0,16	0,38
0,20	0,47

Çizelge 3.2. Protein Standart Grafiği ve Denklemi





### **Örneklerin Peroksidaz İçeriklerinin Hesaplanması ;**

**Kimyasallar ;** Pyrogallol, hidrojen peroksit, homojenizasyon tamponu (0.05 M Sodyum Asetat), saf su

#### **0.1M Pyrogallol'ün Hazırlanışı**

1.26 g Pyrogallol 100 ml saf su içerisinde çözündürülür.

#### **90 mM H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin Hazırlanışı: 1 lt 11.63 M**

9 ml H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, 91 ml su içerisinde karıştırılır.

### **Kinetik Peroksidaz Reaksiyonu İçin Yapılması Gerekenler**

#### **BLANK**

200 µl Pyrogallol

100 µl H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

700 µl Tampon

#### **ÖRNEK**

100 µl 90 mM'lık H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

200 µl 0.1 M Pyrogallol

690 µl 0.05 M Sodyum Asetat Tamponu (pH 6.2)

10 µl homojenant

İlk önce blank hazırlanır. Spektrofotometre'de auto zero işlemi yapılır ve ölçüm gerçekleştirilir. Ölçümü yapılacak küvete sodyum asetat tamponu, pyrogallol ve bitki örneği koyulur, spektrofotometrede ölçüm yapılmadan önce hidrojen peroksit reaksiyon karışımına ilave edilir ve ölçüm gerçekleştirilir.

Peroksidaz kinetik reaksiyonunun analizi için spektrofotometrede 300 nm'de 120 sn süre ile ölçüm yapılır. Ölçüm sırasında her 5 sn'de bir absorbans değerleri kayıt edilir. Elde edilen ve birbirini takip eden absorbans değerleri arasındaki en büyük fark belirlenir. Belirlenen bu en büyük fark gerekli çevirimler yapılarak (örn dk için x12) en sonunda mg protein düzeyine çevrilir ve mg/ml/dak enzim birimi olarak verilir.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Mitotik Bulgular

Çalışmamız kapsamında atık su uyguladığımız ve kontrol grubuna ait olan *Allium cepa* L. ve *Vicia faba* bitkilerinin kök uçlarına ait mitotik fotoğraflar bilgisayar ortamında SOIF marka araştırma mikroskobu ile çekilerek aşağıda sunulmuştur.

Yapılan gözlemler sonucunda araştırma bitkilerimizde normal mitoz bölünmelerin yanı sıra farklı uygulamalara bağlı olarak çeşitli mitotik anomaliler de gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlara bakıldığında örnekleme yapılan alanlarda yetiştirilen bitkilerin atık suların etkisi ile genetiksel yönden olumsuz yönde etkilenecekleri söylenebilir.

*Allium cepa* L.'ye ait mitotik fotoğraflar



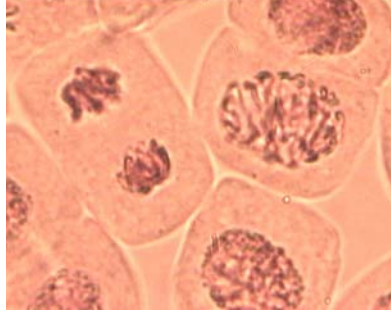
Şekil 4.1. *Allium cepa* L.'de mitotik anafaz safhası (kontrol grubu)



Şekil 4.2. *Allium cepa* L.'de mitotik metafaz safhası (kontrol grubu)



Şekil 4.3. *Allium cepa* L.'de mitotik metafaz- telofaz safhası (kontrol grubu)



**Şekil 4.4.** *Allium cepa* L.'de mitotik telofaz safhası (kontrol grubu)

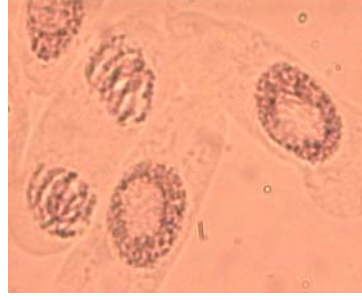
*Vicia faba* L.'ye ait mitotik fotoğraflar



**Şekil 4.5.** *Vicia faba* L.'de mitotik anafaz safhası (kontrol grubu)



**Şekil 4.6.** *Vicia faba* L.'de mitotik metafaz safhası (kontrol grubu)



**Şekil 4.7.** *Vicia faba* L.'de mitotik profaz safhası (kontrol grubu)

**Tekel atık suyu ile muamele edilmiş gruba ait mitotik fotoğraflar ;**

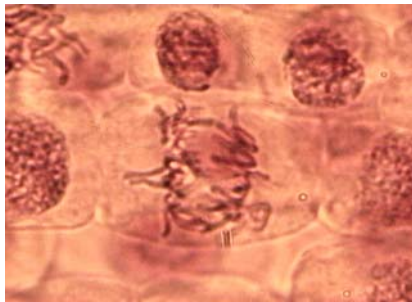
*Allium cepa* L'ye ait fotoğraflar



**Şekil 4.8.** *Allium cepa* L 'de mitotik anafaz safhası ve kalgın kromozom (tekel grubu)



**Şekil 4.9.** *Allium cepa* L.'de mitotik anafaz safhası ve köprü oluşumu (tekel grubu)



**Şekil 4.10.** *Allium cepa* L'de mitotik ayrılmama (tekel grubu)



Şekil 4.11. *Allium cepa* L.'de mitotik anafaz safhası ve kalgın kromozom (tekel grubu)



Şekil 4.12. *Allium cepa* L.'de mitotik düzensiz metafaz safhası (tekel grubu)

*Vicia faba* L.'ye ait fotoğraflar



Şekil 4.13. *Vicia faba* L.'de mitotik anafaz safhası ve köprü oluşumu (tekel grubu)



Şekil 4.14. *Vicia faba* L.'de mitotik düzensiz metafaz ve deorientasyon (tekel grubu)



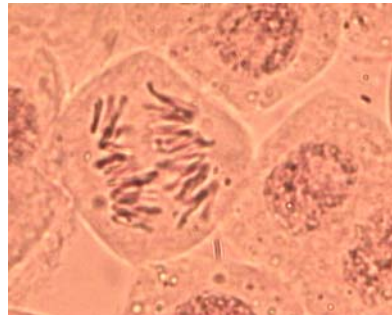
**Şekil 4.15.** *Vicia faba* L.'de mitotik anafaz safhası kutup kayması ve kalgın kromozom (tekel grubu)



**Şekil 4.16.** *Vicia faba* L.'de mitotik anafaz safhası kutup kayması ve kromozom kırılmaları

#### **Dardanel atık suyu ile muamele edilmiş gruba ait mitotik fotoğraflar**

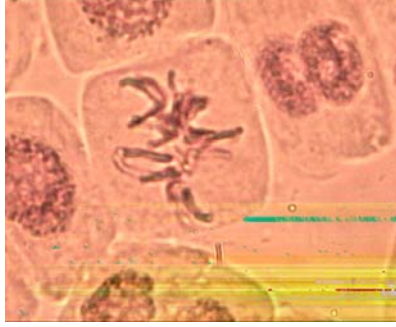
*Allium cepa* L 'ye ait fotoğraflar



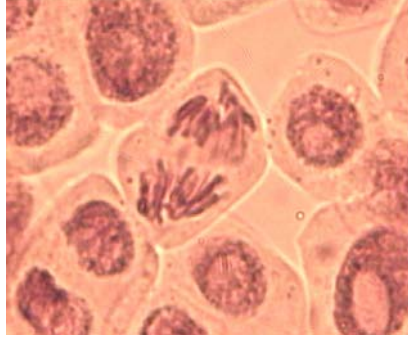
**Şekil 4.17.** *Allium cepa* L.'de mitotik anafaz safhası kutup kayması (dardanel grubu)



**Şekil 4.18.** *Allium cepa* L.'de mitotik düzensiz metafaz (dardanel grubu)



**Şekil 4.19.** *Allium cepa* L.'de mitotik düzensiz metafaz safhası (dardanel grubu)



**Şekil 4.20.** *Allium cepa* L.'de mitotik anafaz safhası kutup kayması (dardanel grubu)



*Vicia faba* L 'ye ait fotoğraflar



**Şekil 4.21.** *Vicia faba* L'de mitotik anafaz safhası kutup kayması (dardanel grubu)



**Şekil 4.22.** *Vicia faba* L.'de mitotik düzensiz metafaz safhası (dardanel grubu)



**Şekil 4.23.** *Vicia faba* L.'de mitotik kutup kayması (dardanel grubu)





**Şekil 4.24.** *Vicia faba* L.'de mitotik anafaz safhası kalgın kromozom (dardanel grubu)

**Sarıçay atık suyu ile muamele edilmiş gruba ait mitotik fotoğraflar**

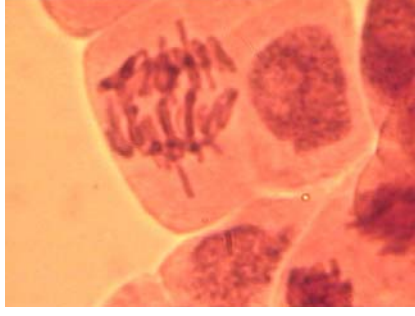
*Allium cepa* L 'ye ait fotoğraflar



**Şekil 4.25.** *Allium cepa* L.'de mitotik düzensiz metafaz safhası (sarıçay grubu)



**Şekil 4.26.** *Allium cepa* L.'de düzensiz metafaz safhası (sarıçay grubu)



**Şekil 4.27.** *Allium cepa* L.'de mitotik anafaz safhası ve kalgın kromozom (sarıçay grubu)



**Şekil 4.28.** *Allium cepa* L.'de mitotik anafaz safhasında kutup kayması (sarıçay grubu)

*Vicia faba* L. 'ye ait fotoğraflar



**Şekil 4.29.** *Vicia faba* L.'de mitotik kalgın kromozom (sarıçay grubu)



**Şekil 4.30.** *Vicia faba* L.'de mitotik anafaz safhası kutup kayması (sarıçay grubu)



**Şekil 4.31.** *Vicia faba* L.'de mitotik metafaz safhası (sarıçay grubu)



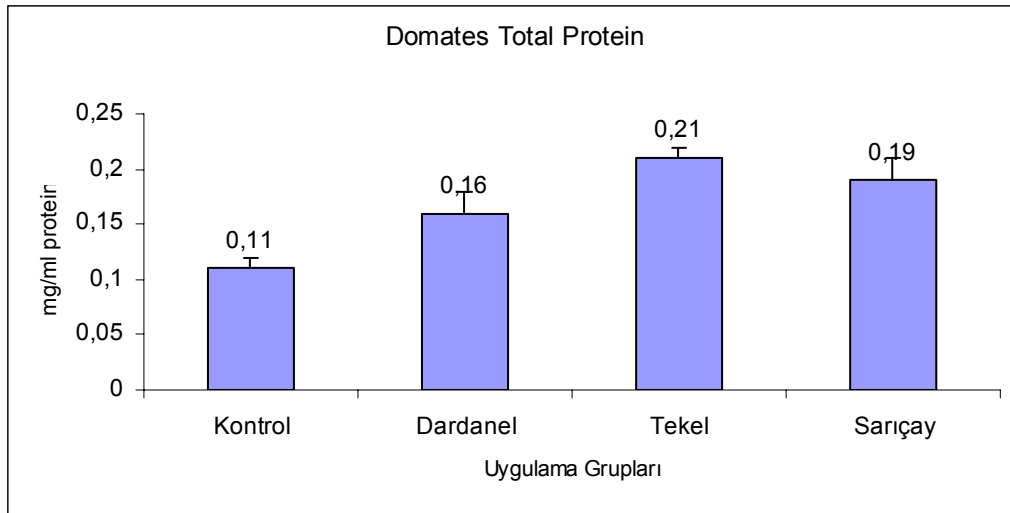
**Şekil 4.32.** *Vicia faba* L.'de anafaz safhası kutup kayması ve kalgın kromozom (sarıçay grubu)

## 4.2. Total Protein Tayini İle İlgili Bulgular

Kontrol, Dardanel, Tekel ve Sarıçay gruplarına ait bitki türlerinin total protein miktarı, standart sapma değerleri ve yüzde etkileri aşağıda verilen çizelgeler üzerinde, bitki türlerine ait total protein miktarları grafikler üzerinde ayrı ayrı gösterilmiştir.

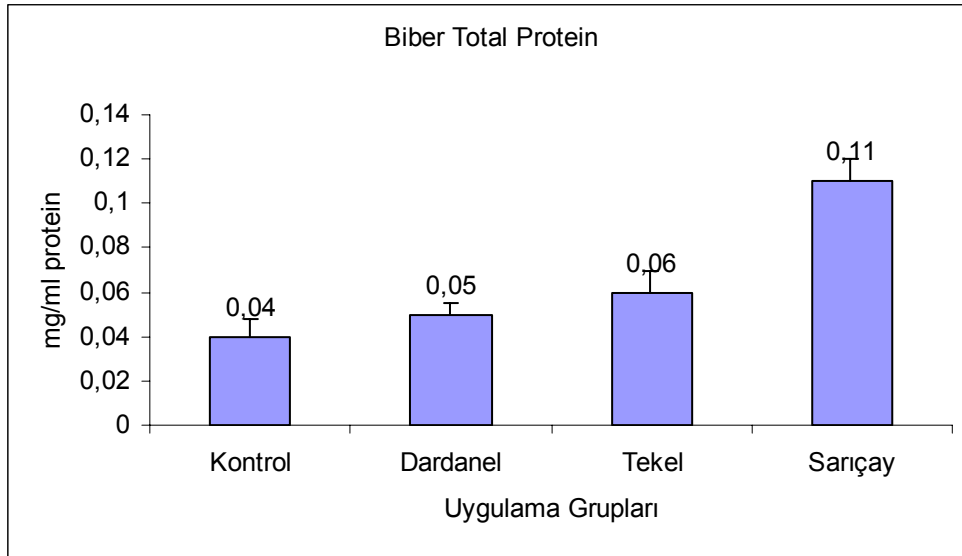
**Çizelge 4.1.** Domates Bitkisinde Uygulama Gruplarına Ait Total Protein Sonuçları

<b>DOMATES</b>	<b>mg/ml protein</b>	<b>% Etki</b>
Kontrol	0,11±0,01	-
Dardanel	0,16±0,02	% 45,4
Tekel	0,21±0,01	% 90,9
Sarıçay	0,19±0,02	% 72,7



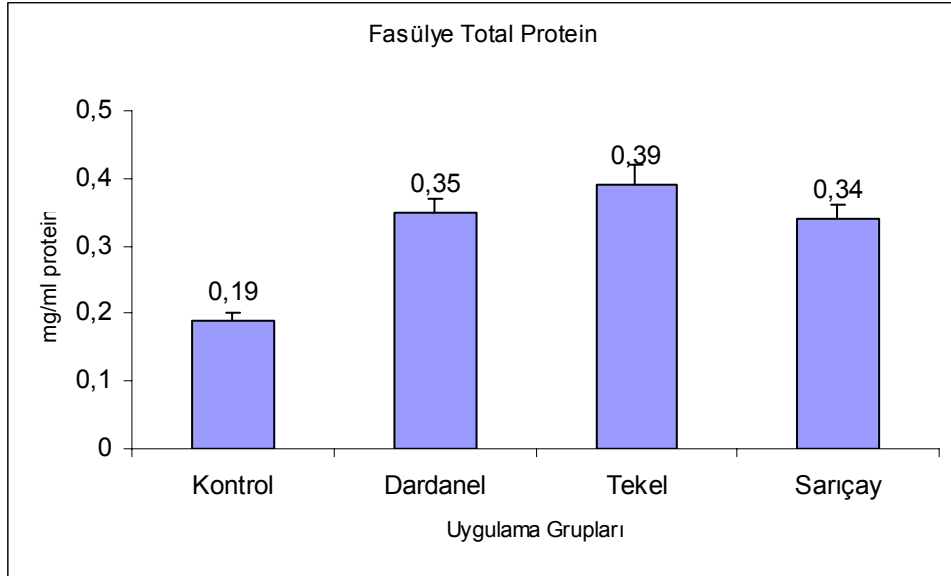
**Çizelge 4.2.** Biber Bitkisinde Uygulama Gruplarına Ait Total Protein Sonuçları

<b>BİBER</b>	mg/ml protein	<b>% Etki</b>
Kontrol	0,04±0,008	-
Dardanel	0,05±0,005	% 25
Tekel	0,06±0,01	% 50
Sarıçay	0,11±0,01	% 175



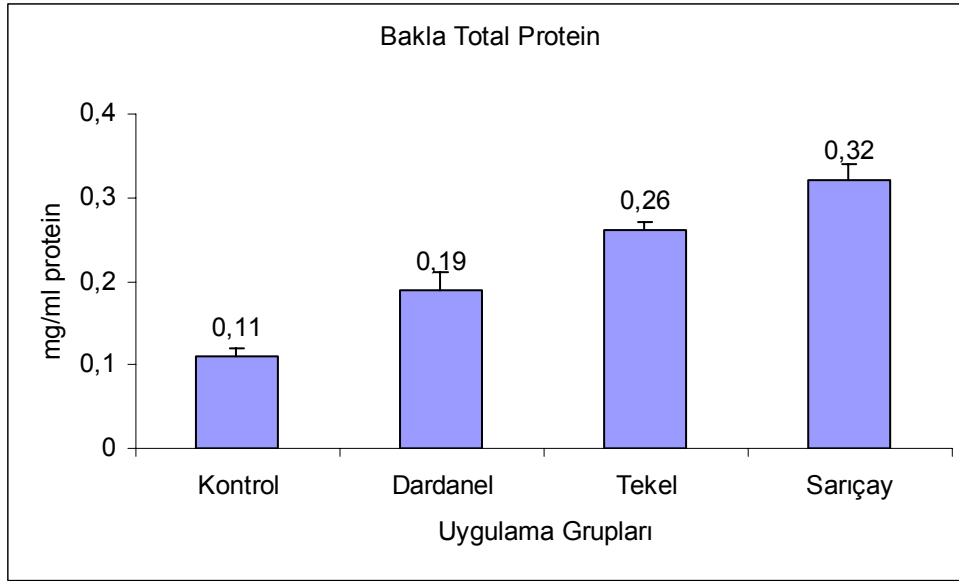
**Çizelge 4.3.** Fasulye Bitkisinde Uygulama Gruplarına Ait Total Protein Sonuçları

FASULYE	mg/ml protein	% Etki
Kontrol	0,19±0,01	-
Dardanel	0,35±0,02	% 84,2
Tekel	0,39±0,03	% 105,3
Sarıçay	0,34±0,02	% 78,9



**Çizelge 4.4.** Bakla Bitkisinde Uygulama Gruplarına Ait Total Protein Sonuçları

<b>BAKLA</b>	<b>mg/ml protein</b>	<b>% Etki</b>
Kontrol	0,11±0,01	-
Dardanel	0,19±0,02	% 72,7
Tekel	0,26±0,01	% 136,4
Sarıçay	0,32±0,02	% 190,9

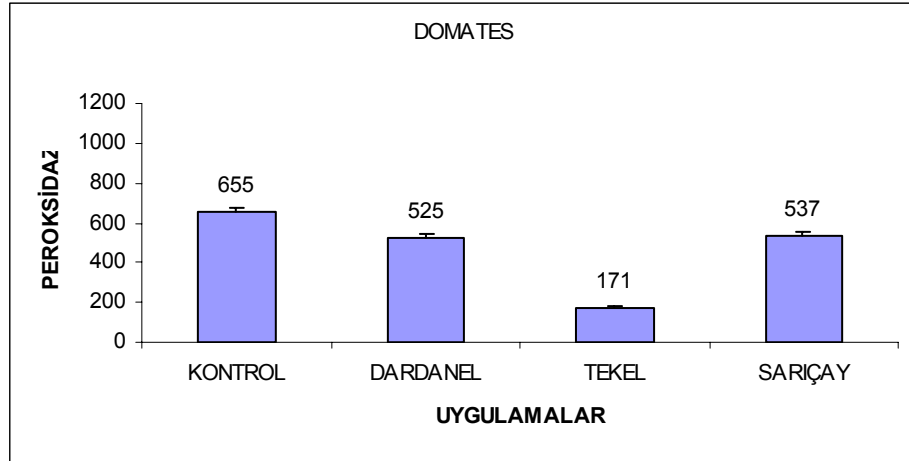




### 4.3. Peroksidaz Enzim Aktivitesi İle İlgili Bulgular

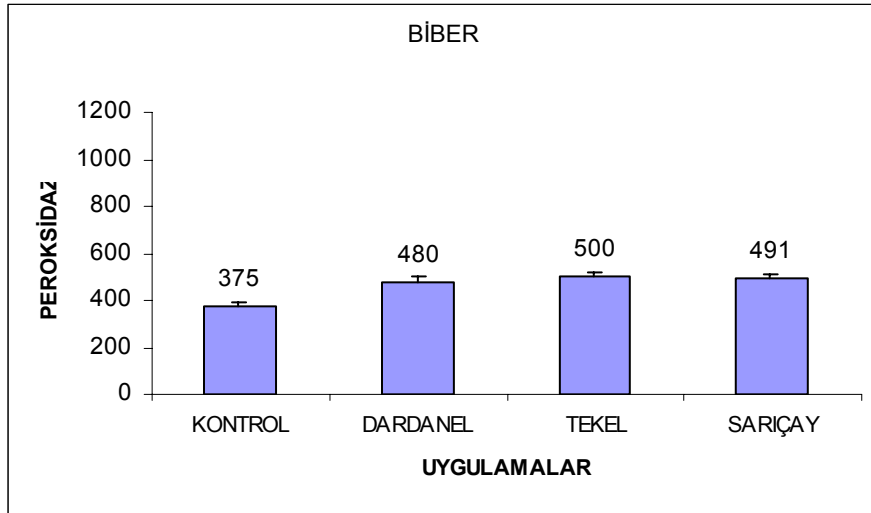
**Çizelge 4.5.** Domates Bitkisinin Uygulama Gruplarına Göre Peroksidaz Enzim Aktiviteleri

<b>DOMATES</b>	<b>mg/ml/dk perox</b>	<b>% Etki</b>
Kontrol	655±25	-
Dardanel	525±20	% 80,1
Tekel	171±15	% 26,1
Sarıçay	537±22	% 81,9



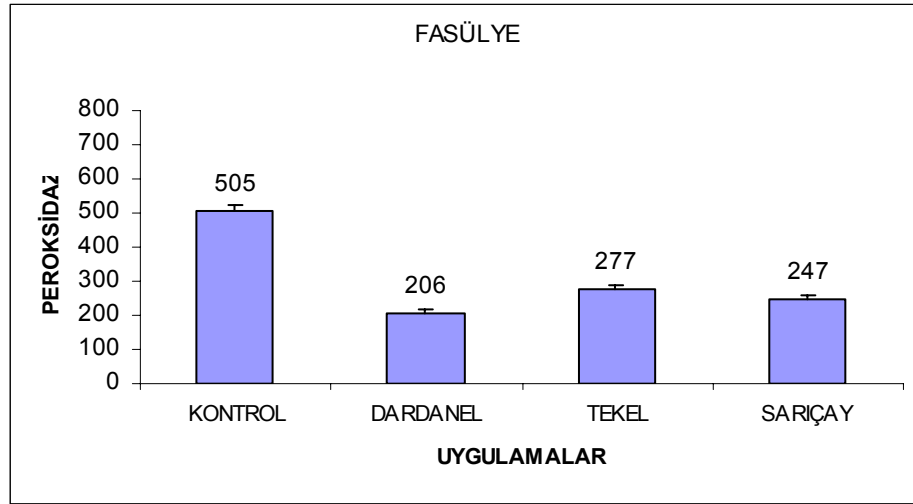
**Çizelge 4.6.** Biber Bitkisinin Uygulama Gruplarına Göre Peroksidaz Enzim Aktiviteleri

<b>BİBER</b>	<b>mg/ml/dk perox</b>	<b>% Etki</b>
Kontrol	375±17	-
Dardanel	480±18	% 28
Tekel	500±20	%33,3
Sarıçay	491±19	% 30,9



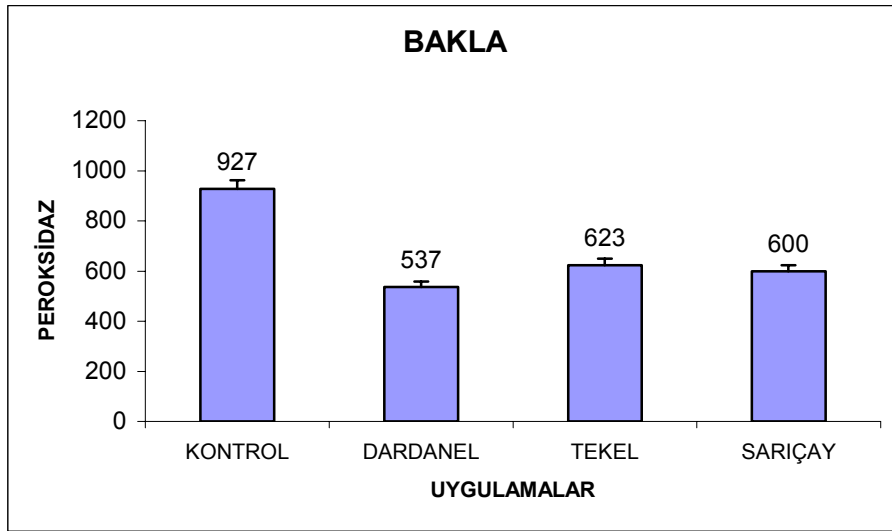
**Çizelge 4.7.** Fasulye Bitkisinin Uygulama Gruplarına Göre Peroksidaz Enzim Aktiviteleri

FASÜLYE	mg/ml/dk perox	% Etki
Kontrol	505±21	-
Dardanel	206±10	% 40,7
Tekel	277±12	%54,8
Sarıçay	247±11	% 48,9



**Çizelge 4.8.** Bakla Bitkisinin Uygulama Gruplarına Göre Peroksidaz Enzim Aktiviteleri

<b>BAKLA</b>	<b>mg/ml/dk perox</b>	<b>% Etki</b>
Kontrol	927±35	-
Dardanel	537±22	% 57,9
Tekel	623±26	%67,2
Sarıçay	600±24	% 64,7



## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

### 5.1. Mitotik İncelemelere Ait Sonuçların Değerlendirilmesi

Araştırmamızda su denemesinde materyal olarak *Allium cepa L.* (soğan) ve *Vicia faba* (bakla) kullanarak yaptığımız denemeler sonucunda farklı konsantrasyonlarda uygulanan Dardanel, Tekel ve Sarıçay atık sularının kök ucu meristem hücrelerinde, konsantrasyona bağlı olarak çeşitli kromozom anomalileri yarattıkları gözlemlenmiştir. Bu anomaliler arasında en çok dikkati çeken ve gözlenme frekansı en yüksek olanları ise anafazda kutup kayması, kalgın kromozom, fragment oluşumu, düzensiz kromozom dağılımı olarak gözlemlenmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar, kirleticilerin bitkiler üzerinde yarattıkları etkilerin araştırıldığı birçok çalışmanın sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Araştırmamızda uygulama gruplarından Sarıçay ve Tekel’de normal hücrelere göre, anormal hücreler ve anomali frekans sayılarında en yüksek artışın olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir uygulama grubu olan Dardanel’de de az da olsa anomaliye rastlanmıştır.

Bu konuda diğer araştırmacıların yapmış oldukları çalışmalar gözden geçirildiğinde; 1975 yılında B.A.Kihlman tarafından yapılan bir araştırmada, test materyali olarak kullanılan *Vicia* kök uçlarının avantajları ve dezavantajları tespit edilmiştir. Araştırmada, materyalin (*Vicia* kök uçlarının) bütün bir yıl içerisinde kolaylıkla elde edilebilir olması, gelişimi ve saklanması kolay ve ucuz olması, metotta pahalı materyal, gereçler ve steril şartların gerekli olmaması gibi avantajlara sahip olduğu görülmüştür. Kök meristemi, mitoz bölünme geçiren hücrelerin yüksek bir oranını içermektedir. Kromozom sayısının düşük ( $2n=12$ ) ve kromozomların çok kalın olması doğru ve tam sayım yapma olanağı sağlamıştır. *Vicia* kromozomlarının büyüklüğünün anlaşılması, Chinese hamster ya da insan hücreleri ile *Vicia* hücrelerinin kromozom sayısı ve DNA içeriğinin karşılaştırılması tarafından elde edilebilmiştir. Kromozom büyüklüğünün de ölçülmesinde kullanılan *Vicia* kök uçları, kardeş kromatid değişimlerinin frekansı üzerine kimyasal maddelerin etkilerinin çalışılması için uygun bir materyal olduğu bulunmuştur. Araştırmamızdaki materyallerden bir tanesinin *Vicia faba* olmasının sebepleri araştırmamızın sonuçları ile örtüşmektedir.

Bu avantajların yanında kullanılan materyalin hücre duvarı, bitki kök uçları üzerinde biyokimyasal ve sitolojik çalışmaların her ikisinde de engel oluşturduğu için dezavantaj olarak görülmektedir. Bu yüzden, preparatlar ezilerek, köklerde hücrelerin iyi bir şekilde ayrılması sağlanmış, hücre duvarının orta lamelinde bulunan pektik maddeler, asitler ve enzimlerle hidroliz yoluyla eritilmiştir. Bu prosedür, kromozomların morfolojisini ve kimyasal bileşenlerinin bileşimini değiştirebilir, o sebeple sitolojik analizlerin belirli tiplerini yapmak zordur ancak imkansız değildir (örneğin kardeş kromatid değişimlerinin frekansı üzerine kimyasalların etkilerinin analizi). Materyalin diğer bir dezavantajı ise, farklı süreli mitotik döngüye ve belli kimyasal maddelerde farklı duyarlılıklara sahip hücrelerin farklı tiplerini içeren kök uçlarının olmasıdır (Kihlman, 1975).

Ateeq ve arkadaşlarının 2002 yılında yaptıkları bir çalışmada, Pentaklorofenol (PCP), 2,4-diklorofenoksiasetik asit (2,4-D) ve 2-kloro-2,6-dietil-N-(bütoksimetil) asetanilide(bütaklor), %50 EC<sub>50</sub> ile c-mitoz, yapışkanlık, kromozom kırılmaları ve mitotik indeksin genotoksik miktarını tayin etmişlerdir. 2,4-D'nin yüksek konsantrasyonlarının morfolojik değişimlere sebep olduğunu bulmuşlardır. PCP ve bütaklor denenmiş gruplarda anomali bulamamışlar, buna rağmen PCP'nin yüksek konsantrasyonlarında kök bozulmaları bulmuşlardır. Bütün kimyasalların önemli seviyede istatistiksel kromozom hatalarına neden olabileceği sonucunu kanıtlamışlardır. 2,4-D'nin yüksek konsantrasyonunda oluşan kromozom hata frekansı PCP'nin sebep olduğu hata frekansına eşit ya da daha fazla olarak bulunmuştur. 2,4-D'nin 4 ppm'inde %7,08 hatalı hücreler %11,42 kromozom hataları ile kaydedilmiş, 2,4-D'den dolayı oluşan stickniss indüklenmesinin, bütaklorun meydana getirdiği hatalardan önemli derecede yüksek olduğu bulunmuştur. Hatalı hücre frekansındaki gibi kromozom hata frekansında doza bağlı artış vardır. Çok sayıda gözlenen iki nükleotidli hücreler normal sitokinez ile olası interfazda gösterilmektedir. Kurşun gibi ağır metallerin hücre bölünme döngüsünü mitozdan önce bir basamakta blokladığı bilinmektedir. c-mitotik anafazın yüksek sayıları göstermektedir ki bütaklor, metafaz safhasında kromozomların ilgili kutuplara doğru yerleşmesine rağmen, anafazdaki bütün kromozomlara bağlı olarak potansiyel iğ inhibitörü olarak davranmaktadır. Yapılan bu çalışma ile *Allium* testinin farklı kimyasal maddelerin genotoksitesini ve sitotoksitesinin gösterilmesi açısından güvenilir bir test olduğu ispatlanmıştır (Ateeq ve ark., 2002).

Ağar ve Uysal tarafından 1997 yılında yapılan çalışmada, civa klorürün, soğan (*Allium cepa* L.) kök ucu hücrelerine olan etkileri araştırılmıştır. Farklı dozlarda *Allium cepa* kök ucu hücrelerine muamele edilen civa klorür, hücrelerde kromozomal hataların meydana gelmesine sebep olmuştur. Kromozomal anormallikler, bölünme safhalarına bağlı olarak birbirinden farklılık göstermiştir. Bu anormallikler profaz evresinde düzensiz kromatin dağılımı ve granülleşme, metafaz evresinde ise kromatin kümeleşmesi, geri kalmış kromozomlar ve kromatid kırılmaları şeklinde gerçekleşmiştir. Anafaz evresinde ise çoğunlukla kardeş kromatidler arasında düzensiz dağılımlara ve köprü oluşumlarına rastlanmıştır. Metafaz evresinde gözlenen geri kalmış kromozomlar anafaz safhasında da gözlenmiştir. Eşit olmayan kromatin dağılımı ise telofaz evresinin en önemli kromozomal hatalarından biri olarak tespit edilmiştir. Mitotik indeksi (hücre bölünme frekansı) azalttığı gözlenmiştir ( Ağar ve Uysal, 1997).

Coşkun ve arkadaşlarının 1994 yaptığı bir araştırmada; 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, kromozom kopmaları ve kromozom yapışmaları tespit edilmiştir (Coşkun ve ark., 1994).

Yaptığımız araştırmanın sonuçlarına bakıldığında çeşitli kaynaklardan alınan sanayii atık sularının da *Allium* ve bunun yanı sıra *Vicia* bitkilerinde benzer anomalilere neden olduğunu saptadık. Bahsedilen anomalilerden metafaz'da kromatin kümeleşmesi, kromatid kırılmaları, anafaz'da kardeş kromatidler arasında düzensiz dağılımlar ve köprü oluşumları ile kalgın kromozomlar mikroskobik olarak gösterilmiştir.

Andersson ve Kihlman'ın, 1992 yılında yaptıkları çalışmada, *Vicia faba*'nın kök ucu hücrelerini interfaz ortasında ve interfaz öncesinde camptotesine (cpt) ile bir süre maruz bırakmışlardır ve sonuç olarak kromozomların heterokromatik bölgelerinde geç replikasyonda, lokalize eğiliminde olan kromatidler ve özel kromatid tipleri gözlenen hatalar olarak kaydedilmiştir. Cpt'nin klastogenetik etkisi tipik S-fazına bağlı ajanlara karşılık, denemenin DNA sentez zamanında yalnız S-fazı hücrelerinde hatalara sebep olan güçlü lezyonlar ürettiği gözlemlenmiştir (Andersson ve Kihlman,1992).

Yi ve Meng tarafından, 2003 yılında yapılan çalışmada, basit bitki biyodenemeleri ve oldukça hassas *Allium sativum*, *Vicia faba* sitogenetik testlerini kullanmışlardır. Muamelede çeşitli konsantrasyonlarda sodyum bisülfid ve sodyum sülfid karışımları kullanılmış, genotoksisite *Allium* MCN-testi ve *Vicia*-MCN testinin her ikisinde mikronüklei frekansına göre ve *Vicia*-AA testinde aberasyon frekansına göre ifade edilmiştir. Ortalama sonuçlar negatif kontrollerle karşılaştırıldığında *Vicia* kök uçlarında MCN frekansı 3,5-4,5 kat artış ve AA frekansı 1,7-3,9 kat artış göstermiştir. Muamele edilmiş grupların *Allium* kök uçlarında piknotik hücreler (PNC) meydana gelmiştir. MCN, AA ve PNC'nin frekansları doza bağımlı olarak artmıştır ve bisülfid muameleli örneklerin benzer zamanlarında hücre döngüsü gecikmiştir. Yapılan çalışmalardan çıkarılan sonuç ise, bisülfidin genotoksik çalışmalarında *Vicia* ve *Allium* sitogenetik denemeleri etkin, basit ve çoğaltılabilir olmasıdır (Yi ve Meng, 2003).

Elde edilen sonuçlar diğer çalışmaların sonuçlarıyla aynı olup, buna göre bisülfidin, memeli hücrelerinde klastojenik ve genotoksik bir ajan olduğu bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçları, bisülfidin hayvan ve bitki hücrelerinin her ikisinin de DNA moleküllerinde genotoksik bir faktör olduğunu vurgulamaktadır. Bitkisel sistemlerin, hayvan biyodenemelerine oranla genotoksisiteden daha fazla ve daha çabuk etkilenmesinin belirlenmesinden bu yana, genel olarak çevresel ve klastojen gösterimi için bu basit ve ekonomik olan bitki biyodenemesinin kullanıldığı gösterilmektedir (Yi ve Meng, 2003).

Ülkemizde kullanılan pestisitlerden Stomp, Gra-moxone, Afalon, Hyvar x, Korthion ve Thiodan-methyl'in ile yapılan bir çalışmada; bu pestisidlerin *Allium cepa* kök ucu meristem hücrelerindeki mitotik aktiviteye etkileri, oluşturdukları mitotik anormallikler ve kromozom değişimleri incelenmiştir. Mitotik aktivitenin engellenmesi, uygulanan doza ve uygulama süresine bağımlı bulunmuştur. Gramoxone, Hyvar x, Kothion ve Thiodan-methyl'in en güçlü antimitotik aktiviteye sahip oldukları saptanmıştır. Uygulamada kullanılan pestisidlerin, mitotik evrelerin dağılışı da değişimlere sebep olduğu gözlemlenmiştir. Doza ve uygulama süresine bağlı olarak bölünen hücreler içinde metafazların oranı artmış, buna paralel olarak anafaz ve telofazların oranı azalmıştır. Ayrıca Stomp pestisitinin, soğan kök ucunda tümör oluşturduğu gözlemlenmiştir (Bilaloğlu, 1982).



Yapılan bir başka araştırmada ise, 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 kısıalma ve belirgin pigment oluşumu gözlemlenmiştir. Bunların yanı sıra mitotik indekste ve çekirdek-sitoplazma oranında kontrole göre farklılıklar saptanmıştır. Ayrıca polarite bozukluğu, kalgın kromozom, mikronukleus ve nukleus Şekil bozuklukları gibi kromozomal anomaliler gözlemlenmiştir (zbek, 1998).

Venkatrajam ve Subhash tarafından 1984 yılında yapılan bir çalışmada, antibiyotiklerin yüksek bitkiler üzerine etkileri geniş olarak çalışılmamış ancak yararlı olacağı düşüncesiyle *C. annuum* zerine MC'nin etkilerinin çalışılması planlanmıştır. Bu çalışmanın amacı, istenilen karakterlerin morfolojik mutantlarını tespit etmek için ve bu bitkilerin kantitatif (nicel) karakterlerinde değişikliklerin genişletilmesi olasılıklarının çalışılması olmuştur (Venkatrajam ve Subhash, 1984). Suyu daldırılmış olan biber tohumları 30, 60, 90 ve 120 dk süreyle MC'nin taze hazırlanmış %0.01'lik sulu solusyonu ile muamele edilmiştir. Bitki yüksekliği, bitki dallarının sayısı, günlük çiçekleri ve meyvelerin sayısı vb. gibi nicel karakterlerin verilerini M<sub>2</sub> generasyonunda kaydetmişlerdir. Seçilim için olanak sağlayan bu karakterlere çeşitliliğin oranı pozitif-negatif ynlerin her ikisinde varolan varyasyonu mümkün kıldığını belirtmişlerdir. Bitki yüksekliği, dallanmış örnekler, iek organları, meyvesel karakterler ve diğer bitkilerin morfolojik karakterlerinden etkilenen birçok morfolojik mutant M<sub>2</sub> ve M<sub>3</sub>' den yararlanılarak bildirilmiştir. Kümelenmiş tomurcuklar, multilokular uzunluklar, meyve uzunluğu, portakal rengi ve dik duran meyve mutantları özel generasyonlar arasındaki bağlantılardandır. MC ile karşılaştırmada EMS'nin davranışlarından çıkarılan mutasyonların geniş spektrumu ve yüksek oranı genetik materyaldaki EMS'nin spesifik aktivitesi ile ilişkilendirilmelidir. Yapılan bu çalışmada, MC'nin kırmızı biberdeki letal ve vital mutasyonların her ikisinde yüksek bir frekans ve geniş bir spektrum üretmekte kullanılabilir ve EMS gibi tespit edilen diğer mutajenlerde olduğu gibi MC'nin etkili bir potansiyel mutajen olduğu önerilmektedir. Böylelikle MC marketlerden kolaylıkla temin edilebilen ve pahalı olmayan bir antibiyotiktir (Venkatrajam ve Subhash, 1984).

*Vicia faba* bitkisi üzerine yapılan bir çalışmada, bir büyüme düzenleyicisi olan Tonifruitin *Vicia faba* L.'de mitotik bölünme, kromozomlar ve DNA miktarı üzerine

etkileri araştırılmıştır. *Vicia faba*'nın kök meristem hücrelerine farklı dozlarda ve sürelerde uygulanan Tonifruit'in kontrole göre, mitotik indekste azalma, genomik DNA miktarında artmaya sebep olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca kromozomlar üzerinde; c-metafaz, anafaz köprüsü, kırılma, yapışkanlık ve fragment oluşumu gibi anomalilere neden olduğu gözlemlenmiştir (Akpınar, 2001).

1991 yılında Shahin ve El-Amoodi tarafından yapılan başka bir çalışmada ise, Nimrod ve rubigan-4 fungusitleri, biyolojik test sistemi olarak *Vicia faba* kök uçlarının kullanılarak genotoksisite için test edilmiştir. Farklı periyotlarda herbir fungusitin farklı konsantrasyonlarıyla muamele edilmiş lateral kökler incelendiğinde, fungusitin her ikisinin de, sayısal ürün aberasyonları meydana getirdiği fakat yapısal kromozomal aberasyonları oluşturmadığı görülmüştür. Nimrod'a maruz kalan kök uçlarında total aberasyonların yüzdesi, 4 saat 250 ppm'de %54.39'a, rubigan-4'e maruz kalan kök uçlarında 6 saat 250 ppm'de %64.69'a ulaşmıştır. Her iki fungusit tarafından üretilen sayısal kromozomal aberasyon tipleri; binukleat hücreleri, c-metafaz, yapışkan kromozomları, poliploidi hücreleri içermektedir. 24, 48 ve 96 saatlik deneyler sonucu elde edilen sonuçlarda, kontrol grupları ve muamele gruplarının total aberasyon yüzdeleri arasında önemli farklılıklar olmadığı tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, nimrod ve rubigan-4 fungusitlerinin sayısal kromozom aberasyonlarını üretme yeteneğinde olduklarını göstermiştir. Bu fungusitler yapısal kromozom aberasyonlarına sebep olmamıştır (Shahin ve El-Amoodi, 1991).

Türkoğlu tarafından 1999 yılında *Vicia faba* bitkisi kullanılarak yapılan bir çalışmada, Paraquat herbisitinin bu bitkide; mitoz bölünme, kromozomlar ve DNA miktarı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Farklı doz ve sürelerde bitkinin kök ve tohumlarına uygulanması sonucunda kontrole oranla mitotik indekste ve DNA miktarında azalma saptanmıştır. Köke uygulamada ayrıca kromozomlarda hasarlar meydana gelmiştir. Anafaz köprüsü, yapışkanlık, kalgın kromozom, kırılma ve fragment oluşumu gözlemlenen anomalilerdir (Türkoğlu, 1999).

Katı atıkların süzüntülerinin bitkiler üzerindeki sitogenetik etkilerinin incelendiği bir çalışmada, *Vicia faba* bitkisi ile yapılan toprak ve su denemelerinde farklı konsantrasyonlarda uygulanan katı atık süzüntülerinin önemli derecede mitotik indeksi inhibe ettiği ve kromozomal anomaliyi indüklediği ortaya konulmuştur. Anomali sıklığının sulu ortamda yetiştirilen *Vicia faba* kök meristem hücrelerinde daha

fazla olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca süzütünün kimyasal analizleri sonucunda en önemli bileşenlerin krom ve nikel olduğu bulunmuştur (Chandra ve ark., 2004).

Araştırmamızda sanayii atık sularının *Allium* ve *Vicia* bitkisinde meydana getirdiği kromozomal anomaliler araştırmacının elde ettiği sonuçlarla paralellik göstermektedir.

Aktaç ve arkadaşlarının 1994 yılında yaptıkları çalışmada, mercimek bitkisinin (*Lens esculanta*) Sultan I çeşidinin, endosülfanın farklı dozlarına maruz bırakılan tohumlarından çimlendirilen fidelerinde, kök ucu hücrelerinin mitoz bölünmelerindeki ve total protein miktarındaki değişiklikler incelenmiştir. Kullanılan endosülfan dozlarının hepsi, mitoz bölünmede çeşitli kromozomal anormalliklere neden olmuştur. Ayrıca endosülfan mitoz bölünme oranını kontrole göre doza bağlı olarak %75 azaltmıştır. Uygulanan endosülfan dozları kök uçlarının protein içeriğinde de değişiklikler meydana getirmiştir. Endosülfanın kök uçlarındaki mitoz bölünme ve protein miktarı üzerindeki etkileri arasında bir ilişkinin olabileceği fikrine varmışlardır.

Profazda endosülfan dozları nukleusta granülasyon, kromatin yoğunlaşmasında düzensizlikler ve mikronukleus oluşumuna neden olmaktadır. Metafazda en sık görülen anormallikler ise kromozomların düzensiz dağılımı ve ayrılmış kromozomlardır. Ayrıca araştırmacı metafazdaki mikronukleus oluşumu ve kromatin kümelenmesi de gözlenmiştir. Anafazdaki anormallikler kromatidlerin düzensiz dağılımları, kalgın kromozom, köprü oluşumu ve kromatid kırıklarıdır. Telofazda görülen anormallikler ise kromozom köprüsü, kalgın kromozom ve eşit olmayan kromozom dağılımıdır. İnterfaz evresinde mikronukleus uygulanan hemen her dozda görülmüştür (Aktaç ve ark., 1994). Araştırmamızda farklı uygulamaların yapıldığı gruplarda da bu tür kromozomal anomalilere rastlanmıştır.

Farklı konsantrasyonlarda endosülfan ile muamele edilerek çimlendirilmiş primer kök uçlarının total protein miktarları ölçülerek, kontrol gruplarının protein miktarları ile karşılaştırılmıştır. Total protein miktarı dozdaki artışa bağlı olarak azalmaktadır. Sonuç olarak, endosülfanın bitki hücrelerinde de, bölünme yeteneği yüksek olan dokularda hücre düzeyinde toksik etki göstererek hücrelerin mitoz bölünmelerini olumsuz yönde etkilediği, hücrelerde kromozomal hasara neden olduğu ve hücrelerin protein içeriği üzerinde etkili olduğu görülmektedir (Aktaç ve ark., 1994).

Kara ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, insektisit olarak kullanılan ve bir sentetik pretroit olan Cypermethrin'in sitogenetik etkileri, *Allium cepa* kök meristemi üzerinde çalışılmıştır. Kökleri 10, 25, 50 ppm insektisitle 6, 24 saat muamele etmişler ve daha sonra 12, 24, 48 saat süreyle iyileşmeye bırakmışlardır.

Bulunan sonuçlara göre; Cypermethrin'in mitozu önemli derecede baskıladığı ve konsantrasyon artışına bağlı olarak, hem kromozomal hem de mitotik anormalliklerde bir artış olduğu gözlemlenmiştir (Kara ve ark., 1994).

Aybeke ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, zeytinyağı fabrikası atık suyunun *T. aestivum* (buğday) kök uçlarındaki mitotik bölünme anormalliklerini ve total protein miktarlarını incelemişlerdir. Atık suyun farklı konsantrasyonlarında bekletilen tohumlarda çimlenme oranının düştüğü, buna karşın mitotik anormalliklerin ve mitotik sıklığın yükseldiğini tespit etmişlerdir. Özellikle mitotik sıklığın, bütün konsantrasyonlarda kontrol grubuna göre birkaç katı fazla olduğu da dikkat çekmiştir. Çalışmada çok nukleuslu olan veya parçalanmış nukleuslu olan hücrelerle birlikte sayısal ya da yapısal kromozom mutasyonlarına da rastlanmıştır. Ayrıca protein miktarlarının da konsantrasyon ve muamele süresinin artışına bağlı olarak düştüğü gözlemlenmiştir. Sonuç olarak zeytinyağı fabrikası atık suyunun doğrudan nükleer madde ve protein sentezi üzerinde toksik etkisi olduğu sonucuna varılmıştır (Aybeke, 2000).

Özörgücü ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada (1994), İzmir Kemalpaşa ilçesinden alınan yer altı sularının *Allium cepa*'nın kök ucu hücrelerindeki mitotik etkinlik ve mitotik sapmalar üzerinde yapılmıştır. Endüstriyel bölge olan Kemalpaşa ilçesinden 4 farklı istasyondan yer altı su örneklerinin %100'lük konsantrasyonları uygulanmıştır. Sonuçlarına göre yer altı suları hücrelerde, bir istasyon dışında kontrole göre mitotik etkinliğin azalmasına neden olmuştur. Bu sonuçların yanında kirlenmiş olan yer altı suları poliploid hücrelere, kromozom kopmalarına, kromozom köprüleri ve binükleat hücrelerin oluşumu gibi farklı mitotik sapmalara da yol açmıştır. Bu sapmaların sıklığı kaynağa göre değişiklik göstermiştir. Mitotik etkinlik ve ortaya çıkan mitotik anormallikler yörede yer altı sularının potansiyel mutajenik etkilerinin olabileceğini göstermektedir (Özörgücü ve ark., 1994).

Bizim yaptığımız çalışmada da, sanayii atık sularının *Allium cepa* ve *Vicia faba*'da kromozom kopmalarına ve kromozom köprü oluşumlarına sebep olduğunu tespit ettik.

2003 yılında yapılan bir araştırmada Şanlıurfa şehir merkezinden geçen evsel ve sanayi atıklarının döküldüğü Karakoyun deresi ile sulanan soğanda (*Allium cepa* L.) toksik element birikimi üzerine gübrelemenin etkisi araştırılmıştır. Atık su ile birlikte gübre uygulanan ortamda topraktan bitkiye önemli miktarda toksik elementin geçtiği tespit edilmiştir. Ancak Cd (5,06-6,15 mikrogram/gram kuru ağırlık) dışındaki toksik elementlerin miktarları normal değerler aralığında bulunmuştur.

Bu çalışmada bulunan analiz sonuçlarına göre, kontrollü koşullarda yetiştirilen bitkiler ile atık su gübresiz toprakta yetişen bitkilerin toksik element miktarları karşılaştırıldığında, kontrole göre atık su bitkideki ağır metal miktarını önemli derecede arttırdığı görülmektedir.

Diğer yandan gübre kullanımı da bitkideki toksik elementlerin miktarında kontrole göre önemli artışa neden olduğu bulunmuştur. Gübrenin atık suyla kullanılması ise bu etkiyi daha da artırmıştır. Toksik elementlerin miktarı, temiz su ile birlikte organik ve inorganik gübre kullanılan ortamda kontrole göre yaklaşık 1,5-2 katı artış gösterirken, atık su ile birlikte organik ve inorganik gübre kullanılan ortamda 4-5 katı artış göstermiştir. Sonuç olarak Karakoyun Deresine dökülen atık su ile sulanan ve gübre kullanılan ortamlarda yetiştirilen soğanda Cd düzeyi insan sağlığı için tehlikeli olabilecek boyutlarda artmıştır. Bu artışın atık sudan kaynaklandığı tespit edilmesiyle beraber, gübre kullanımı bu artış seviyesini yükselttiği görülmüştür. Bu durum Karakoyun deresi atık suyunun kirliliğini ve tarımsal uygulamalarla birlikte çevre için oluşturduğu tehlikeyi göstermektedir (Doğan, 2003).

Katkat ve arkadaşlarının 1996 yılında yaptıkları çalışmada Gemlik Gübre Sanayii A.Ş. fabrikası atık sularından tarımda yararlanma olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla U.Ü. Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde 3 yıllık tarla denemesi kurulmuştur. Doğrudan sulama suyu ile belirli oranlarda karıştırıldıktan sonra toprağa uygulanan atık suların, topraktaki iyon konsantrasyonu ve bitki gelişmesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Atık su ile sulanan toprakların pH sında düşme görülmesine karşın elektriksel iletkenliğinde önemli ölçüde artış kaydedilmiştir.

Yalnız atık su ile sulanan parsellerden elde edilen domates veriminin düşük olmasına karşın atık suyun belli oranlarda sulama suyu ile karıştırılarak sulanan parsellerden elde edilen domates verimi normal sulama suyu ile sulanan parsellere oranla daha fazla bulunmuştur. Ancak atık su mısır verimi üzerinde etkili olmamıştır (Katkat ve ark., 1996).

Rank and Nielsen tarafından 1997 yılında yapılan çalışmada; *Allium* anafaz-telofaz analizi, N-metil-N-nitrosor (MNU), maleik hidrazit (MH), sodyum azit (  $\text{NaN}_3$ ) ve metanosülfonat'ın (EMS) genotoksitesini göstermek için kullanılmıştır. Kullanılan bütün bu kimyasal ajanların, istatistiksel olarak önemli seviyelerde kromozom hatalarına sebep olduğu görülmüştür. Sonuçlar diğer bitki analizlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır (*Arabidopsis*, *Vicia*, *Tradescantia*) ve MNU ve MH için değerler , benzer aralıklarda bulunmuştur. Oysa  $\text{NaN}_3$  ve EMS için *allium* test sonuçları diğer bitki analizleri için bulunandan daha düşük değerde tespit edilmiştir. Mutajenite testinde pozitif kontrol olarak kullanılan iki kimyasal olan EMS ve MMS (metil metano sülfonat) *allium* testinde karşılaştırılmıştır ve MMS EMS den yaklaşık 10 kat daha güçlü kromozom hata sebebi olarak bulunmuştur. Bu makalede rapor edilen bütün bitki test metotlarında ciddi bir problem, test için doğru dozun bulunmasının çok zor görülebilir olmasıdır. Sonuçta, *Allium* analizi klastojenik etkilerin izlenmesi için iyi ve duyarlı bir test sistemidir (Rank and Nielsen,1997).

Knasmüller ve arkadaşları tarafından 1998 yılında yapılan çalışmanın amacı , ağır metallere kontamine olmuş toprakların genotoksik etkilerinin ortaya çıkarılmasını olanaklı kılan bioanalizlerin gelişimidir. Çalışmanın ilk kısmında bitki bioanalizlerinde metal etkilerinin temel verileri genişletilmiştir.

Yapılan bu çalışmanın sonuçlarında; 3 bitkinin analizlerinde yani *Allium cepa* ve *Vicia faba*'nın kök ucu hücreleri ile MN analizlerinde ve *Tradescantia* tetratlarıyla mikronüklei (MN) analizlerinde, çeşitli metal iyonlarının (  $\text{AS}^{+3}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$ ,  $\text{Cd}^{+2}$ ,  $\text{Cu}^{+2}$  ve  $\text{Zn}^{+2}$ ) etkilerinin karşılaştırılması araştırılmıştır. *Tradescantia* ile belirli MN analizlerinde sonuçlar, ağır metal mutajenitesine son derece duyarlı olduğunu göstermiştir (Knasmüller, 1998).

Angelis ve ark.'nın yaptıkları bir çalışmada DNA çift iplik kırılması onarım kapasitesine sahip olan diğer ökaryotlardaki (özellikle memelilerde, eğer bitki hücresi ise hayvan hücresine benzer olan bitki hücrelerinde) benzer etkilerin, bitkilerde de çift

kırılmalara neden olup olmadığı gösterilmiştir. Karşılaştırma için S-fazına bağımlı klastojen, N-metil-N nitrozor (MNU) kullanılmıştır, *V.faba*'da şimdye kadar sebep olunan DNA çift iplik kırılmalarına eğilim gösterdiği görülmüştür. Nötral DNA elusyonuyla saptanmış, bleomycin test edilmiş konsantrasyonlarda (5,10 ve 50gg/ml) in vitro'da *Vicia faba*'nın kültüre alınmış embriyolarında DNA çift iplik kırılmalarına (dsbs) sebep olmuştur. Bu kırılmaların birçoğu muameleden sonra 4 saatlik inkübasyon periyodu sırasında onarılmıştır. Dsbs aynı zamanda 2.5 ve 5 mM N-methyl-N-nitrosourea (MNU) ile muamelesinden sonra oluşmuştur fakat bleomycin'in sebep olduğu kırılmaların aksine bu dsbs'ler 4 saatlik inkübasyon periyoduyla muameleyi takiben onarılmadan kalmıştır (K.J.Angelis ve ark., 1989).

Bugüne kadar çeşitli araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda, su kirleticilerinin bitkiler üzerindeki sitolojik, morfolojik ve sitogenetik etkileri ortaya konmuştur. Kirleticinin konsantrasyonu ve uygulama süresi bitkilerde ortaya çıkan etkilerin derecesini arttırmaktadır. Bu kirleticilerin çoğu sanayi kuruluşlarından veya tarımsal alanlardan çevreye bırakılan kirleticilerdir.

Sanayileşmenin çevre kirliliği üzerindeki asıl olumsuzluğu doğrudan kirliliktir. Türkiye gibi sanayileşme sürecini devam ettiren ülkelerde ucuz üretim amacıyla ucuz yakıt kullanılmakta, üretim sonucu ortaya çıkan artıklar hava, su ve toprak kirlenmelerine neden olmaktadır. Sanayi ürünlerinde olduğu gibi tarımsal üretimde de artan talebe bağlı olarak daha çok tarımsal üretim görülmektedir. Tümüyle doğal koşullarda yapılan tarımın çevre kirlenmesi ve ekolojik dengenin bozulmasına yönelik bir etkisi yoktur. Ancak, tarımda hastalık ve zararlılara karşı kimyasal ilaç kullanılması bir anlamda zorunludur. İlaç kullanmak o tarlada doğal olarak bulunan hastalık ve zararlılar yanında diğer faunayı da etkiler. Tarımsal üretim aşamasında kimyasal savaş ilaçlarının kullanımı en etkili ve en ucuz yöntemdir. Bununla beraber, hastalık ve zararlıların giderek bu ilaçlara direnç kazanmaları, bilinçsizce fazla ilaç kullanımı sonucu önemli derecede çevre kirlenmesi olmakta ve insanlar farkında olmadan zehirlenmektedir.

Tarım arazilerinin sulanması su kaynaklarının giderek azalması nedeni ile önemli bir sorun haline almıştır. Lağım sularının tarlada kullanılması önemli bir biyolojik kirlilik oluşturmaktadır. Ayrıca su kirliliği açısından endüstri tesislerinin de rolü büyüktür.

Çevre kirliliğine bir bütün olarak bakıldığında, kirliliğin ortadan kaldırılması yerine kirlenmenin önlenmesi en akılcı çözüm olarak ortaya çıkmaktadır. Çevre sorununun giderilmesinde bireysel yaklaşımlar ve sivil toplum örgütlerinin katkısı küçümsenemeyecek boyutlarda iken burada en önemli pay kuşkusuz devlet politikasıdır. Devlet önce kendi tesislerinde her türlü önlemi almalı, bu önlemleri ‘örnek’ olarak göstermelidir.

### **Peroksidaz Çalışmaları:**

*Phaseolus vulgaris* L. (Fasulye) bitkisinde yapılan bir araştırmada peroksidaz enzim aktivitesi çalışılmıştır. *Phaseolus vulgaris* L. (Fasulye) bitkisinde yapraklara kitosan uygulanmasından 24 saat sonra peroksidaz aktivitesinin kontrol bitkilerine oranla 0.1%’lik uygulama sonucunda 21%, 0.5%’lik uygulama sonucunda 23% oranında artış gösterdiği, 48 saat sonra ise 0.1%’lik uygulama sonucunda 35%, 0.5%’lik uygulama sonucunda 26% oranında artış gösterdiği saptanmıştır. Denemeden elde edilen sonuçlara göre, kitosan polisakkaridinin *Cucurbita pepo* L. (kabak) ve *Phaseolus vulgaris* L. (Fasulye) bitkilerinin yapraklarına farklı dozlarda (0.1%, 0.5%) spreylendiğinde uygulamadan 24 ve 48 saat sonra peroksidaz aktivitesini farklı düzeylerde arttırdığı ve bu sayede de bitkilerin savunma sistemlerinin uyarıldığı saptanmıştır (Akı ve Türkan, 2000).

Mazhoudi ve arkadaşları tarafından 1997 yılında yapılan çalışmada, nutrient ortamına 50µM Cu eklenerek 7 gün süreyle 15 günlük domates fideleri (*Lycopersicon esculentum*, Mill., cv. Ibiza F<sub>1</sub>) muamele edilmiştir. Bu şartlar altında kontrole göre karşılaştırma yapılarak, gelişimde bir azalma, köklerden gövdeye doğru yapraklarda daha fazla açıklık gözlemlenmiştir. Bakır birikimi, filizlerle köklerin karşılaştırılmasında yüksek bir işaretleyicisidir. Bitkinin bütün kısımlarında, aşırı miktardaki bakırın, lipid peroksidasyonunun oranında azalışa sebep olduğu bulunmuştur. Katalaz aktivitesi (CAT), yaprak ve gövdede değişmediği, fakat köklerde azaldığı belirtilmiştir. Askorbat peroksidazın (APX) aktivitesi yapraklarda azalmasına karşın, kök ve gövdede değişmediği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, guaiasol peroksidaz (GPX) aktivitesi sadece köklerde ve gövdelerde azaldığı bulunmuştur. GPX’in aniyonik nicel ve nitel değişiklikleri açığa vurulmuştur. Bu sonuçlarla birlikte, bakırın belirtilen toksik konsantrasyonu (50µM) oksidatif strese ve bitki kısımlarında antioksidant enzimlerin diferansiyel yanıtlarına sebep olduğu vurgulanmıştır. Bu



çalışmaları aşırı miktarda bakırla muamele edilmiş domatesin farklı organlarında antioksidant yanıt ve oksidatif hasarın temsilcisi, bazı hücrel reaksiyonların analiziyle yapmışlardır. Bu koşullar altında, bütün bitki organlarının bakır içeriğindeki artışı ve gelişimin önemli derecede olan azalmasını incelenmiştir (Mazhoudi ve ark., 1997).

Gabara ve arkadaşları tarafından 2003 yılında yapılan çalışmada, antioksidant savunma sistemi gibi mitokondri ve kloroplastların yapıları üzerinde asit yağmuru (AR) şeklinde yapılan spreylemenin etkisi, *Lycopersicon esculentum* Mill. yapraklarında incelenmiştir. Analizler yalnızca asit yağmuru (AR) şeklindeki püskürtmeden sonra 0.5, 3.0, 24, 48 ve 72 saat uygulanmıştır, deneyin sonunda mitokondrinin %95 inde, kloroplastların %13 ünde değişiklikler belirlenmiştir. Bu organellerin yapısındaki karışıklıklar katalazın (CAT), askorbat peroksidazın ( $AP_x$ ), süperoksit dismutazın (SOD), içerilmiş CuZnSOD, glutatyon peroksidazın (GST) aktivitelerindeki değişiklikler ile birlikte olmuştur. Asit yağmuru (AR), muameleden sonra başlamış CAT aktivitesi ve GSH- $P_x$  de bir azalmaya neden olmuştur fakat 72 ve 96 saat sonra onların izoenzimi olan CuZnSOD aktiviteleri ve SOD da bir artışa neden olmuştur. Diğer taraftan bütün deney süresince  $AP_x$  aktivitesi artıyorken 48-72 saat sonra ve 0,5-3 de GST aktivitesi önemli derecede artmıştır. Bu veride önerilen *L.esculentum* da önerilen yüksek  $AP_x$  ve GST aktiviteleri mitokondrinin korunması için yeterli değildir fakat kloroplastların ultrayapı hasarını önlemede yeterli olabilir (Gabara ve ark., 2003).

Assche ve arkadaşları tarafından 1988 yılında yapılan çalışmada, bodur fasulye yapraklarında çinko ve kadmiyum birikiminin fonksiyonu gibi enzim kapasitesinin indüksiyonu ( i.e. sınırı olmayan in vitro reaksiyon şartları altında potansiyel aktivite ölçümü) rapor edilmiştir. Özellikle sürgün gelişimi ve enzimatik yanıt arasındaki ilişkiye dikkat edilmelidir.

Çinko ve kadmiyum'un toksik dozları sürgün gelişimini engeller fakat gölgede yetişen (bodur) fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitli yaprak enzimlerinin kapasitesini arttırır. Çinko ve kadmiyum'un her ikisinin etkisi, bitkiye uygulanan metal konsantrasyonunun bir fonksiyonu olarak çalışılmıştır. Nutrient solusyonu ve ilk yaprağın metal içeriği arasında doğrusal bir ilişki olduğu bulunmuştur. Yaprak metal içeriğinde toksik başlangıç değeri aşıldığında sürgün gelişimi engellediği ve yaprakta ölçülmüş olan aşağıdaki enzimlerin kapasitesinde artış meydana geldiği tespit edilmiştir: glukoz-6-fosfat dehidrogenaz, glutamat dehidrogenaz, izositrat dehidrogenaz,

malik enzim, glutamat-oksalasetat transminaz, peroksidaz. Başlangıç değerleri, enzim kapasitesi indüksiyonu gibi gelişim engellenmesi için aynıdır. Etkilerin her ikisi de, özellikle toksik çinko muamelesi şartları altında her biri ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğu vurgulanmıştır. Enzim kapasitesi gücünün ölçülmesi, çinko ve kadmiyum ile kontamine olmuş toprakların fitotoksitesinin değerlendirilmesi için yararlı bir ölçüt (kriter) sağlamıştır. Bu çalışma, enzim indüksiyonu ve gelişim üzerine Zn ve Cd'nin etkilerinin, uygulanan metal konsantrasyonlarının oranı ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Kontrol edilmiş çevresel şartlar altında enzim kapasitesinin gücü, böyle ağır metallerle kontamine olmuş toprakların fitotoksitesinin değerlendirilmesi için yararlı bir biyolojik kriter sağlar (Assche ve ark., 1988).

### **5.2. Total Protein Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi**

*Lycopersicon esculentum* L.'de total protein miktarları ve yüzde etkinlik kontrol grubuna göre Dardanel, Tekel ve Sarıçay'dan temin edilen sularla uygulama yapılan domates bitkisinin total protein miktarındaki % değişimler sırasıyla Tekel ( % 90,9), Sarıçay ( % 72,7), Dardanel (%45,4) olarak tespit edilmiştir.

*Capsicum annuum*. 'da total protein miktarları ve yüzde etkinlik kontrol grubuna göre Dardanel, Tekel ve Sarıçay'dan temin edilen sularla sulaması yapılan biber bitkisinin total protein miktarındaki % değişimler sırasıyla Sarıçay ( % 175), Tekel ( % 50), Dardanel (% 25) olarak tespit edilmiştir.

*Phaseolus vulgaris*'de total protein miktarları ve yüzde etkinlik kontrol grubuna göre Dardanel, Tekel ve Sarıçay'dan temin edilen sularla sulaması yapılan fasulye bitkisinin total protein miktarındaki % değişimler sırasıyla Tekel ( % 105,3), Dardanel (% 84,2), Sarıçay ( % 78,9) olarak tespit edilmiştir.

*Vicia faba*'da total protein miktarları ve yüzde etkinlik kontrol grubuna göre Dardanel, Tekel, Sarıçay' dan temin edilen sularla sulaması yapılan bakla bitkisinin total protein miktarındaki % değişimler sırasıyla Sarıçay ( % 190,9), Tekel ( % 136,4), Dardanel (%72,7) olarak tespit edilmiştir.

### **5.3. Peroksidaz Enzim Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi**

*Lycopersicon esculentum*'da peroksidaz enzim aktivitesi ve yüzde etkinlik kontrol grubuna göre Dardanel, Tekel, Sarıçay' dan temin edilen sularla sulaması yapılan domates bitkisinin peroksidaz enzim aktivitesindeki % değişimler sırasıyla Sarıçay (%81,9), Dardanel (%80,1), Tekel (%26,1) olarak tespit edilmiştir.

*Capsicum annuum*'da peroksidaz enzim aktivitesi ve yüzde etkinlik kontrol grubuna göre Dardanel, Tekel, Sarıçay' dan temin edilen sularla sulaması yapılan biber bitkisinin peroksidaz enzim aktivitesindeki % değişimler sırasıyla Tekel (% 33,3), Sarıçay (% 30,9), Dardanel (% 28) olarak tespit edilmiştir.

*Phaseolus vulgaris*'de peroksidaz enzim aktivitesi ve yüzde etkinlik kontrol grubuna göre Dardanel, Tekel, Sarıçay' dan temin edilen sularla sulaması yapılan fasulye bitkisinin peroksidaz enzim aktivitesindeki % değişimler sırasıyla Tekel (% 54,8), Sarıçay (% 48,9), Dardanel (% 40,7) olarak tespit edilmiştir.

*Vicia faba*'da peroksidaz enzim aktivitesi ve yüzde etkinlik kontrol grubuna göre Dardanel, Tekel, Sarıçay' dan temin edilen sularla sulaması yapılan bakla bitkisinin peroksidaz enzim aktivitesindeki % değişimler sırasıyla Tekel (% 67,2), Sarıçay (% 64,7), Dardanel (% 57,9) olarak tespit edilmiştir.

Dört farklı bitki türünde elde edilen total protein miktarına ait sonuçlar toplu halde değerlendirildiğinde, Tekel atık suyu ile uygulama yapılan domates ve fasulye bitkisinde ve Sarıçay atık suyu ile uygulama yapılan biber ve bakla bitkisinde total protein miktarındaki artışın en fazla olduğu saptanmıştır. Dardanel atık suyu ile uygulama yapılan domates, biber ve bakla bitkilerinde ve Sarıçay atık suyu ile uygulama yapılan fasulye'de total protein miktarındaki artışın en az olduğu saptanmıştır.

Aynı bitkilerin peroksidaz enzim aktivitelerinden elde edilen analiz sonuçlarında, kontrole göre peroksidaz aktivitesinde bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Biber, fasulye ve bakla'da en fazla peroksidaz düşüşüne neden olan uygulama grubu Dardanel, en az düşüşe neden olan uygulama grubu ise Tekel olduğu saptanmıştır. Domates bitkisinde ise en fazla peroksidaz düşüşüne neden olan uygulama grubu Tekel, en az düşüşe neden olan uygulama grubu ise Sarıçay olarak saptanmıştır.

Sonuçlar topluca değerlendirildiğinde Tekel ve Sarıçay grupları birinci derecede total protein miktarında bir artışa neden olurken, peroksidaz enzim aktivitesinde bir düşüşe sebep olmuşlardır. Bulduğumuz peroksidaz sonuçları total protein miktarları ile paralellik göstermemektedir. Genel olarak enzimlerin tümü protein yapısında olduğundan artan protein miktarı ile enzim miktarı arasında doğru orantı söz konusudur. Ancak araştırmamızda, sadece peroksidaz enziminin aktivitesindeki değişimleri incelediğimiz için uygulanan atık sular peroksidaz enzim aktivitesi üzerine indirgeyici bir etki gösterirken, diğer enzimlerin aktivitesini yükseltmiş olabilir.

Bu sonuçlar kapsamında bölgemizdeki sanayii kuruluşlarından alınan ve laboratuvar koşullarında uygulaması yapılan atık suların bitkiler üzerinde farklı tepkiler gösterdiği saptanmıştır. Genetiksel ve enzimatik açıdan farklı bitki türleri farklı uygulamalara değişik tepkiler vermişlerdir. Total protein sonuçlarındaki artışın bitkilerde savunma potansiyeli ile bağlantılı olduğu söylenebilir. Peroksidazlar bitkilerde savunmada rol alan öncül enzim gruplarından. Bundan dolayı peroksidaz seviyelerindeki düşüşün nedeni ise büyük ihtimal ile savunma sistemlerinin bloke edilmiş olmasındandır.

Sanayii atık sularının belli konsantrasyonlarda uygulamasının yapıldığı açık arazi koşullarında bitki verimini arttırıcı yönde etki yaptığı çeşitli araştırmacılar tarafından saptanmıştır ancak burada önemli olan konsantrasyonun iyi ayarlanmasıdır. Yöremizde de çiftçiler ile yapılan görüşmelerde örneğin dardanel atık sularının seyreltilerek tarımsal alanlarda gübre amaçlı kullanıldığı öğrenilmiştir. Çalışmamızın devamı niteliğinde olması açısından tarla koşullarında bu tür denemeler yapılarak ayrıntılı ve farklı grupta enzimlere ait örn; SOD, katalaz, kitinaz, glukanaz, kitosanaz vb. araştırmalara devam edilecektir.

## 6. ÖZET

Bu araştırmada Çanakkale ili sınırları içinde bulunan çeşitli sanayii kuruluşlarının atık sularının farklı bitki türleri üzerine olumlu ya da olumsuz etkileri laboratuvar koşullarında yapılan denemeler sonucunda ortaya konulmuştur. Araştırmada materyal olarak su denemeleri için *Allium cepa* (soğan) ve *Vicia faba* (bakla), saksı denemeleri için *Phaseolus vulgaris* (fasulye), *Capsicum annuum* (biber), *Lycopersicum esculentum* (domates) ve *Vicia faba* (bakla) kullanılmıştır. Genetiksel değişimlerin ortaya çıkarılmasında kök ucu hücreleri testi, total proteinin ve enzimatik değişimlerin ortaya çıkarılmasında ise spektrofotometrik yöntemler kullanılmıştır.

Araştırmamızda su denemesinde materyal olarak *Allium cepa L.* (soğan) ve *Vicia faba* (bakla) kullanarak yaptığımız denemeler sonucunda farklı konsantrasyonlarda uygulanan Dardanel, Tekel ve Sarıçay atık sularının kök ucu meristem hücrelerinde, konsantrasyona bağlı olarak çeşitli kromozom anomalileri yarattıkları gözlemlenmiştir. Bu anomaliler arasında en çok dikkati çeken ve gözlenme frekansı en yüksek olanları ise anafazda kutup kayması, kalgın kromozom, fragment oluşumu, düzensiz kromozom dağılımı olarak gözlemlenmiştir.

Dört farklı bitki türünde elde edilen total protein miktarına ait sonuçlar toplu halde değerlendirildiğinde, Tekel atık suyu ile uygulama yapılan domates ve fasulye bitkisinde ve Sarıçay atık suyu ile uygulama yapılan biber ve bakla bitkisinde total protein miktarındaki artışın en fazla olduğu saptanmıştır. Dardanel atık suyu ile uygulama yapılan domates, biber ve bakla bitkilerinde ve Sarıçay atık suyu ile uygulama yapılan fasulye'de total protein miktarındaki artışın en az olduğu saptanmıştır.

Aynı bitkilerin peroksidaz enzim aktivitelerinden elde edilen analiz sonuçlarında, kontrole göre peroksidaz aktivitesinde bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Biber, fasulye ve bakla'da en fazla peroksidaz düşüşüne neden olan uygulama grubu Dardanel, en az düşüşüne neden olan uygulama grubu ise Tekel olduğu saptanmıştır. Domates bitkisinde ise en fazla peroksidaz düşüşüne neden olan uygulama grubu Tekel, en az düşüşüne neden olan uygulama grubu ise Sarıçay olarak saptanmıştır.

Genetiksel ve enzimatik açıdan farklı bitki türleri farklı uygulamalara değişik tepkiler vermişlerdir. Total protein sonuçlarındaki artışın bitkilerde savunma potansiyeli ile bağlantılı olduğu söylenebilir. Peroksidaz seviyelerindeki düşüşün nedeni ise büyük ihtimal ile savunma sistemlerinin bloke edilmiş olmasındandır. Çünkü peroksidazlar bitkilerde savunmada rol alan öncül enzim gruplarındandır.

## 7. SUMMARY

In this research, monitoring of genetic and enzymatic differences of economically important plants which affected with industrial waste water in Çanakkale by in vitro experiments were investigated. *Allium cepa*, *Vicia faba* were used in water experiment and *Phaseolus vulgaris*, *Capsicum annuum*, *Lycopersicum esculentum*, *Vicia faba* were used in pot experiments. Because of genetically and enzymatically differences which directly effect plant defense systems, to understand the changing, genetic analyzes were realized in plant root tip cell, in other hand enzymatic and specific protein analyzes were studied with spectrophotometrically in plants.

*Allium cepa* and *Vicia faba* which used in water experiment were grown in different concentrations of waste water series belonging to Dardanel, Tekel and Sarıçay shows different kinds of chromosome anomalies according to waste water concentrations. Most of the chromosome anomalies which observed pole slide, lagging, chromosome fragment, disordering in chromosome distribution.

According to the colorimetric results when the total protein amount in four plant species were evaluate all together, waste water which taken from Tekel increased the total protein amount in tomato and bean plants, waste water which taken from Sarıçay increased the total protein amount in pepper and broad bean plants. In other hand, waste water which taken from Dardanel increased the total protein amount slightly in tomato, pepper and broad bean plants, waste water which taken from Sarıçay increased the total protein amount slightly in bean plant.

According to the colorimetric results, peroxidase activity were decreased in all plant groups when compare with control plants. Waste water which taken from Dardanel dramatically decreased the peroxidase activity in pepper, bean and broad bean plants. In the same group of plants waste water of Tekel slightly decreased the peroxidase activity. Waste water which taken from Tekel dramatically decreased the peroxidase activity in tomato, in addition that waste waste water which taken from Sarıçay slightly decreased the peroxidase activity in the same plant.

Dependent on genetical and enzymatical structure, various plant species demonstrated different reactions to different waste-water applications. It was revealed that the increase in total protein results were related to defensive potential in plants. Peroxidases are leading groups that have a role in defending systems in plants. Therefore, the reason for the decline in the peroxidase levels is most probably because the defensive systems have been blocked.

## 8. KAYNAKLAR

- Anonim**, 1976. IARC, Cadmium, nickel, some epoxides miscellaneous industrial chemicals and general considerations on volatile anaesthetics, Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks of Chemicals to Man, Vol. 11, International Agency for Research on Cancer, Lyon.
- Anonim**, 1988. Türkiye'nin Çevre Sorunları, Türkiye Çevre Mevzuatı. Türkiye Çevre Vakfı Yayınları, Ankara.
- Anonim**, 1990. IARC, Chromium, nickel and welding, Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks of Chemicals to Man, Vol. 49, International Agency for Research on Cancer, Lyon.
- Ağar, G., Uysal, H.**, 1997. The effects of mercury chloride on root tips cells of *Allium cepa*, Tr.J.of Biology 21 (1997) 39-47, Tübitak.
- Akı, C., Türkan İ.**, 2000. Kitosan Uygulamasının Kabak (*Cucurbita Pepo* L.) ve Fasulye'de (*Phaseolus vulgaris* L.) Peroksidaz Değişimleri Üzerinde Etkileri. XV. Ulusal Biyoloji Kongresi, A.Ü. Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 5-9 Eylül. Ankara.
- Akı, C.**, 2002. Genel Genetik, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Çanakkale, 001, 46-48 s.
- Akı, C., Karabay, Ü.**, 2004. Genetik Laboratuvarı Uygulama Kitabı, ÇOMÜ Rektörlük Basımevi, Yayın no:38.
- Akkoyunlu, A., İleri, R.**, 1998. Sapanca Gölünde Ötrafikasyon Prosesinin Değerlendirilmesi. Kayseri I.Atık Su Sempozyomu Bildiri Kitabı, KAYSERİ, s.357-361.
- Akpınar, N., Türkoğlu, S., Koca, S.** 2001. An Investigation on Cytological Effects of Tonifruit on *Vicia faba* L. Journal of Qafqaz Univesity. 8: 191-198
- Aktaş, T., Ekinci, F., Sıdal, U., Sıdal, F.E.**, 1994. Endosülfanın Mercimek(*Lens Esculanta*) Kök Ucu Hücreleri Üzerindeki Etkileri, Tr.J. of Biology 18: 27-37 TUBİTAK
- Allard, R.W., DeRose, H.R., Swanson, C.P.**, 1946. Some effects of plant growth regulators on seed germination and seedling development, Botan. Gaz. 107: 575-583.

- Alloway, B.J., Ayres, D.C.,** 1993. Chemical Principles of Environmental Pollution, Chapman and Hall, London.
- Alpsoylu, M.** 1997. Atık Suların Denize Verilmesi ve Kıyı Kirlenmesi. İller Bankası Dergisi, şubat(2), 56-57.
- Alscher, R.G., Donahue, J.L., Cramer, C.L.,** 1997. Reactive oxygen species and antioxidants: Relationships in green cells, *Physiol. Plant.* 100: 224-233.
- Andersson H.C., Kihlman, B.A.,** 1992. Induction of chromosomal by camptothecin in root-tip cells of *Vicia faba*, *Mutation Research*, 268:167-181.
- Angelis, K.J., Velemínský, J., Rieger, R., Schubert, I.,** 1989. Repair of bleomycin-induced DNA double-strand breaks in *Vicia faba*, *Mutation Research*, 212:155-157.
- Apte, P.V., Laloraya, M.M.,** 1982. Inhibitory action of phenolic compounds an abscisic acid induced abscission. *Journal of Experimental Botany*, 33, 826-30.
- Arslan, N., Yılmaz, G.,** 1993. Pestisit Kirliliğinin Azaltılmasında Bitkisel Bir Kaynak Pire Otu (*Pyretbrum sp.*) Türleri. *Ekoloji* 6, 3-6.
- Ateeq, B., Farah, M.A., Niamat Ali, M., Waseem, A.,** 2002. Clastogenicity of pentachlorophenol, 2,4-D and butachlor evaluated by *Allium* root tip test, *Mutation Research* 514:105-113.
- Babu Rao, M., Bhalla, J.K.,** 1980. Gamma rays and mitomycin C induced double fruits in *Cucumis pubescens* Willd, *Sci. Cul.*, 46: 97-99.
- Baş, A.L., Demet, Ö.,** 1992. Çevresel Toksikoloji Yönünden Bazı Ağır Metaller, *Ekoloji* 5, 42-46.
- Bergmann, H.L.V., Maachelett, B., Geibel, M.,** 1994. Increase of stress resistance in crop plants by using phenolic compounds. International symposium on natural phenols in *Plant resistance*, 1: 13-17 Sep.
- Bilaloğlu, R.,** 1982. Bazı Pestisidlerin *Allium cepa* L. Kök Ucu Meristem Hücrelerinde Oluşturdukları Sitolojik Sapmalar Üzerine Bir Araştırma, İzmir Ege Üniversitesi, (Doktora Tezi).
- Bogen, H.J.,** 1973. *Gezahmt für die Zukunft*. S. 193-224 Droemer knaur- Verlag, München.
- Bolwell, G.P., Wojtaszek, P.,** 1997. Mechanisms for the generation of reactive oxygen species in plant defence- a broad perspective, *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 51: 347-366.



- Carlson, R.W., Bazzaz, F.A., Rolfe, G.L.** 1975. The effect of heavy metals on plants. II. Net photosynthesis and transpiration of whole corn and sunflower plants treated with Pb, Cd, Ni and Tl. *Environ. Res.*, 10, 113-20.
- Carswel, G.K., Johnson C.M., Shillito, R.D., Harms, C.T.**, 1989. oacetylsalicylic acid promotes colony formation from protoplasts of an elite maize inbrend. *Plant Cell Rep* 8, 282-284. Corcoran, M.R., (1976).
- Chandra, S., Chauhan, L.K.S., Pande, P.N., Gupta, S.K.**, 2004. Cytogenetic Effects of Leachates From Tannery Solid Waste on the Somatic Cells of *Vicia faba*. *Environmental Toxicology*, 19: 129-133 p.
- Change, A.C., Page, A.L.** 1980. Chemical requirement for re-use of ewage in irrigation and artificial aquifer recaharge. Seminar Healt Aspects of Treated Sewage Re-use (WHD), Aliers, 1-5 June 1980, Berkley, 214-217.
- Chernikova, T., Robinson, J.M., Lee, E.H., Mulchi, C.H.L.**, 2000. Ozone tolerance and antioxidant enzyme activity in soyben cultivars, *Photosynth. Res.* 64: 15-26.
- Cho, U., Park, J.O.** 2000. Mercury-induced oxidative stress in tomato seedlings, *Plant Science* 156: 1-9.
- Chongpraditnum, P., Mori, S., Chino, M.**, 1992. Excess copper induces a cytosolic Cu, Zn-superoxide dismutase in soybean root, *Plant Cell Physiol.* 33: 239-244.
- Clijsters, H.,Van Assche, F.**, 1985. Inhibition of photosynthesis by heavy metals. *Photosynth. Res.*, 7, 31-40.
- Colin, F.**, 1979. Kentsel Atık Suların Biyolojik Olarak Arıtılmasında Genel Prensipler. İller Bankası Dergisi 13 (10-12), 314-323.
- Conte, C., Mutti, I., Puglisi, P., Ferrarini, A., Regina, G., Maestri, E., Marmioli, N.**, 1998. DNA fingerprinting analysis by a PCR based method for monitoring the genotoxic effects of heavy metals pollution, *Chemosphere* 37:2739-2749.
- Coşkun, E., Özörgücü, B., Gönüz, A., Tort, N.**, 1994. Decis'in (İnsektisit) Soğan (*Allium cepa* L.) Kökü Meristem Hücreleri Üzerine Etkileri, XII: Ulusal Biyoloji Kongresi, Genel Biyoloji Seksiyonu, S: 266-271, EDİRNE
- Cottenie, A., Dhaese, A., Camerlynck, R.**, 1976. Plant quality response to uptake of polluting elements. *Qual. Plant.- Pl. Fds. Hum. Nutr.*, XXVI 1/3,293-319.
- Çanakçı, S., Munzuroğlu, Ö.**, 2002. Fasulye (*Phaseolus Vulgaris* L.) Yaprak Disklerinde Ağırlık Değişimleri, Pigment Ve Protein Miktarları Üzerine

- Asetilsalisilik Asit Ve Tuz (NaCl) Uygulamasının Karşılıklı Etkileri, S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 6;2, 87-97.
- Çepel, N.**, 2003. Ekolojik Sorunlar ve Çözümleri. Tübitak Popüler Bilim Kitapları 180, 23 s.
- De Filippis, L.F.**, 1979. The effect of heavy metal compounds on the permeability of Chlorella cells, Z. Pflanzenphysiol. 92: 39-49.
- deKergommeaux, D.J., Grant, W.F., Sandhu S.S.**, 1983. Clastogenic and physiological response of chromosome to nine pesticides in the *Vicia faba* in vivo root tip assay system, Mutation Res., 124, 69-84.
- De Vos, C.H.R., Schat, H., Voojjs, R.**, 1989. W.H.O. Ernst. Copper-induced damage to the permeability barrier in roots of *Silene cucubalus*, J.Plant Physiol. 135: 164-169.
- De Vos, C.H.R., Bookum, W.M.T., Voojjs, R., Schat, H., De Kok, L.J.**, 1993. Effect of copper on fatty acid composition and peroxidation of lipids in the roots of copper tolerant and sensitive *Silene cucubalus*, Plant Physiol. Biochem. 31: 151-158.
- Doğan, M.**, 2003. Şanlıurfa'da Karakoyun Deresi Atık Suları İle Sulanan Soğanda (*Allium cepa* L.) Toksik Element Birikimi Üzerine Bir Araştırma, Ekoloji Çevre Dergisi, Cilt:12 Sayı.48 1-3.
- Dovgalyuk, A.I., Kalinyak, T.B., Blum, Ya. B.**, 2001. Cytogenetic Effects of Toxic Metal Salts on Apical Meristem Cells of *Allium cepa* L. Seeding Root. Cytology and Genetics, 35, 2, 3-10p.
- Durusu, A.**, 1979. Atık su Arıtma teknolojisi. İller Bankası Dergisi, 13(10-12), 338-347.
- Duygu, E.** 1981a. Aspirin ve tarım, Bilim ve Teknik Sayı:165 Ağustos 169s.
- Egemen, Ö., Sunlu, U.**, 1999. Su Kalitesi,Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No:14, 3.baskı, Bornova/İzmir. Sf.111-112
- Egemen, Ö.**, 1999. Çevre ve Su Kirliliği, Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fak. Yayınları No:42, İzmir.
- Egorov, A.M., Gavrilova, E.M., Sakharov, I.Y.**, 2000. in: h. Greppin, c. Penel, W.J. Broughton, R. Strasser (Eds.), Integrated Plant Systems, University of geneva, p. 369.

- Engel, D.W., Sundu, W.G., Fowler, B.A.,** 1981. Factors Affecting Trace Metal Uptake and Toxicity to Estuarine Organisms. Academic Press, London.
- Eroğlu, H.,** 1977. Su kirlenmesi Ölçülmesindeki Ana Kavramlar ve Arıtma Yöntemlerinin Genel Olarak Tanıtılması. Orman Mühendisliği 6, 27-34.
- Favaudon, V.,** 1982, On the mechanism of reductive activation in the mode of action of some anticancer drugs, Biochimie, 64, 457-475.
- Fernandes, J.C., Henriques, F.S.,** 1991. Biochemical, Physiological and structural effects of excess copper in plants, Bot. Rev. 57:246-273.
- Ferrarese, I., Moretto, P., Trainotti, L., Rascio, N., and Casadoro, G.,** 1996. Cellulase involvement in the abscission of peach and pepper leaves is affected by salicylic acid, Journal of Experimental Botany, 47, 251-257, Copyright Oxford University Press.
- Fobes, J.F.,** 1980. The tomato as a model system for the molecular biologist, PMB Newslett, 1:64-68.
- Foyer, C.H., Lelandais, M., Kunert, K.J.,** 1994. Photooxidative stress in plants, Physiol. Plant. 92: 696-717.
- Fruchtenicht, K., Vatter, H.,** 1985. Charaktrisierung der schwer-metallbelastung durch messung der schwermetallgehalte in pflanzen. Landwirtsch. Forsch. Sonderh. 39, 154-163.
- Gabara, B., Sklodowska, M., Wyrwicka, A., Glińska, S., Gapińska, M.,** 2003. Changes in the ultrastructure of chloroplasts and mitochondria and antioxidant enzyme activity in *Lycopersicon esculentum* Mill. leaves sprayed with acid rain, Plant Science 164:507-516.
- Gamsız, E., Ağarcık, G.,** 1975. Endüstri Atık Sularıyla Nehirlerin Kirlenmesi. Peyzaj Mimarlığı 6(1), 34-35.
- Gidirişlioğlu, A., Çakır, R., Tok, H.H., Ekinci, H., Yüksel, O.,** 1998. Ergene Nehri ve Kollarının Eysel ve Endüstriyel Atıklarla kirlenmesi ve Toprak Üzerine Etkileri. Köy Hizmetleri Kırklareli Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, KIRKLARELİ, s.308-321.
- Gottschalk, W.,** 1951. Der Vergleich von röntgen-und chemisch induzierten chromosomenmutationen in Pachytan von *Solanum Lycopersicum*, Chromosoma 4: 342-358.

- Grant, W.F., Harney, P.M.,** 1960. Cytogenetic effects of maleic hydrazide treatment of tomato seed, *Can. J. Genet. Cytol.* 2: 162-174.
- Grant, W.F.,** 1999. Higher plant assays for the detection of chromosomal aberrations and gene mutations- a brief historical background on their use for screening and monitoring environmental chemicals, *Mutat. Res.* 426: 107-112.
- Gravano, E., Ferretti, M., Bussotti, F., Grossoni, P.,** 1999. Foliar symptoms and growth reduction of *Ailanthus altissima* Desf. in an area with high ozone and acidic deposition in Italy, *Water Air Soil Pollut.* 116:267-272.
- Gündüz, T.,** 1994. Çevre Sorunları. Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Halliwell, B., Gutteridge, J.M.C.,** 1984. Oxygen toxicity, oxygen radicals, transition metals and disease, *Biochem. J.* 219:1-14.
- Hartmann, L.,** 1983. Biologische Abwasserreinigung, 230 s, Springer- Verlag, Berlin.
- Hasenekoğlu, İ.,** 1982. Erzurum Et Kombinası Civarındaki Kirlenmiş Toprakların Mikrofungus Populasyonu. Atatürk Üniv., Fen Fak. Dergisi Cilt:1, Özel Sayı:1, 409-416.
- Heindorff, K., Aurich, O., Rieger, R., Michaelis, A.,** 1985. Pretreatment of *Vicia faba* root-tip meristems with hydrazines results in 'clastogenic adaptation' to maleic hydrazide, *Mutation Research*, 142 :183-186.
- Heindorff, K., Rieger, R., Michaelis, A., Takehisa, S.,** 1987. Clastogenic adaptation triggered by S-phase-independent clastogens in *Vicia faba*, *Mutation Res.*, 190, 131-136.
- Hogan, G.D., Taylor, S.J.,** 1995. Effects of acid deposition on hybrid poplar-primary or predisposing stress, *Water Air Soil Pollut.* 85: 1419-1424.
- Hsueh, Y.L., Lou, C.H.,** 1947. Effect of 2,4-D on seed germination and respiration, *Science* 105: 283-285.
- Idelovitch, E.,** 1980. Biyolojik Kimyasal Arıtma ve Sun'i Besleme ile Atık Suların Yeniden Kullanılması. İller Bankası Dergisi 14 (7-9), 70-81.
- Irving, H. R., Kuć, J.,** 1990. Local and systemic induction of peroxidase, chitinase and resistance in cucumber plants by potassium phosphate monobasic. *Physiol. and Mol. Pl. Pathol.* 37:355-366.

- Iturbe-Ormaetxe, I., Escuredo, P.R., Arrese-Igor, C., Becana, M.,** 1998. Oxidative damage in pea plants exposed to water deficit or paraquat, *Plant. Physiol.* 116: 173-181.
- Jarvis, S.C., Jones, L.H.P., Hopper, M.S.,** 1976. Cadmium uptake from solution by plants and its transport from roots to shoots. *Plant and Soil* 44, 179-186.
- Jung, J.L., Fritting, B., Hahne, G.,** 1993. Sunflower (*Helianthus annuus L.*) pathogenesis-proteins. Induction by aspirin (acetylsalicylic acid) and characterization *Plant Physiology*, 101 (3), 873-880.
- Kara, M., Şanda, M.A., Ateş, A.,** 1994. Cytogenetic Effects of the Insecticide Cypermethrin on the Root Meristems of *Allium cepa L.*, *Tr.J.of Biology* 18: 323-331, Tübitak.
- Katkat, A.V., Özgümüş, A., Tümsavaş, Z., Çil, N., Korkmaz, C., Başar, H.,** 1996. Gemlik Gübre Sanayii A.Ş. Fabrikası atık sularından tarımda yararlanma olanakları, Ziraat Fakültesi , *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 20:507-514.
- Katkat, A.V., Özgümüş, A., Tümsavaş, Z., Çil, N., Korkmaz, C., Başar, H.,** 1996. Gemlik Gübre Sanayii A.Ş. Fabrikası atık sularından tarımda yararlanma olanakları, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 20:507-514
- Kaul, M.L.H.,** 1991. Reproductive biology in tomato, in: G.Kaloo, (Ed.), *Genetic Improvement of Tomato*, Springer, Berlin, pp.39-50.
- Khalatkar, A.S., Bhargava, Y.R.,** 1982. 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid-a new environmental mutagen, *Mutat. Res.* 103 :111-114.
- Kihlman, B.A., Sturelid, S., Hartley-Asp, B., Nilsson, K.,** 1974. The enhancement by caffeine of the frequencies of chromosomal aberrations induced in plant and animal cells by chemical and physical agents, *Mutation res.*, 26, 105-122.
- Kihlman, B.A.,** 1975. Root tips of *Vicia faba* for the study of the induction of chromosomal aberrations, *Mutation Research*, 31: 401-412.
- Kihlman, B.A.,** 1975. Root tips for studying the effects of chemicals on chromosomes, in: A. Hollaender (Ed.), *Chemical Mutagens*, Vol.2, Plenum, New York, pp.489-514.
- Kihlman, B.A.,** 1975. Root tips of *Vicia faba* for the study of induction of chromosomal aberrations, *Mutation Res.*, 31, 401-412.

- Kling, G.J., Meyer, J.M.M.,** 1983. Effects of phenolic compounds and IAA on adventitious root initiation in cuttings of *Phaseolus aureus*, *Acer saccharinum* and *Acer griseum*. Hort Science 18(3), 352-354.
- Knasmüller, S., Gottmann, E., Steinkellner, H., Fomin, A., Pickl, C., Paschke, A., Göd, R., Kundi, M.,** 1998. Detection of genotoxic effects of heavy metal contaminated soils with plant bioassays, Mutation Research 420: 37-48.
- Kocataş, A.,** 1992. Ekoloji ve Çevre Biyolojisi, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No:142, sf.449-453.
- Lagrimni, L. M., Vaughn, J., Erb, W.A., Miller, S.A.,** 1993. Peroxidase over production in tomato: wound induced polyphenol deposition and disease resistance. Hort.Sci.28:218:221.
- Lambery, Z.H., Adzharova, E.,** 1974. Effects of pesticides on mitosis and mutations, Nauchni tr. Plov. Univ. Mat. Fiz. Khim. Biol., 12 (4,Biol.), 13-22.
- Laurie, S.H., Tancock, N.P., Micgrath, S.P., Sanders, S.R.,** 1991. Influence of complexation on the uptake by plants of iron, manganese, copper and zinc. 1. Effect of EDTA in multi metal and computer simulation study. J. Exp. Bot. 42, 509-513.
- Lee, K.C., Cunningham, B.A., Paulsen, G.M., Liang, G.H., Moore, R.B.,** 1976a. Effects of cadmium on respiration rate and activities of several enzymes soybean seedlings, Physiol. Plant., 36,4-6.
- Leep, N.W.,** 1981. The effect of heavy metals on plants (2 Vols). London, Applied Science Publishers.
- Levan, A.,** 1938. The effect of colchicine in root mitosis in *Allium*, Hereditas 24:471-486.
- Liu, W., Cholli, A.L., Nagarajan, R., Kumar, J., Tripathy, S., Bruno, F.F., Samuelson, L.,** 1999. J.M. Chem. Soc. 121: 71.
- Lovati, M.R., Manzoni, C., Daldossi, M., Spolti, S., Sirtori, C.R.,** 1996. Effects of sub-chronic exposure to SO<sub>2</sub> on lipid and carbohydrate metabolism in rats, Arch. Toxicol. 70:164-173.
- Luna, C.M., Gonzales, C.A., Trippi, V.S.,** 1994. Oxidative damage caused by excess of copper in oat leaves, Plant Cell Physiol. 35 : 11-15.
- Ma, T.H., Grant, W.F.,** 1982. The tradescantias- adventurous plants, Herbarist 48:36-44.

- Malolepsa, U., Urbanek, H.,** 1994. Changes in peroxidase activity in bean suspension cultures after *Botrytis cinerea* elicitor treatment. *J. Of Phytopathology*. 141:314-322.
- Matthys, W.,** 1975. Enzymes of heavy-metal-resistant and non-resistant populations of silene cucubalus and their interaction with some heavy metals in vitro and in vivo. *Physiol. Plant.*, 33,161-5.
- Matthys, W.,** 1977. The role of malate, oxalate and mustard oil glucosides in the evolution of zinc resistance in herbage plants. *Physiol. Plant.*, 40,130-6.
- Mazhudi, S., Chaoui, A., Ghorbal, M.H., El Ferjani, E.,** 1997. Response of antioxidant enzymes to excess copper in tomato (*Lycopersicon esculntum*, Mill.), *Plant Science* 127: 129-137.
- Meng, Z.Q., Zhang, L.Z.,** 1992. Cytogenetic damage induced in human lymphocytes by sodium bisulfite, *Mutat. Res.* 298: 63-69.
- Menke, M., Chen, I.P., Angelis, K.J., Schubert, I.,** 2001. DNA damage and repair in *Arabidopsis thaliana* as measured by the comet assay after treatment with different classes of genotoxins, *Mutat. Res.* 493: 87-93.
- Merian, E.,** 1991. *Metals and Their Compounds in the Environment*, VCH, Weinheim.
- Miller, G.T.,** 2000. Çevre Bilimi, Erdem, Ü.(Çeviri Ed.) E.Ü. Çevre Sorunları Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayınları No:1, s.190-316.
- Mitchel, R.E.J., Morrison, D.P.,** 1982. Heat-shock induction of ionizing radiation resistance in *Saccharomyces cerevisiae* and recombinational ability, *Radiat. Res.*, 92, 182-187.
- Mohandas, T., Grant, W.F.,** 1972. Cytogenetic effects of 2,4-D and amitrole in relation to nuclear volume and DNA content in some higher plants, *Can.J. Genet. Cytol.* 14:773-783.
- Moore, T.C.,** 1974. Effects of certain synthetic plant growth regulators on the development of selected species, in: *Research Experiences in Plant Physiology-A Laboratory Manual*, Springer, new york, pp.307-323.
- Neufeld, H.S., Jernstend, J.A., Haines, B.L.,** 1985. Direct foliar effects of simulated acid rain. 1. Damage, growth and gas exchange, *New Phytol.* 99:389-405.
- Njaji, G.D.E., Gopalan, H.N.B.,** 1981. Mutagenicity testing of herbicides, fungicides and insecticides. 1. Chromosome aberration in *Vicia faba*, *Cytologia*, 46, 169-172.

- Ogawa, K., Iwabuchi, M.,** 2001. A mechanism for promoting the germination of *Zinnia elegans* seeds by hydrogen peroxide, *Plant Cell Physiol.* 42: 286-291.
- Özbek, A.S.,** 1998. Croton-oil'in Bazı Bitkilerin Sitolojik ve Morfolojik yapıları Üzerine Etkileri, İzmir, Ege Üniversitesi, (Yüksek Lisans Tezi).
- Özçelik, S.,** 1982. Erzurum'da Kanalizasyon Suları ile Sulanan Topraklarda Mikrobiyal Kirlenme. TÜBİTAK Yayın No: 532, Çağ Seri No:7: 251-257.
- Özçelik, S.,** 1982 c. Atık Suların Biyolojik Yolla Arıtılması. İller Bankası Dergisi 7-8-9, 120-126.
- Özçelik, S.,** 1996. Çevre mikrobiyolojisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 5, Ders Kitapları No:5, Atabey/ISPARTA, 59-60.
- Özçelik, S.,** 1996. Çevre mikrobiyolojisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 5, Ders Kitapları No:5, Atabey/ISPARTA, 79-90.
- Özçelik, S.,** 1996. Çevre mikrobiyolojisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 5, Ders Kitapları No:5, Atabey/ISPARTA, 91-108.
- 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*, S: 1-7, EDİRNE
- Palma, J.M., Gomez, M., Yanez, J., Del Rio, L.A.,** 1987. Increased levels of peroxisomal active oxygen-related enzymes in copper-tolerant pea plants, *Plant Physiol.* 85: 570-574.
- Raskin, I., Turner, I.M., Melander, W.R.,** 1989. Regulation of heat production in the inflorescences of an *Arum lily* by endogenous salicylic acid. *Proc. Natl. Sci. USA.* 86,2214-2218, Botany.
- Raskin, I.,** 1992. Role of salicylic acid in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 43, 439-463.
- Ray, S.D., Guruprasad, K.N., Laloraya, M.M.,** 1983. Reversal of abscisic acid. Inhibited betacyanin synthesis by phenolic compounds in *Amaranthus caudatus* seedlings. *Physiol. Plant.* 58, 175-178.
- Rehme, H.J.,** 1971. Einführung in die industrielle Mikrobiologie, s.223-227. Springer Verlag, Berlin.
- Reich, E., Shatkin, A.J., Tatum, E.L.,** 1960. Bacteriocidal action of mitomycin C, *Biochim. Biophys. Acta,* 45: 608-610.



- Rieger, R., Michaelis, A.,** 1965. Chemical induction of heat-reversible ‘potential lesions’ in *Vicia faba* chromosomes, *Nature (London)*, 206, 741-742.
- Rieger, R., Michaelis, A., Nicoloff, H.,** 1982. Inducible repair processes in plant root tip meristems? ‘Belowadditivity effects’ of unequally fractionated clastogen concentration, *Biol. Zbl.*, 101, 125-138.
- Rieger, R., Michaelis, A., Schubert, I.,** 1985. Heat- shocks prior to treatment of *Vicia faba* root-tip meristems with maleic hydrazide or TEM reduce the yield of chromatid aberrations, *Mutation Research*, 143: 79-82.
- Rick, C.M., Butler, L.,** 1956. Cytogenetics of the tomato, *Adv. Genet.* 8: 267-382.
- Roy-Arcand, L., Delisle, C.E., Brière, F.G.,** 1989. Effects of simulated acid precipitation on the metabolic activity of *Cladina stellaris*, *Can. J. Bot.* 67: 1796-1802.
- Samarakoon, A.B., Rauser, W.E.,** 1979. Carbohydrate levels and photoassimilate export from leaves of *Phaseolus vulgaris* exposed to excess cobalt, nickel and zinc. *Plant Physiol.*, 63, 1165-9.
- Sandmann, G., Böger, P.,** 1980. Copper- mediated lipid peroxidation processes in photosynthetic membranes, *Plant Physiol.* 66 : 797-800.
- Sathyanarayana, B., Sadanandam, A., Meerabai, A., Venkatrajam, M., Subhash, K.,** 1980. Sterile mutant induced by mitomycin C in *Solanum melongena* L., *Geobios*, 7: 226-227.
- Schneider, E.A., Whitman, F.,** 1974. Metabolism of auxin in higher plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 25, 487-513. Shah, C.B. and Loomis, R.S., (1965) Ribonucleic acid and protein metabolism in sugar beet during drought, *Physiol. Plant.* 18, 240.
- Schrader, L.E., Hageman, R.H.,** 1967. Regulation of nitrate reductase activity in corn (*Zea mays* L.) seedlings by endogenous metabolites. *Plant Physiol.* 42, 1750-1756.
- Shahin S.A., El-Amoodi, K.H.,** 1991. Induction of numerical chromosomal aberrations during dna synthesis using the fungicides nimrod and rubigan-4 in root tips of *Vicia faba* L., *Mutation Research*, 261: 169-176.
- Shan, Y., Feng, Z., Izuta, T., Aoki, M., Totsuka, T.,** 1995. The individual and combined effects of ozone and simulated acid rain on chloropyll content,

- carbon allocation and biomass accumulation of armand pine seedlings, *Water Air Soil Pollut.* 85:1399-1404.
- Shan, Y., Feng, Z., Izuta, T., Aoki, M., Totsuka, T.,** 1996. The individual and combined effects of ozone and simulated acid rain on growth, gas exchange rate and water-use efficiency of *Pinus armandi* Franch, *Environ. Pollut.* 91: 355-361.
- Sharman, B.C.,** 1978. Morphogenesis of 2,4-D induced abnormalities of the inflorescence of bread wheat, *Ann. Bot. (London)* 42(177) 145-154.
- Sherf, B.A., Bajar, A.M., Kolattukudy, P.E.,** 1993. Abolition of an inducible highly anionic peroxidase activity in transgenic tomato. *Plant Physiology.* 101:201:208
- Shettel, N.L., Balke, N.E.,** 1983. Plant growth response to several allelopathic chemicals. *Weed Science.* 31, 293-298.
- Shiba, S., Terawaki, A., Taguchi, T., Kawamata, J.,** 1959. Selective inhibition of formation of deoxyribonucleic acid in *Escherichia coli* by mitomycin C, *Nature (London)*, 183: 1656-1657.
- Smith, A.T., Veitch, N.C.,** 1998. *Curr. Opin. Chem. Biol.* 2: 269.
- Steffens, J.C.,** 1991. The Heavy Metal Binding Peptides of Plants. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 41, 553-575.
- Stoyanova, D., Velikova, V.,** 1997. Effects of simulated acid rain on chloroplast ultrastructure of primary leaves of *Phaseolus vulgaris*, *Biol. Plant* 40: 589-595.
- Stubbe, H.,** 1957. Mutaten der Kulturtomate *Lycopersicon esculentum* Mill. Part II, *Kulturpflanze* 5: 190-220.
- Stubbe, H.,** 1972. Mutaten der Kulturtomate *Lycopersicon esculentum* Mill. Part VI, *Kulturpflanze* 19: 185-230.
- Subhash, K., Venkatrajam, M., Meerabai, A.,** 1981. EMS induced clustered bud mutants in chilli (*Capsicum annum* L.), *Indian J. Bot. Rec. Adv. Pl. Sci.*, 4: 197-200.
- Tarhanen, S.,** 1998. Ultrstructure responses of the lichen *Bryoria fuscesens* to simulated acid rain and heavy metal deposition, *Ann. Bot.* 82: 735-746.

- Taylor, D.L.**, 1946. Observations on the growth of certain plants in nutrient solutions containing synthatic growth regulating substances. Part I. Some effects of 2,4-D, Botan. Gaz. 107:597-611.
- Temizkan, G.**, 1999, Genetik, s.359-384.
- Tünay, D.**, 1976. Kullanılmış Suların Arıtılmasında Biyolojik Yöntemler. Kimya Mühendisliği 8(79), 28-34.
- Türkoglu, S., Koca, S.**, 1999. The Effects of Paraquat (Gramoxone) on Mitotik Division, Chromosomes and DNA Amount in *Vicia faba* L. Cumhuriyet Üniv. Fen Bilimleri Derg. 21: 49-55 ).
- Uluğ, S.**, 1975. Çevre Sorunu Olarak Akarsuların Kirlenmesi. Türkiye Müh.Hab. 21(245), 7-9.
- Uslu, O.**, 1990. Su Kirliliği ve Kontrolü Yönetmeliği. Su Kirlenmesi Kontrolü Dergisi, 1, 1, 7-14.
- Van Assche, F., Clijters, H., Marcelle, R.**, 1979. Photosynthesis in *Phaseolus vulgaris* as influenced by supra-optimal zinc-nutrition in photosynthesis and plant development, ed. R. Marcelle, H. Clijters and M. Van Poucke. The Hague, Junk, pp.175-84.
- Van Assche, F., Cardinaels, C., Put, C., Clijters, H.**, 1984. Premature leaf ageing induced by heavy metal toxicity? Arch. Int. Physiol. Biochim., 94, pf 27-28.
- Van Assche, F., Put, C., Clijsters, H.**, 1986. Heavy metals induce specific isozyme patterns of peroxidase in *Phaseolus vulgaris* L., Arch. İnt. Physiol. Biochim. 94: 60.
- Van Assche, F., Cardinaels, C., Clijters, H.**, 1988. Induction of Enzyme Capacity in Plants as a result of Heavy Metal Toxicity: Dose-Response Relations in *Phaseolus vulgaris* L., Treated with Zinc and Cadmium, Environmental Pollution 52: 103-115.
- Van Assche, F., Clijsters, H.**, 1990. Effects of metals on enzyme activity in plants, Plant Cell Environ. 13 :195-206.
- Vangronsveld, J., Weckx, J., Kubacka- Zebalska, M., Clijsters, H.**, 1993. Heavy metal induction of ethylene production and stress enzymes: II. Is ethylene involved in the signal transduction from stress perception to stress responses? in: J.C. Pech, A. Lataché, C. Balagué (Eds.), Cellular and Molecular Aspects of the Plant Hormone Ethylene, Kluwer, Dordrecht. pp. 240-246.

- Veitch, N.C., Smith, A.T.,** 2001. Adv. Inorg. Chem. 51: 107.
- Velemínský, J., Gichner, T., Šatava, J.,** 1983. Reduction in the frequency of N-Methyl-N-nitrosourea-induced somatic mutations in *Tradescantia* by pretreatment with low doses of alkylating agents, *Mutation Res.*, 122, 229-234.
- Velikova, V., Tsonev, T., Yordanov, I.,** 1999. Light and CO<sub>2</sub> responses of photosynthesis and chlorophyll fluorescence characteristics in bean plants after simulated acid rain, *Physiol. Plant.* 107:77-83.
- Venkatrajam, M., Subhash, K.,** 1984. Studies on induced mutations in *Capsicum* by mitomycin C, *Mutation Research*, 138: 47-54.
- Vural, H.,** 1993. Ağır Metal İyonlarının Gıdalarda Oluşturduğu kirlilikler. *Ekoloji* 8,3-8.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ.,** 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme), Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova, İzmir.
- Weigel, H.J., Jäger, H.J.,** 1980. Different effects of cadmium in vitro and in vivo on enzyme activities in bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.c.v. sankt Andreas). *z. Pflanzenphysiol.*, 97,103-113.
- Weckx, J., Vangronsveld, J., Clijsters, H.,** 1993. Heavy metal induction of ethylene production and stress enzymes: I. Kinetics of the responses, in: J.C. Pech, A. Lataché, C. Balagué (Eds.), *Cellular and Molecular Aspects of the Plant Hormone Ethylene*, Kluwer, Dordrecht. pp. 238-239.
- Weckx, J., Clijsters, H.,** 1996. Oxidative damage and defense mechanisms in primary leaves of *Phaseolus vulgaris* as a result of root assimilation of toxic amounts of copper, *Physiol. Plant.* 96 :506-512.
- Welinder, K.G.,** 1992. *Curr. Opin. Struct. Biol.* 2: 388.
- Woolhouse, H.W.,** 1983. Toxicity and tolerance in the responses of plants to metals, in: O.L. Lange, P.S. Nobel, C.B. Osmond, H. Ziegler (Eds.), *Encyclopedia of Plant Physiology*, New Series, Vol. 12C, Springer, Berlin, pp.245-300.
- Yi, H., Meng, Z.,** 2003. Genotoxicity of hydrated sulfur dioxide on root tips of *Allium sativum* and *Vicia faba*, *Mutation Research* 537: 109-114.

## **TEŞEKKÜR**

Bu tez çalıőmasının gerçekleőmesi sırasında, bilimsel açıdan her konuda yardımlarını esirgmeden bu düzeye gelmemi sağlayan ve yol gösteren danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Cüneyt AKI'ya verdiği desteklerden dolayı en içten teőekkürlerimi sunarım.

Çalıőmamı önemseyip fikirlerini benden esirgemeyen, daima manevi desteği ile yanımda olan hayatıma değer katan Serkan İŐLER'e teşekkür ederim.

Ayrıca çalıőmam boyunca yardımlarını benden esirgemeyen arkadaşlarım Sabiha ESGİNLER, Arő. Gör. Nigr ÇETİN, Arő. Gör. Tülay BİCAN SERDEM, Arő. Gör. Deniz YEŐİLYURT, Arő. Gör. Ersin KARABACAK, Arő. Gör. Serhat KAYA ve bölüm sekreterimiz Dilek DURSUN'a teşekkür ederim.

Eğitimim boyunca maddi ve manevi desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen sevgili aileme teőekkürü bir borç bilirim.

## **ÖZGEÇMİŞ**

**Adı, Soyadı** : Esra Güneysu

**Doğum Yeri ve Yılı:** Tekirdağ- 26.03.1977

### **Eğitim ve Akademik Durumu**

**İlkokul** : 1983-1988 Süleyman Paşa İlkokulu, Tekirdağ

**Ortaokul** : 1988-1991 Tekirdağ 50.Yıl Orta Okulu

**Lise** : 1991-1994 Tekirdağ Tuğlacılar Lisesi

**Lisans** : 1997-2001 Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi  
Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü

**Staj** : 1999-2000 Fatma Şemseddin Çamoğlu  
İlköğretim Okulu, Sınıf Öğretmenliği Stajı

**Kongre** : XIII. Biyoteknoloji Kongresi, Çanakkale (Dinleyici)

**Yabancı dil** : İngilizce