



**T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
BİY-YL-2008-0004**

**BÜYÜK MENDERES NEHRİ İLE SULANAN AYDIN
BÖLGESİ'NDEKİ TOPRAKLARIN
GENOTOKSİSİTESİNİN *ALLIUM* TEST SİSTEMİ İLE
BELİRLENMESİ**

Zahide ŞAHİN

**DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Serdar KOCA**

AYDIN-2008

T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
BİY-YL-2008-0004

**BÜYÜK MENDERES NEHRİ İLE SULANAN AYDIN
BÖLGESİ'NDEKİ TOPRAKLARIN
GENOTOKSİSİTESİNİN *ALLIUM* TEST SİSTEMİ İLE
BELİRLENMESİ**

Zahide ŞAHİN

**DANIŞMAN
Yrd. Doç. Dr. Serdar KOCA**

AYDIN-2008

KABUL VE ONAY SAYFASI**T.C.
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN**

Biyoloji Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Zahide ŞAHİN tarafından hazırlanan “Büyük Menderes Nehri İle Sulanan Aydın Bölgesi’ndeki Toprakların Genotoksisitesinin *Allium* Test Sistemi ile Belirlenmesi” başlıklı tez 12/09/2008 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Unvanı Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan: Doç.Dr. Kemal YILDIZ	CBÜ Fen.Ed.Fak.Biyoloji	
Üye : Yrd.Doç.Dr. Serdar KOCA	ADÜ Fen.Ed.Fak.Biyoloji	
Üye : Yrd.Doç.Dr.Tülay ÇELİK	ADÜ Fen.Ed.Fak.Biyoloji	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Yüksek Lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun..... sayılı kararıyla/...../2008 tarihinde onaylanmıştır.

Prof.Dr. Serap AÇIKGÖZ
Enstitü Müdürü

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Adı Soyadı: Zahide ŞAHİN

İmza:

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**BÜYÜK MENDERES NEHRİ İLE SULANAN AYDIN BÖLGESİ'NDEKİ
TOPRAKLARIN GENOTOKSİSİTESİNİN *ALLIUM* TEST SİSTEMİ İLE
BELİRLENMESİ**

Zahide ŞAHİN

Adnan Menderes Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Serdar KOCA

Günümüzün en önemli sorunlarından biri çevre kirliliğidir. Ülkemizin önemli tarım alanlarından biri olan Büyük Menderes Havzasındaki çevre kirliliği önemli boyutlara ulaşmıştır. Büyük Menderes Havzasını sulayan Büyük Menderes Nehri ve çevresindeki topraklar çeşitli kaynaklar tarafından kirletilmektedir.

Bu çalışmada Büyük Menderes Havzasının Aydın bölgesinde üç farklı bölgeden iki farklı ayda (Eylül 2006, Mart 2007) alınan toprak örneklerinin genotoksitesisi *Allium* test ile araştırılmıştır.

Büyük Menderes Nehri ve Çine Çayının sularıyla sulanan topraklardan; Büyük Menderes Köprüsü (Muğla Yolu üzeri), Çine Çayı ve Koçarlı Köprüsü yanındaki tarlalardan Eylül ve Mart aylarında toprak örnekleri alınmıştır. Bu örnekler sulandırılarak %25, %50 ve %100'lük konsantrasyonlar hazırlanmış ve soğanlar (*Allium cepa* L.) bu sulara köklendirilmiştir.

Yapılan incelemeler sonunda Eylül ve Mart ayları Çine %25'lik dozlar dışındaki tüm dozlarda kontrole göre mitotik indeksteki düşüş istatistiki olarak önemli çıkmıştır.

Çalışmamızda iki farklı ayda üç farklı bölgeden alınan toprak örnekleri *Allium cepa* L. (soğan) kök ucu hücrelerinde anafaz köprüsü, fragment, kromozom yapışması ve yanlış kutuplaşma gibi yapısal kromozom anormalliklerine yol açmıştır.

Toplam kromozom aberasyonları bakımından Eylül ayı Menderes %25, Koçarlı %25, Koçarlı %50 ve Mart ayı Çine %25, Menderes %25, Koçarlı %25, Koçarlı %50 dozları dışındaki tüm dozlarda farkın kontrole göre önemli olduğu belirlenmiştir.

2008, 64 sayfa**Anahtar kelimeler:**Kromozom aberasyonları, Mitotik indeks, *Allium* test, Genotoksitesite

ABSTRACT

MSc Thesis

DETERMINING THE GENOTOXICITY WITH *ALLIUM* TEST SYSTEM OF SOILS IN AYDIN REGION WHICH ARE WATERED FROM BÜYÜK MENDERES RIVER

Zahide ŞAHİN

Adnan Menderes University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biology

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Serdar KOCA

Nowadays one of the most important problems is environmental pollution. Environmental pollution in Büyük Menderes River-basin which is one of the agricultural field in our country has reached important dimensions. Büyük Menderes River which waters Büyük Menderes river-basin and fields around it are contaminated by various sources.

In this study the genotoxicity of soil samples taken from three different regions in two different months (September 2006, Martch 2007) in Aydın region of Büyük Menderes River-basin has been searched with *Allium* test.

Soil samples have been taken from the lands watered by Büyük Menderes River and Çine Stream; the fields near Büyük Menderes Bridge (In Muğla mainway), Çine Stream and Koçarlı Bridge in September and March. 25%, 50% and 100% concentrations have been prepared diluting this samples and onions (*Allium cepa* L.) have been rooted.

At the end of the studies the fall in mitotic index has been found important statistically according to the control in all the doses except 25% Çine doses in September and March.

In the study soil samples taken from three different regions in two different months caused structural chromosomal aberrations such as anaphase bridge, fragment, stickiness and wrong polarization in *Allium cepa* L. (onion) root tip cells.

It has been emphasized that the difference in all the doses except 25% Menderes, 25% Koçarlı, 50% Koçarlı doses in September and 25% Çine, 25% Menderes, 25% Koçarlı, 50%Koçarlı doses in March is important according to the control in total chromosomal aberrations.

2008, 64 pages**Keywords:**Chromosome aberrations, Mitotic index, *Allium* test, Genotoxicity

ÖNSÖZ

Tez çalışmam süresince her konuda yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Serdar KOCA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında olanaklarının tümünü kullanmama izin veren Biyoloji Bölümüne, çalışmamı (Büyük Menderes Nehri ile Sulanan Aydın Bölgesi'ndeki Toprakların Genotoksitesinin *Allium* Test Sistemi ile Belirlenmesi, Proje No: FEF - 07007) maddi olarak destekleyen ADÜ Bilimsel Araştırmalar Projeleri'ne, çalışmama katkıda bulunan tüm hocalarım ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tüm çalışmalarım süresince her zaman yanımda olan Aysun & Serkan ÇELİMLİ'ye, maddi ve manevi her türlü desteğini gördüğüm COŞKUN ailesine, Naziye & Hasan AYDIN'a ve AİLEME sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	i
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ.....	v
SİMGELER DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1.GİRİŞ.....	1
1.1.ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN SINIFLANDIRILMASI.....	2
1.1.1.Fiziksel Kirlenme.....	2
1.1.2.Kimyasal Kirlenme.....	2
1.1.3.Biyolojik Kirlenme.....	2
1.2.SU KİRLİLİĞİ.....	3
1.2.1.Yüzeysel Sularda Kirletici Etki Yapabilecek Unsurlar.....	5
1.2.2.Aydın İli'nde Sanayi Tesislerinden Kaynaklanan Su Kirliliği.....	7
1.3.TOPRAK.....	8
1.3.1.Toprak Kirliliğine Sebep Olan Faktörler.....	9
1.3.2.Toprak Kirliliğinin Sonuçları.....	10
1.3.3.Toprak Kirliliğinin İnsan ve Çevre Üzerine Olan Etkileri.....	11

1.3.4.Aydın İli'nde Toprak Kirliliğinin Nedenleri.....	14
1.3.5.Aydın İli'nde Sanayi Tesislerinden Kaynaklanan Toprak Kirliliği.....	15
2.KAYNAK ÖZETLERİ.....	17
3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	23
4.BULGULAR.....	25
4.1.TOPRAKTAKİ GENOTOKSİSİTENİN <i>ALLIUM CEPA</i> L. KÖK UCU MORFOLOJİLERİ ÜZERİNE ETKİSİ.....	25
4.1.1.Kök Uzunlukları Üzerine Etkisi.....	25
4.1.2.Kök Sayıları Üzerine Etkisi... ..	31
4.2.TOPRAKTAKİ GENOTOKSİSİTENİN <i>ALLIUM CEPA</i> L.'DA HÜCRE BÖLÜNMESİ ÜZERİNE ETKİSİ.....	36
4.2.1.Mitotik İndeks Üzerine Etkisi.....	36
4.2.2.Kromozomlar Üzerine Etkisi.....	42
5.TARTIŞMA VE SONUÇ.....	49
KAYNAKLAR.....	56
ÖZGEÇMİŞ.....	64

SİMGELER DİZİNİ

MI	Mitotik İndeks
MB	Mikroskop Büyütmesi
SD	Standart Sapma

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Türkiye’de Kullanılabilir Arazi Varlığının Oranları.....	9
Şekil 1.2 Aydın İli’nin İlçeleri ve Komşu İlleri.....	12
Şekil 4.1 Kök Uzunlukları Ortalamaları.....	26
Şekil 4.2 Kök Sayıları Ortalamaları.....	32
Şekil 4.3 Mitotik İndeks Ortalamaları.....	36
Şekil 4.4 Anafaz Köprüsü.....	46
Şekil 4.5 Yanlış Kutuplaşma.....	47
Şekil 4.6 Kromozom Yapışması.....	47
Şekil 4.7 Kromozom Fragmentleri.....	48

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Ortalama Kök Sayıları ve Kök Uzunlukları.....	26
Çizelge 4.2 Kontrolle Tüm Dozların Kök Uzunluklarının Karşılaştırılması.....	27
Çizelge 4.3 Aynı Ayda Farklı Dozlar Arası Kök Uzunluklarının Karşılaştırılması	28
Çizelge 4.4 Aynı Bölgeden Alınan Örneklerin Aylar Arası Aynı Dozlarında Kök Uzunluklarının Karşılaştırılması.....	29
Çizelge 4.5 Aynı Ayda Farklı Bölgelerden Alınan Örneklerin Aynı Dozları Arasında Kök Uzunluklarının Karşılaştırılması.....	30
Çizelge 4.6 Kontrolle Tüm Dozların Kök Sayılarının Karşılaştırılması.....	31
Çizelge 4.7 Aynı Ayda Farklı Dozlar Arası Kök Sayılarının Karşılaştırılması.....	33
Çizelge 4.8 Aynı Bölgeden Alınan Örneklerin Aylar Arası Aynı Dozlarında Kök Sayılarının Karşılaştırılması.....	34
Çizelge 4.9 Aynı Ayda Farklı Bölgelerden Alınan Örneklerin Aynı Dozları Arasında Kök Sayılarının Karşılaştırılması	35
Çizelge 4.10 Mikroskopik İncelemelerde Sayılan Hücreler, Mitotik İndeksler ve Kromozom Hasarları	37
Çizelge 4.11 Kontrolle Tüm Grupların Mitotik İndekslerinin Karşılaştırılması.....	38
Çizelge 4.12 Aynı Ayda Farklı Dozlar Arası Mitotik İndekslerin Karşılaştırılması.....	39

Çizelge 4.13 Aynı Bölgeden Alınan Örneklerin Aylar Arası Aynı Dozlarında Mitotik İndekslerin Karşılaştırılması.....	40
Çizelge 4.14 Aynı Ayda Farklı Bölgelerden Alınan Örneklerin Aynı Dozları Arasında Mitotik İndeksin Karşılaştırılması.....	41
Çizelge 4.15 Kontrolle Tüm Dozların Kromozom Hasarları Bakımından Karşılaştırılması.....	42
Çizelge 4.16 Aynı Ayda Farklı Dozlar Arası Kromozom Hasarlarının Karşılaştırılması.....	43
Çizelge 4.17 Aynı Bölgeden Alınan Örneklerin Aylar Arası Aynı Dozlarında Kromozom Hasarlarının Karşılaştırılması.....	44
Çizelge 4.18 Aynı Ayda Farklı Bölgelerden Alınan Örneklerin Aynı Dozları Arasında Kromozom Hasarlarının Karşılaştırılması.....	45

1.GİRİŞ

Çevre, insan veya başka bir canlının yaşamı boyunca ilişkilerini sürdürdüğü dış ortamdır. Hava, su ve toprak bu çevrenin fiziksel unsurlarını, insan, hayvan, bitki ve diğer mikroorganizmalar ise biyolojik unsurlarını teşkil etmektedir.

Doğanın temel fiziksel unsurları olan hava, su ve toprak üzerinde olumsuz etkilerin oluşması ile ortaya çıkan ve canlı öğelerin hayati aktivitelerini olumsuz yönde etkileyen çevre sorunlarına "**Çevre Kirliliği**" adı verilmektedir.

Günden güne artan insan nüfusu, sanayileşme ve yeni kimyasal maddelerin üretilmeleri doğada kirletici maddelerin çoğalmasına, kanser ölümlerinin ve genetik hastalıkların artmasına sebep olmaktadır (Cabrera and Rodriguez, 1999).

İnsanlar, toplumsal yaşam ilişkileri içerisinde doğal kaynakları kullanarak, teknolojiyi geliştirerek, ekonomik faaliyetlerde bulunurlar. Bu faaliyetlerin gelişimi ile insanlar kendilerine yapay çevreyi oluştururlar. Toplumlar, yapay çevre içindeki yaşam koşullarını geliştirirken doğa ile sürekli bir ilişki içindedirler. İnsan ve doğa arasındaki bu ilişki, ekolojik sistemin bir parçasıdır. İnsanoğlunun yeryüzünde yaşamaya ve kendisine ait yapay çevre oluşturmaya başlamasından bu yana insan ve doğa arasındaki denge, insan aleyhine devamlı olarak bozulmuştur. Özellikle son yıllarda ekolojik dengeyi süratle bozarak çevre sorunları yaratan insan, bu sorunların kendisine dönmesi ve sağlığını olumsuz yönde etkilemesi üzerine çevre bilincine varabilmiş ve bu kavramı kabul etmiştir.

1.1. ÇEVRE KİRLİLİĞİNİN SINIFLANDIRILMASI

Çevrenin temel unsurlarından olan doğa, kendine has fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklere sahiptir. Bu özellikler dikkate alındığında çevre kirliliği şu bölümlere ayrılır¹:

1.1.1. Fiziksel Kirlenme

Çevreyi meydana getiren toprak, su ve havanın fiziksel özelliklerinin tamamının veya bir kısmının insan, hayvan ve bitki sağlığını tehdit edecek, olumsuz yönde etkileyecek biçimde bozulması ve değişmesi olayıdır. Örneğin; çeşitli fabrika atıklarının akarsu ve göllere boşaltılması, doğal erozyon ile toprakların göl ve denizlere taşınması bu suların açık kahverenginden, kırmızı siyaha kadar değişen renk almasına neden olmaktadır. Bu olay suların fiziksel kirlenmesidir.

1.1.2. Kimyasal Kirlenme

Doğal çevreyi oluşturan toprak, su ve havanın kimyasal özelliklerinin canlıların hayati faaliyetlerini ve aktivitelerini olumsuz yönde etkileyecek biçimde bozulmasıdır. Örneğin; çeşitli fabrika katı ve sıvı atıklarının verimli tarım arazilerine veya akarsu ve nehirlerle boşaltılması, söz konusu tarım topraklarının, akarsu ve göllerin zararlı ağır metallerle kirlenerek kimyasal kirlenmeye maruz kaldığını gösterir.

1.1.3. Biyolojik Kirlenme

Doğal ortamı oluşturan toprak, hava ve suyun çeşitli mikroorganizmalarla kirlenmesi ve dolayısıyla mikrobiyolojik yapının bozulması mikrobiyal kirlenmeyi tanımlar. Mikrobiyal kirlenmenin devamında biyolojik kirlenme oluşur. Örneğin, tarım alanlarının kanalizasyon suyu ile sulanması veya kanalizasyon sularının akarsu, göl ve denizlere boşaltılması ile kanalizasyon sularında bulunan hastalık yapıcı

¹ <http://w3.gazi.edu.tr/web/alperal/cevre1.htm>

mikroorganizmalar toprağa, suya ve atmosfere geçerek bu ortamların mikrobiyolojik kirlenmesine yol açar.

Çevre unsurlarına göre çevre kirliliği 4 gruba ayrılır.

a) Hava kirliliği

b) Toprak kirliliği

c) Su kirliliği

d) Ses kirliliği

1.2. SU KİRLİLİĞİ

Yeryüzündeki sular, güneşin sağladığı enerji ile sürekli bir döngü içinde bulunur. İnsanlar, ihtiyaçları için, suyu bu döngüden alır ve kullandıktan sonra tekrar aynı döngüye iade ederler. Bu süreç sırasında suya karışan maddeler, suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirerek “su kirliliği” olarak adlandırılan durumu ortaya çıkarırlar. Su kirlenmesi, su kaynağının fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin olumsuz yönde değişmesi şeklinde olur¹.

Çevre kirlenmesi denilince genellikle hava, su ve toprağın kirlenmesi düşünülür. Bunlardan en kolay ve çabuk kirlenen kuşkusuz sudur. Çünkü her kirlenen şey genelde su ile yıkanarak temizlenir, bu da kirliliğin son mekanının su olması anlamına gelir. Havanın ve toprağın kirlilik bakımından zamanla kendi kendilerini yenilemeleri bir bakıma kirliliklerini suya vermelerine neden olur¹.

Hava içinde bulunan katı ve sıvı tanecikler, havadan çok ağır olduklarından, çok geçmeden aşağı doğru inerek karalara ve sulara ulaşırlar. Havanın içinde bulunan gaz ve buhar halindeki kirleticiler de zamanla yağmur suları ile yeryüzünde toprak ve

¹ <http://w3.gazi.edu.tr/web/alperal/cevre1.htm>

suya karışırlar. Bunlara örnek olarak, kükürt, azot ve karbondioksit verilebilir. Havaya karışan pek çok kirletici madde çok dayanıklı olmadığından, zamanla oksijen, ışık ve ultraviyole ışınlarının etkisi ile parçalanır. Daha sonra dünyada toprağa, göle, denize ve havaya karışırlar. Bu kirleticilerden toprağa yayılanlar da zamanla mekaniksel ve sel suları yardımı ile veya başka etkenlerin yardımı ile topraktan suya geçer ¹.

Denizlerden buharlaşan sular yukarıda yoğunlaşıp yağmur halinde aşağıya düşünce pek çok pislikleri ve suda eriyen maddeleri beraberce nehirlere ve özellikle denizlere doğru sürüklerler. Bu şekilde pislikler ve kirleticiler durmadan havadan ve topraktan suya geçerler. Karalardan sökülebilen ve sular tarafından sürüklenen taş ve topraklar da bu kirletici maddeler gibi denizlere ulaşınca bir daha eski yerlerine gidemezler. Onun içindir ki denizler bilhassa nehir ağzlarında devamlı dolmakta ve karaların yüzölçümü az da olsa artmaktadır. Kısacası karalardan ve atmosferden ister suda erimiş olsun, ister erimemiş olsun suya sürüklenen maddeler ve bu arada kirleticiler bir daha eski yerlerine dönemezler. Her şeyden önce yer çekimi buna manidir. Erozyon sonucunda her yıl milyonlarca ton kıymetli toprak karalardan sulara ve dolayısıyla denizlere geçer. Bir bakıma bu da önemli bir çevre sorunudur ¹.

Dünyamızın verimliliği bu yüzden gittikçe azalmaktadır. Sulara ve denizlere geçen maddeler okside edilebilir cinsten iseler (mesela organik maddeler) sudaki erimiş oksijeni yakacaklarından sudaki hayat şartlarını zorlaştırırlar. Genellikle organik maddeler oksijenle zamanla parçalanırlar ve özelliklerini kaybedip zararsız hale gelirler. Suda erimiş haldeki oksijen sudaki hayatın devamında büyük bir etkidir. Bir kısım organik madde çok dirençli olup uzun zaman bozulmadan kalabilirler. Bu gibi maddelerin çevre üzerindeki olumsuz etkileri de uzun sürer ve ekolojik sistem dengesini ciddi olarak bozabilirler. Örnek olarak petrol ürünlerinden, sudan ağır olup dibe çökenler gösterilebilir ¹.

¹ <http://w3.gazi.edu.tr/web/alperal/cevre1.htm>

1.2.1. Yüzeysel Sularda Kirletici Etki Yapabilecek Unsurlar

Yüzeysel sularda kirletici etki yapabilecek unsurlar Dünya Sağlık Örgütü'nce (WHO) sınıflandırılmıştır. Bunlar:

1.2.1.1. Bakteriler, Virüsler ve Diğer Hastalık Yapıcı Canlılar

Suların hijyenik açıdan kirlenmesine neden olan bu organizmalar, genellikle hastalıkla veya portör (hastalık taşıyıcı) olan hayvan ve insanların dışkı ve idrarlarından kaynaklanır. Bulaşıcı etki, ya bu atıklarla doğrudan temasla veya atıklarının karıştığı sulardan dolaylı olarak gerçekleşir. İçme suyu temini açısından hijyenik kirlenme önemli bir sorun oluşturmaktadır.

1.2.1.2. Organik Maddelerden Kaynaklanan Kirlenme

Ölmüş hayvan ve bitki artıkları ile tarımsal artıkların yüzeysel sulara karışması sonucunda ortaya çıkan kirlenmedir.

1.2.1.3. Endüstri Atıkları

Çeşitli endüstri faaliyetleri sonucu oluşurlar ve fenol, arsenik, siyanür, krom, kadmiyum gibi toksik maddeler içerirler. Bunlar da suların kirlenmesinde önemli etki gösterirler.

1.2.1.4. Yağlar ve Benzeri Maddeler

Tankerler veya boru hatlarıyla taşınan petrolün kazalar sonucunda yüzeysel sulara karışmasının yarattığı olumsuz etkiler açısından önem taşımaktadır.

1.2.1.5. Sentetik Deterjanlar

Sentetik Deterjanlar içerdikleri fosfatlar nedeniyle yüzeysel sularda ötrofikasyona ve dolayısıyla ikincil kirlenmeye neden olmaktadır. Sentetik deterjanların evlerde

kullanılmaya başlaması evsel atık sularının özelliğini değiştirmiş ve bu sulara endüstriyel sularda rastlanılan benzer nitelikler vermiştir.

1.2.1.6. Radyoaktivite

Radyoaktif kirlenme hastanelerden, araştırma kuruluşlarında ve bazı endüstri dallarından kaynaklanabilmektedir. Nükleer silah denemeleri sonucunda artan radyoaktivite, yağmur sularını da kirletmekte ve bunun sonucu olarak yüzeysel sular, radyoaktif kirlenmeye maruz kalmaktadır.

1.2.1.7. Zirai Mücadele İlaçları (Pestisitler)

Bunların besin zincirine girmesi ekosistemlerde önemli sorunlar yaratır. Pestisitler toksiktirler ve çoğunluğu karsinojenik etkiye sahiptirler.

1.2.1.8. Yapay Organik Kimyasal Maddeler

Bu yapay maddeler yerlerini aldıkları doğal maddelere göre çevreyi daha fazla kirletirler.

1.2.1.9. İnorganik Tuzlar

Çok yüksek dozlarda kirletici olduklarından suları içme, sulama ve birçok endüstriyel kullanım için uygunsuz duruma getirebilirler.

1.2.1.10. Yapay ve Doğal Tarımsal Gübreler

Gübrelerin içerdiği azot ve fosfor, sulamadan dönen drenaj suları ile yüzeysel sulara karışmakta ve doğrudan suyun kalitesine etki etmektedir.

1.2.1.11. Atık Isı

Tek geçişli soğutma suyu sistemlerine sahip termik santraller, yüzeysel sulara büyük miktarlarda atık ısı verir. Sıcaklığı artmış sular, içme suyu kaynağı olarak uygun değildir. (WHO)

Su kaynaklarının kirliliği büyüyen ve gelişen bir problemdir; bu konuyla ilgili bir yasa olmasına rağmen toksik kimyasal maddelerin sucul çevreyi kirletmesi, sucul çevrenin kirlenmesinde payı olan başlıca kaynaklar olan evsel ve endüstriyel atıklarla oluşmaya devam etmektedir (Claxton et al., 1998; White and Rasmussen, 1998).

1.2.2. Aydın İli'nde Sanayi Tesislerinden Kaynaklanan Su Kirliliği

Aydın ili Buharkent İlçesi'nde çok sayıda bulunan tavuk işletmelerinden kaynaklanan atıkların (koku, gübre, tavuk ölümleri vb.) yağışlar yolu ile Büyük Menderes Nehri'ni kirlettiği tespit edilmiştir. Özellikle kümes hayvanlarının atıklarından kaynaklanan *Salmonella*'nın suda uzun süre canlılığını koruması insan sağlığı üzerinde tehdit oluşturmaktadır. Aydın İli Karacasu İlçesi'nde sayıları artan yaklaşık 25 adet deri işleme tesisinden kaynaklanan atık sular, Dandalaz Çayı vasıtası ile Büyük Menderes Nehri'ni kirletmektedir. Her ne kadar bu işletmelerde hem biyolojik hem de kimyasal yönden gerekli arıtmayı yapacak tesisler mevcutsa da, bu arıtma tesisleri yüksek enerji maliyeti nedeniyle düzenli ve sağlıklı olarak çalıştırılmamaktadır. Aydın İli'nde bulunan 143 adet Zeytinyağı fabrikasında zeytinlerin işleme tabii tutulması sırasında çıkan ve karasu diye anılan atık sular, organik maddeler içermekte ve Kimyasal Oksijen İhtiyacı (COD) değerleri yüksek bulunmaktadır. Bu işletmeler sezonluk olarak faaliyet göstermelerine rağmen, çok sayıda olmaları, yüksek miktarlarda atık su oluşturmaları, oluşan karasuyun kimyasal içeriği ve karasuyun arıtım teknolojisinin bulunmaması nedeniyle bölgede yarattıkları kirlilik küçümsenemez boyuttadır. Karasuyun ihtiva ettiği maddeler itibari ile gübre olarak kullanılabilme imkanları bulunduğundan, bu konudaki araştırmalar halen devam etmektedir. Aydın İli'ndeki zeytinyağı fabrikalarının bir kısmı (özellikle son yıllarda faaliyete geçenler) sürekli sistemde modern tesisler

olup, diğeri klasik sistemde zeytini yağ haline getiren yağhanelerdir. Bu fabrikalarda yaklaşık olarak 250.000-300.000 ton zeytin işlenmektedir. Aydın merkezinde ve ilçelerinde toplam 18 adet mezbaha ve 3 adet sucuk ve beyaz et işleme tesisi bulunmaktadır. Söz konusu mezbahalarda yılda yaklaşık 50,000 büyük ve küçükbaş hayvan kesilmektedir. Buralardan çıkan atık sular, doğrudan ve/veya dolaylı olarak Büyük Menderes Nehri'ni kirletmektedir (Aydın İl Çevre Durum Raporu, 2006).

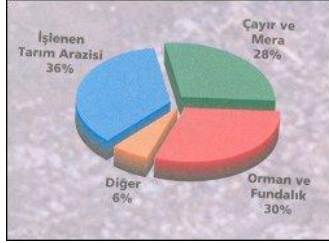
Aydın İli'nde su kirliliğine sebep olan sektörlerden; makine ve kimya sanayinde 4 adet, tekstil sanayinde 7 adet, gıda sanayinde 25 adet, maden sanayinde 21 adet işletme faaliyet göstermekte ve bu işletmelerden toplam 10 adetinde atık su arıtma tesisi bulunmaktadır. Büyük Menderes Havzası çok yoğun bir karayolu trafiğine sahiptir. Aydın karayolu üzerindeki akaryakıt istasyonlarından kaynaklanan atıklar, dereler vasıtasıyla Büyük Menderes Nehri'ni kirletmektedir. Aydın İlinde, Merkez İlçe ve Umurlu Beldesinde olmak üzere 2 adet Organize Sanayi Bölgesi bulunmaktadır. Bunlardan yalnızca Umurlu Organize Sanayi Bölgesinin atık su arıtma tesisi bulunmaktadır. Büyük bir kısmı Aydın İli sınırları içerisinde bulunan Büyük Menderes Nehri'ndeki kirlilik, Aydın ilinden çok Büyük Menderes Havzasının üst kısmında bulunan illerdeki sanayi tesislerinden kaynaklanmakta ve Büyük Menderes Nehri, Aydın İli sınırlarına zaten kirlenmiş olarak ulaşmaktadır. (Aydın İl Çevre Durum Raporu, 2006).

1.3. TOPRAK

Hava ve su gibi, canlıların yaşaması için vazgeçilmez unsurlardan bir diğeri de topraktır. Toprak, bitki örtüsünün beslediği kaynakların ana deposudur.

Toprağın üst tabakası insanların ve diğeri canlıların beslenmesinde temel kaynak teşkil etmektedir. Bir gram toprağın içerisinde milyonlarca canlı bulunmakta ve ekosistemin devamı için bunların hepsinin ayrı önemi bulunmaktadır. Toprağın verimliliğini sağlayan ve humusça zengin olan kısmı toprağın üst tabakasıdır. Dünyadaki toprakların ancak 1/10'ünde üretim yapılabilmektedir. Ülkemizin arazi varlığının ise yaklaşık % 36'sı işlenmekte, % 28'i çayır ve mera, % 30'u orman ve

fundalık olup, geriye kalan bölümü diğer araziler içinde yer almaktadır (Şekil 1.1). Ekilebilir arazinin ancak % 11'i sulanabilmektedir ².



Şekil 1.1 Türkiye’de kullanılabilir arazi varlığının oranları (www.cevreorman.gov.tr)

Toprak en önemli doğal kaynaklardan birisi olup; tarım dışı amaçlarla kullanılması, ağır metallerle kirlenmesi ve erozyon sonucunda oluşan etkilerle kayıplara uğramakta ve verim düşmektedir ².

Yirminci asrın başından itibaren modern tarıma geçilmesi ve sanayileşmenin hızlanması ile birlikte, toprak kirliliği de bir çevre sorunu olarak ortaya çıkmaya başlamıştır. Daha önceki asırlarda kullanılan güç ve enerji kaynaklarının yetersiz olması, nüfusun azlığı, endüstrileşmenin henüz gelişmemesi sebebiyle diğer çevre faktörlerinde olduğu gibi toprakta da herhangi bir kirlenme söz konusu değildi. Özellikle yirminci yüzyılın ortalarına doğru hızlı nüfus artışı ile birlikte, tarım ve diğer alanlardaki sanayi ve teknolojinin gelişmesine paralel olarak toprak kirliliği de artmaya başlamıştır. Toprak kirliliği her geçen gün daha da ciddi boyutlara ulaşan önemli çevre problemlerinden birisini teşkil etmektedir ².

1.3.1. Toprak Kirliliğine Sebep Olan Faktörler

Genel olarak yerleşim alanlarından çıkan atıklar, egzoz gazları, endüstri atıkları, tarımsal mücadele ilaçları ve kimyasal gübreler toprak kirliliğine sebep olan en önemli etkenlerdir.

² http://cevreorman.gov.tr/toprak_01.htm

- Yerleşim alanlarından çıkan çöplerin boşaltıldığı alanlar ile kanalizasyon şebekelerinin arıtılmaksızın doğrudan toprağa verildiği alanlarda toprak kirliliği meydana gelmektedir.
- Egzoz gazları, ozon, karbon monoksit, kükürt dioksit, kurşun, kadmiyum vs. gibi zehirli maddeler havaya yayılmakta ve solunum yolu ile büyük bir kısmı canlılar tarafından alınmaktadır. Geriye kalanı ise, rüzgarlar ile uzak mesafelere taşınmakta ve yağışlarla yere inerek, toprak ve suları kirletmektedir.
- Toprak kirliliğine sebep olan diğer bir faktör de tarımsal mücadele ilaçları ve suni gübrelerdir. Tarımsal mücadele ilaçlarının bilinçsiz ve aşırı kullanımı sonucu, toksik maddelerin toprakta birikimi artmakta ve doğal ortamın kirlenmesine sebep olmaktadır.
- Sodyum, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, bakır, mangan, bor gibi maddeleri içeren suni gübrelerin de aşırı ve bilinçsiz kullanım sonucu toprağın yapısı bozulmakta ve toprak kirliliğine yol açmaktadır.
- Endüstri tesislerinden çıkan ve arıtılmaksızın havaya, suya ve toprağa verilen atıklar çevreyi kirletmektedir ².

1.3.2. Toprak Kirliliğinin Sonuçları

- Topraktaki besin maddelerinin konsantrasyonu değişir.
- Sudaki süspanse katı maddeler toprakta birikerek toprağın geçirgenliği gibi bazı fiziksel özelliklerini bozar.
- Fenoller, deterjan molekülleri gibi bazı organik moleküller toprağa yığılmakta ve burada yetişen kültür bitkileri ile gıda zincirinde taşınabilmektedir.

² http://cevreorman.gov.tr/toprak_01.htm

- Ağır metallerin ve iz elementlerinin topraktaki konsantrasyonları artarak, bitki gelişimi ve kalitesi bozulmakta ve neticede topraktan alınan verim azalmaktadır.

1.3.3. Toprak Kirliliğinin İnsan ve Çevre Üzerine Olan Etkileri

Toprağın doğal yapısının bozulması neticesinde toprak üzerinde bitki ve hayvanlar da barınamaz. Atık sular tarım alanlarının sulanmasında kullanılırsa içindeki kimyasal maddeler toprağa bulaşır ve kirlenmeye neden olur. Bu kimyasal maddeler insanlar ve hayvanlara ciddi zararlar verebilir.

Egzoz ve baca gazları içinde karbon dioksit, azot dioksit, kükürt dioksit gibi gazlar bulunur. Bu gazlar havadaki su buharı ile birleşerek asit damlacıklarını oluştururlar. Asit damlacıkları yağmurlarla yeryüzüne iner. Bunlar bitki ve hayvanlara zarar verdiği gibi toprağa yeni kimyasal maddeler ekleyerek doğal yapısını bozar.

Erozyon nedeniyle tarıma elverişli toprakların kalınlığı gün geçtikçe azalmaktadır. Elverişli toprağın azalması neticesinde özellikle çiftçiler zarar görmektedir².

Nüfus, göç ve kirlilik; gelişmekte olan ülkelerin en önemli üç problemidir. Henüz gelişimlerini tamamlamayı bitirmemiş olan ülkelerde atıkların nereye ne şekilde atılacağı konusunda çelişkiler olmakta ve genelde atıklar akarsulara, nehirlere boşaltılmaktadır (Grover and Kaur, 1999).

² http://cevreorman.gov.tr/toprak_01.htm

Tez Çalışma Alanı Hakkında Bilgi

Aydın ili, merkez dahil 17 ilçe, 489 köy ve 54 belediye ile yerleşim alanları daha çok Büyük Menderes Nehri'nin kuzey ve güney doğrultusunda yayılmıştır. Doğudan Denizli, Batıdan Ege Denizi, Güneyden Muğla, Kuzeyden de İzmir ve Manisa illeri ile çevrilidir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 Aydın İli'nin İlçeleri ve Komşu İlleri (www.cevreorman.gov.tr)

Aydın İlinin yaşam kaynağı olan B. Menderes Nehri 584 km. boyunca akarak Ege Denizi'ne kadar uzandığı Havza'da yer alır. Büyük Menderes Havzasının yüzölçümü yaklaşık 25.000 km²'dir. Havzanın 19.846 km²'lik kısmı Aydın il sınırları içinde kalır. 35 yıllık yağış ortalamasının 567 mm. olduğu Aydın ilinde Büyük Menderes Nehri'nin ortalama debisi 37m³/sn'dir. (Aydın İl Çevre Durum Raporu, 2006).

Aydın ili, iklim, toprak ve topografik yapı itibariyle bölge ve ülke açısından polikültür tarıma uygun ve ülke tarımında önemi olan illerimiz arasındadır. İlin yüzölçümünün % 50'sini zeytin ve meyvelikler kaplamaktadır. Aydın ili Türkiye genelinde zeytin, incir, kestane üretiminde birinci, pamuk üretiminde Adana'dan

sonra 2. sırada yer almaktadır. İlin % 67'sini dağlık alanlar kaplar. Kuzeyde doğu-batı yönünde uzanan sıra dağlar Aydın Dağlarıdır ve zirvesi 1732m. ile Karlık Tepesi'dir. Güneyde Doğu-Batı yönünde uzanan dağlar, Büyük Menderes Nehri'nin kolları olan Dandalas Çayı, Akçay ve Çine Çaylarının güneyden kuzeye doğru parçalayan vadileri nedeniyle parçalı bir görünümdeydir. İlin en yüksek dağı olan Madran Dağı, Akçay ve Çine Çayları arasında kalır. Ortada kalan Menderes Nehri civarı düzlüktür. Kuzey yönünü, Dinar'dan başlayıp 300 km devam eden ve Samson dağları adını alarak Ege Denizinde sona eren Mezukis Dağlarının en yüksek noktası 1360 metredir. Ülkenin orman ürünleri üretiminin % 3,8'i Aydın ilinden karşılanmaktadır. (Aydın İl Çevre Durum Raporu, 2006).

Büyük Menderes Nehri'nin suladığı alanlar Büyük Menderes Ovası olarak tanımlanır. Denizli İl sınırlarından başlar ve B. Menderes Nehri'nin geçtiği ova, taşkın ovası niteliğinde bir sahadır. Nehrin çağlar boyu denize taşıdığı alüvyonla bugünkü ovayı oluşturmuştur. Havzadaki ovalar Aydın, Söke, Yenipazar, Koçarlı, Karpuzlu, Çerkez ve Çine Ovası gibi yerel adlarla anılırlar. Bu ovaların tamamı Büyük Menderes Ovasını oluşturur. Denizli ili sınırlarından Ege Denizine kadar uzanan bu ovanın en geniş yeri 20 km.yi bulmaktadır. Doğu-Batı uzanımlı verimli toprakların önemli bir kısmı şu anda şehrin yerleşim alanı altında kalmıştır. Titizlikle korunması gereken 1. Sınıf tarım arazilerinin iskân sahası olarak kullanılması, tarımsal alanların aleyhine gelişen bu olumsuzluktur. (Aydın İl Çevre Durum Raporu, 2006).

Büyük Menderes havzasına 50'den fazla dere ve akarsu yer almakta, bu yan dere ve akarsular Büyük Menderes Nehri'ne dökülmektedir. Vadilerdeki yan dere ve akarsuların büyük kısmı yağışa bağlı akış gösteren mevsimlik akarsulardır ve çoğu yaz aylarında kurumaktadır. (Aydın İl Çevre Durum Raporu, 2006).

Aydın ili B. Menderes Nehri ile sulanan geniş tarım arazilerine sahiptir. B. Menderes Nehri'ne yakın araziler genelde 1. sınıf ve Alüviyal topraklardan oluşmaktadır. Bu verimli topraklar doğuda Kuyucak ilçesi sınırlarından başlayarak batıya doğru uzanmakta ve kuzey-güney doğrultuda yaklaşık 10 km'lik bir alanda yayılmış göstermektedir. İl sınırları içerisinde en verimli topraklar Nazilli, Sultanhisar, Köşk,

İncirlioiva, Koçarlı, Germencik ve Söke İlçe'lerinde yer almaktadır. Ayrıca Aydın İli'nin Bozdoğan İlçe'si sınırlarında yer alan Akçay ile ilin Çine İlçe'si yakınlarından geçmekte olan Çine Çayı etrafında da alüvyal ve kolüvyal yapıda 1. sınıf tarım toprakları bulunmaktadır (Aydın İl Çevre Durum Raporu, 2006).

Nehri çok sayıda yan dere ve çaylar beslemektedir. Bunlar; Çine Çayı, İkizdere, Dandalaz Çayı, Akçay, Karpuzlu Çayı, Tabakhane Deresidir. B. Menderes Nehri, kaynağından denize dökülene kadar tüm kısımlarında; yapılan atık su deşarjları, endüstriyel faaliyetler, tarımsal faaliyetler ve jeotermal kaynaklı doğal salınımlar vasıtası ile kirletilmektedir. B. Menderes Nehri'nin kirliliğinde en büyük payı Uşak İli'nde bulunan Deri Sanayi ve evsel atık suları almaktadır. Denizli İli Tekstil Sanayi ve evsel atık suları ile kirliliği bir kat daha arttıktan sonra zaten kirlenmiş olarak ilimiz sınırları içerisine giren B. Menderes Nehri, Aydın İli sınırları içerisinde de özellikle evsel atık sular vasıtası ile kirletilmeye devam ederek Ege Denizi'ne dökülmektedir (Aydın İl Çevre Durum Raporu, 2006).

1.3.4. Aydın İli'nde Toprak Kirliliğinin Nedenleri

- Erozyondan kaynaklanan kirlilik,
- Toprakların amaç dışı kullanımından kaynaklanan kirlilik,
- Arıtmaya tabi tutulmayan evsel ve sanayi atıklarından kaynaklanan dolaylı veya dolaysız toprak kirliliği,
- Yanlış yapılaşmadan kaynaklanan bozukluklar,
- Toprak sanayine hammadde temini nedeniyle oluşan kirlilik,
- Arazi açma veya başka nedenlerden dolayı oluşan orman yangınlarından kaynaklanan kirlilik (Aydın İl Çevre Durum Raporu, 2006).

İlave olarak çeşitli nedenlerle kirlenmiş B.Menderes Nehri'nin suyuyla tarım arazilerinin sulanmasından kaynaklanan kirliliği de bunlara ekleyebiliriz.

1.3.5. Aydın İli'nde Sanayi Tesislerinden Kaynaklanan Toprak Kirliliği

Yerleşim birimleri ve sanayiden oluşan ve arıtmaya tabi tutulmayan atık sular, tarımda kullanılan sulama sularına karıştığında, dolaylı olarak toprak kirliliğine sebep olmaktadır. Bunun yanı sıra tuğla ocakları ve toprak sanayine hammadde temini maksadı ile topraklar amaç dışında kullanılarak tahrip edilmektedir. Taş ocakları tüzüğüne göre, işletilen kum ocaklarının verimli arazilerden ve dere yataklarından, tüzüğe uygun olmayan malzeme almaları nedeniyle birinci sınıf tarım arazilerinde ortaya çıkan yarıntı erozyonu sonucu kayıp ve zararlar meydana gelmektedir (Aydın İl Çevre Durum Raporu, 2006).

Sanayi ve evsel atıkların artması, bu maddelerin arıtılmadan doğaya verilmesi kirliliği oluşturan etkenlerden biridir. Kirliliğin bir başka sebebi ise tarımda ürün artışı sağlamak için kullanılan pestisitler ve suni gübrelerdir. Bu maddeler de, yağmur sularıyla topraktan yıkanarak yeraltı sularına karışmakta ve oradan da nehir, göl veya denizlere ulaşmaktadır (Claxton et al., 1998; White and Rasmussen, 1998). Bu gibi kirleticilerin bulaştığı suların tarımsal sulamada kullanılması ekosisteme zarar vermektedir. Toprakta biriken kimyasallar ve ağır metaller besin zinciri yoluyla insanlara kadar ulaşmaktadır. Çeşitli çalışmalar sonucu bu tür kimyasal maddelerin insanlarda doğrudan zehirlenmenin yanı sıra hücre bölünmesi ve kromozomlarda anormallikler oluşturarak başta kanser olmak üzere çeşitli hastalıklar, düşüklükler, prematüre doğumlar gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açtıkları gösterilmiştir (Kovalchuk et al., 1998).

Topraktaki ve sudaki kirliliği belirlemek için pek çok fiziksel ve kimyasal analizler yapılmaktadır. Fakat bu analizler tek başlarına yeterli olmamaktadır. Bu kirleticilerin canlılar üzerindeki etkilerini belirlemek için genotoksisite çalışmalarının yapılması gerekir. Genotoksisite çalışmalarda çeşitli hayvansal ve bitkisel test sistemleri kullanılmaktadır (Békaert et al., 1999). *Vicia faba*, *Allium cepa* ve *Tradescantia palludosa* gibi bitkiler kullanılarak su ve toprakta genotoksisite belirlenmeye

çalışılmaktadır (Rank and Nielsen, 1998; Grover and Kaur, 1999; Kong and Ma, 1999; Moraes and Jordão, 2001; Patra and Sharma, 2002).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Çevre kirliliğinin canlılar üzerindeki genotoksik etkilerini belirlemek için kromozom aberasyon testi ve mikronükleus testi gibi çeşitli test sistemleri kullanılmaktadır. *Allium* anafaz aberasyon testi, *Tradescantia* mikronükleus testi ve *Tradescantia* stamen hair mutasyonu testinin özellikle doğada kimyasallardan kaynaklanan genotoksitenin ortaya çıkarılmasında en önemli testler olduğu bilinmektedir.

Binlerce kimyasal madde doğada serbest kalır ve kendilerine bir yol bulur; Hava, toprak, yer altı suyu ve yer üstü suyu, endüstriyel çalışma, tarımsal uygulama, evsel çalışmayla vs. çok sayıda genotoksik bileşen hem partiküler hem de gaz fazlarında özellikle nüfusun yoğun olduğu bölgelerde bulunmaktadırlar. Endüstriyel binalarda, elektrik santrallerinde ve motorlu araçlarda güç üretimi ve taşınması için fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan bileşikler genotoksik bileşenlerin bir numaralı kaynağı olarak düşünülmektedir (Natusch, 1978).

Krom bileşenleri insanlarda ve hayvanlarda farklılaşarak toksik, genotoksik, mutajenik ve karsinojenik etkiler yaratmaktadır (Von Burg and Liu, 1993; Stohs and Bagchi; 1995; Mounth and Hockett, 2000).

Kağıt hamuru ve kağıt fabrikaları, çelik dökümhaneleri, organik kimyasal imalathaneleri gibi bazı endüstrilerin önemli genotoksik atıkları boşalttığı bilinmektedir (Houk, 1992). Yanlış olarak kullanıldığında bu atıklar toprağı genotoksik bileşenleriyle kirlletirler. Kimyasal maddeler, zararlı böcekler ve bitki ilaçları toprağı zarar veren önemli bileşenlerdir. Bu bileşenleri topraktan alan bitkilerin tüketilmesi ve bileşenlerin topraktan içme suyu olarak kullanılan yeraltı ve yer üstü suyuna sızması sonucunda topraktaki genotoksik bileşenler insan sağlığına zararlı etki etmektedir. Toprağın kompleks kimyasal niteliğinden dolayı standart kimyasal analizler potansiyel genotoksiteni değerlendirmek için sınırlıdır. Bununla birlikte biyolojik tanımlayıcılar topraktaki toksitenin değerlendirilmesi için kullanılmaktadırlar.

Ukrayna'da Çernobildeki nükleer patlamadan sonra kontamine olmuş toprakların genotoksitesisi *Allium cepa* kromozom aberasyon testi ile belirlenmeye çalışılmıştır. Kazadan sonra radyoaktif olarak etkilenen topraklara soğan tohumları ekilmiştir. Kontrol grubu olarak da kazadan radyoaktif olarak etkilenmeyen topraklar kullanılmıştır. Bu bölgelerden yetiştirilen soğanlarla yapılan mikroskobik incelemeler sonucunda farklı kromozom hasarlarına rastlanmıştır (Kovalchuk et. al., 1998).

Sahi ve arkadaşları (1998), *Allium cepa* test sistemini Hindistan Nehrinin sularındaki krom kirliliğinin canlılar üzerindeki etkilerini araştırmak için kullanmışlardır. Krom kirliliğinin yüksek olduğu yerlerde mitotik indekste ve kromozom anormalliklerinin oranındaki artış olduğunu gözlemlemişlerdir. Böylece kromun sitotoksik ve genotoksik etkileri olduğunu belirlemişlerdir.

Meksika Queretaro'da endüstri atıkları ve evsel atıklarla kirletilmiş sularla sulanan topraklardan alınan örneklerle ekstraktlar hazırlanarak yapılan çalışmada her üç test sistemi de (*Allium* anafaz aberasyon testi, *Tradescantia* mikronükleus testi ve *Tradescantia* stamen hair mutasyonu testi) kullanılmıştır. Çalışma sonunda bölgelerde kirleticilerin toprakta yüksek oranda toksik etki oluşturduğu gözlemlenmiştir (Cabrera and Rodriguez, 1999).

Cotelle ve arkadaşlarının (1999) yaptıkları çalışmada; kontamine olmuş topraktaki genotoksitesinin *Allium/Vicia*- mikronükleus ve *Tradescantia*-mikronükleus testleri ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır. İki farklı bölgeden alınan toprak örneklerinin metallerle (A Bölgesi PCB, B Bölgesi PAH) kontamine olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada 3 farklı test sisteminin farklı duyarlılık gösterdiği belirlenmiştir. A Bölgesindeki toprakların B Bölgesindeki topraklardan daha toksik olduğu saptanmıştır.

ABD'de yapılan bir çalışmada 5 farklı bölgeden su ve toprak örnekleri alınmış ve bunlarla üç temel test olan *Allium* anafaz aberasyon testi, *Tradescantia* mikronükleus testi ve *Tradescantia* stamen hair mutasyonu testleri yapılmıştır. Çalışılan bölgelerden alınan toprak örneklerinin bir kısmı pestisit içerirken bir kısmı pestisit

içermemektedir. Yapılan çalışmaların sonunda özellikle pestisit içeren örneklerde çıkan sonuçların yüksek genotoksik etki gösterdiği saptanmıştır (Kong and Ma, 1999).

Hindistanda yapılan bir çalışmada evsel ve endüstriyel atıkların etkisi *Allium-mikronükleus* ve anafaz hasarı testleri ile anlaşılmaya çalışılmıştır. Atıkların karıştığı bölgelerden alınan örneklerle yapılan çalışmalar sonucunda oluşan anafaz hasarları ve mikronükleuslar çalışmadaki tezlerini doğrulamıştır (Grover and Kaur, 1999).

Gichner ve Veleminsky (1999) motorlu taşıtlar ile yüksek oranda kirlenmiş Çek Cumhuriyetin'de Prague'de 2 ayrı bölgeden toprak örneklerini almışlardır. Negatif kontrolde de motorlu araç trafiğinin olmadığı bir bölge kullanılmıştır. Test toprağı ekstraktlarının hiçbirinde somatik mutasyon frekansında artış gözlenmemiştir. Buna karşılık bir bölgedeki % 5'lik DMSO toprak ekstraktında polen ana hücrelerinin mikronükleus frekansında anlamlı bir artış gözlenmiştir. 14 gün sonra deneyin tekrarlanışında yine mikronükleus frekansında bir artış gözlenmiş fakat istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür.

Türkoğlu ve Koca (1999), yaptıkları çalışmada bir pestisit olan Paraquat'ın *Vicia faba*'da kromozomlar, DNA ve mitoz bölünmeye olan etkilerini incelemişlerdir. *Vicia faba*'nın hem köklerine hem de tohumlarına yapılan farklı dozlardaki uygulamada her iki durumda da mitotik indeksin kontrole göre azaldığı ve kromozom hasarlarının arttığı saptanmıştır.

Watanabe ve Hirayama (2001), Japonya Osaka'da üç farklı bölgeden 10 ayrı yerden toprak örneklerini çalışmışlardır. Toprak örneklerinin organik özütlerinden mutajenite bileşenleri olarak 1,6 ve 1,8 dinitropyrene (DNP) izomerleri tanımlamışlardır. En yüksek katkı oranları Osaka'daki Sumiyoshi-ku'da gözlenmiştir ve 3 DNP izomerin toplam katkı oranı yaklaşık % 50 oranında çıkmıştır. 1,3-, 1,6- ve 1,8-DNP izomerleri literatürde tanımlanan *Salmonella* mutasyon testlerinde en etkili mutajenlerdir. Üstelik tüm izomerler deney hayvanlarında farklı karsinojeniteyi göstermişler ve Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) tarafından 1,6-DNP ve 1,8-DNP insan karsinojenleri listesine eklenmiştir.

Ağır metaller tarafından çevrenin kirletilmesi her geçen yıl artmaktadır ve bu metallerin sitotoksik etkilerinin analizi onların mutajenik olmasından ve deney organizmalarında ve onlara maruz kalan insanlarda tümörlerin oluşmasına sebep olmasından dolayı özel bir ilgi görmektedir (Garcia-Rodriguez et al., 2001).

Majer ve arkadaşları (2002), metallerle kontamine olmuş topraklardaki mikrobiyal parametre değişimleri ve genotoksik etkiler arasındaki ilişkiyi açıklamak için yaptıkları çalışmada 9 farklı bölgeden 20 toprak örneği almışlardır. Genelde, aynı bölgedeki topraklarda metal konsantrasyonunun artışıyla birlikte *Tradescantia* mikronükleus testi ile mikronükleus frekansının arttığı gözlenmiştir. Fakat farklı bölgelerdeki topraklarda metal konsantrasyonu ile genotoksosite arasında bir ilişki kurulamamıştır. Bu çelişkinin toprak örneklerinin kimyasal farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonuçta *Tradescantia* mikronükleus testinin metal kirlenmesine bağlı genotoksik etkilerin belirlenmesinde uygun bir yöntem olduğu söylenmiştir.

Robidoux ve arkadaşları (2004) tarafından toksisite değerlendirilmesi Kanada Ordu Eğitim Alanından patlayıcı ile kontamine olmuş toprak örneklerinin alınması ile yapılmıştır. Toksisite çalışmaları, toprak organizmalarında mikrobiyal süreç (nitrifikasyon aktivitesi, dehidrogenaz aktivitesi vs.), bitki yetiştirme (*Lactuca sativa* ve *Hordeum vulgare*), solucan büyümesi ve çoğalması (*Eisenia andrei*) üzerinde yapılmıştır. 1,3,5,tetranitro-1,3,5,7-tetrazasikloktan (HMX) ana polinitro organik bileşik olarak ölçülmüştür. Kontamine olmuş topraklarda mikrobiyal sürecin ve solucan çoğalmasının azaldığı gözlenirken bitki büyümesi anlamlı şekilde indirgenmemiştir. Sucul organizmalardaki toksisite ve genotoksosite ayrıca *Vibrio fischeri*'de suyun yikanıp ayrıştırılması, *Selenastrum capricornutum*'da büyüme inhibisyonu SOS kromotest ile çalışılmıştır. Sonuçlarda genel olarak bakteri ve algler için genotoksik bir etki gözlenmemiştir. Sadece bazı toprak örneklerinde genotoksik olarak gözlenmiştir.

Metal ve boya endüstrisi katı atık sızıntılarının genotoksik etkilerini araştırmak için Chandra ve arkadaşları (2005), *Allium cepa* kromozom aberasyon testini kullanmışlardır. Sonuç olarak metal ve boya atık sızıntılarında yüksek

konsantrasyonda krom, nikel ve demirin varlığı önemli derecede sitogenetik değişimi tetiklediği belirlenmiştir. Tüm gruplarda mitotik indeksin önemli derece azaldığı, kromozomal/mitotik aberasyonların ve mikronükleus oluşumlarının başladığı görülmüştür. Gözlenen bu etki konsantrasyona bağlıdır ve metal atık sızıntılarının kromozom aberasyon frekansları boya atık sızıntılarından daha yüksektir.

Metallerin sitotoksitesi önemlidir çünkü bazı metaller insanlarda ve deney hayvanlarında tümöre sebep olabilen potansiyel mutajenlerdir. Bunlar mikronükleus oluşumu, kromozom sapmaları, DNA kopyalanması esnasında anormallikler gibi DNA'ya birçok yönden zarar vermektedir. (Matsumoto et. al., 2006).

Brezilya'da Corrego dos Bagres deresinin üç farklı bölgesinden alınan su örnekleri ile yapılan çalışmada denemeler *Oreochromis niloticus* ve *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde yapılmıştır. Çalışma sonucunda suda bulunan krom bileşenlerinin DNA üzerinde direk etkili olduğu ve DNA'nın eşleşmesinde, kutuplaşmada ve kromozomlarda hasarlara yol açtığı gözlenmiştir (Matsumoto et. al. 2006).

Ergene ve arkadaşları (2007) endüstriyel ve kentsel atıkların karıştığı Berdan Nehri'nin genotoksitesini çalışmak için nehir boyunca farklı noktalardan su örnekleri almışlar ve balıklarda Mikronükleus testini uygulamışlardır. Mikronükleus testi yanında nükleer anormallikler ve ağır metal miktarlarını belirlemek için de kimyasal analizleri yapmışlardır. Mikronükleus frekanslarındaki artış Berdan Nehri'nin genotoksik kirleticiler ile kontamine olduğunu göstermiştir.

Genotoksisite / mutajenite testleri ve kimyasal metodolojilerin birleşimleri topraktaki potansiyel genotoksik kontaminasyonun belirlenmesinde faydalı olmaktadır. Lah. ve arkadaşları (2008) yaptıkları bir çalışmada ağır metal ve sülfür dioksit (SO₂) ile kontamine olmuş Slovenya'daki 6 farklı noktadan toprak örneklerini almışlar. Çalışmada Ames testi, Comet assay ve *Tradescantia* mikronükleus testlerini kullanmışlar. 6 bölgedeki toprak örneklerindeki genotoksik etki insan hücrelerinde Comet assay ile ispatlanmıştır, ancak Ames testi ile pozitif sonuçlar elde edilmemiştir. *Tradescantia* mikronükleus testi 3 örnekte mikronükleus oluşumlarında artış olduğunu göstermiştir.

Çalışma alanımız ile ilgili olarak B.Menderes Nehri ve kolu olan Çine Çayı'ndaki su kirliliğinin bu sulara yaşayan bazı balık türleri üzerindeki genotoksik ve histopatolojik etkileri araştırılmıştır. Çine Çayındaki *Lepomis gibbosus* ile yapılan çalışmada balıklarda mikronükleus oluştuğu ve balıkların solungaç, karaciğer gibi organlarında histopatolojik etkiler oluştuğu gözlenmiştir (Başimoğlu Koca ve ark. 2005).

Çine Çayı ve B.Menderes Nehrinde yaşayan *Barbus capitopectoralis* ve *Chondrostoma nasus* ile yapılan çalışmalarda balıklardaki mikronükleus oluşumu istatistiki olarak önemli çıkmamasına rağmen balıklarda solungaç ve karaciğer dokularında önemli oranda histopatolojik bulgular saptanmıştır (Koca ve ark. 2008).

Bu çalışmada ülkemizin önemli tarım alanlarından birisi olan Aydın Bölgesi'nde 2006 Eylül ve 2007 Mart aylarında 3 farklı bölgeden alınan toprak örneklerinin *Allium cepa* L. Kök ucu meristem hücrelerinde oluşturduğu genotoksik etkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Yaptığımız çalışmada test sistemi materyali olarak *Allium cepa* L. (soğan) bitkisi kullanılmıştır. Soğanlar Aydın'da tohum satan bir satıcıdan temin edilmiştir. Uygulamalarımızda iki farklı ayda 3 farklı bölgeden alınan toprakların sulandırılmasıyla oluşturulan farklı dozlar kullanılmıştır.

Çalışmamızda 2006 Eylül ve 2007 Mart aylarında Büyük Menderes Nehri (Çine yolu üzeri, Çine Çayı ile birleşmeden önce), Çine Çayı (Ortaova Mevkii) ve Koçarlı Köprüsü (B. Menderes ve Çine Çayı birleştikten sonra) kenarındaki mısır tarlalarından 20 cm kazılarak toprak örnekleri alınmıştır. Bu örnekler poşetlere konularak çalışma başlayana kadar buzdolabında (+4 °C) saklanmıştır. Toprak ekstraktlarının hazırlanması Cotelle ve arkadaşlarına (1999) göre yapılmıştır. Araştırmamızda topraklardan 100'er gr tartılmış ve her birinin üzerine 1000 ml distile su eklenerek homojen bir karışım elde edilmiştir. Bu homojen karışım 24 saat buzdolabında dinlendirilmiştir. 24 saatin sonunda süzülen sulardan her bölge için % 25, % 50 ve % 100'lük konsantrasyonlar hazırlanmıştır. Çalışmamızda kullanacağımız soğanların öncelikle dış kabukları soyulmuştur. Daha sonra her doz için 12 soğan olacak şekilde 12 test tüpü hazırlanmıştır. Tüplere hazırlanan konsantrasyonlardaki sular konulmuş ve kökleri suya degecek şekilde soğanlar yerleştirilmiştir. Her dönem için ayrı kontrol grubu hazırlanmıştır. Kontrol grubu olarak da dinlendirilmiş musluk suyu kullanılmıştır. Hazırlanan tüpler 23°C±2 sıcaklıktaki etüvlere yerleştirilmiştir. Her gün su seviyesi azalan tüplere kendi dozlarındaki sulardan ilaveler yapılmıştır. 72 saat sonra tüm örnekler etüvlerden çıkarılmış ve her doz için en uygun olan 10 soğan seçilmiştir. Öncelikle bu soğanlardaki kökler sayılmış ve kök uzunlukları ölçülerek not edilmiştir. Daha sonra kökler kesilerek 3:1 oranındaki etil alkol-glasiyel asetik asit içeren kapaklı şişelere konulmuş ve +4 °C'de 24 saat fikse edilmiştir. 24 saatin sonunda kökler %70'lik alkole alınarak mikroskopik sayıma kadar buzdolabına kaldırılmıştır.

Mikroskopik incelemeye başlandığında kökler alkolden alınıp 1N HCl'de 2-3 dakika hidroliz edilmiş ve %2'lik aseto-orsein içine atılarak boyanmaları sağlanmıştır. Boyanan köklerin bistüri yardımıyla uç kısımları kesilmiş, küçük parçalara ayrılmış ve lamel kapatılarak ezilmiştir. Ezme preperat yöntemi ile hazırlanan örneklerde mikroskop incelemesine geçilmiştir.

Çalışmamızda Olympus BX-51 tipi bir araştırma mikroskobu kullanılmıştır. 10x40 büyütmede rastgele seçilen 3'er bölgede toplam hücreler, bölünen hücreler sayılmış ve bunların içindeki hasarlı hücreler de sayılarak not edilmiştir. Her soğandan 6'şar kök ve her kökten 500 hücre ve her doz için de 10'ar soğan kullanıldığı için toplamda 30000 hücre sayılmıştır. Sayımlar bittikten sonra her doz için mitotik indeks hesaplanmıştır. Sayım esnasında karşılaşılan kromozom anormalliklerinin de fotoğrafları çekilmiştir.

Elde ettiğimiz tüm veriler SPSS 15.0 programında independent Samples t Testi ile istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve $p < 0.05$ olan değerler önemli sayılmıştır.

4. BULGULAR

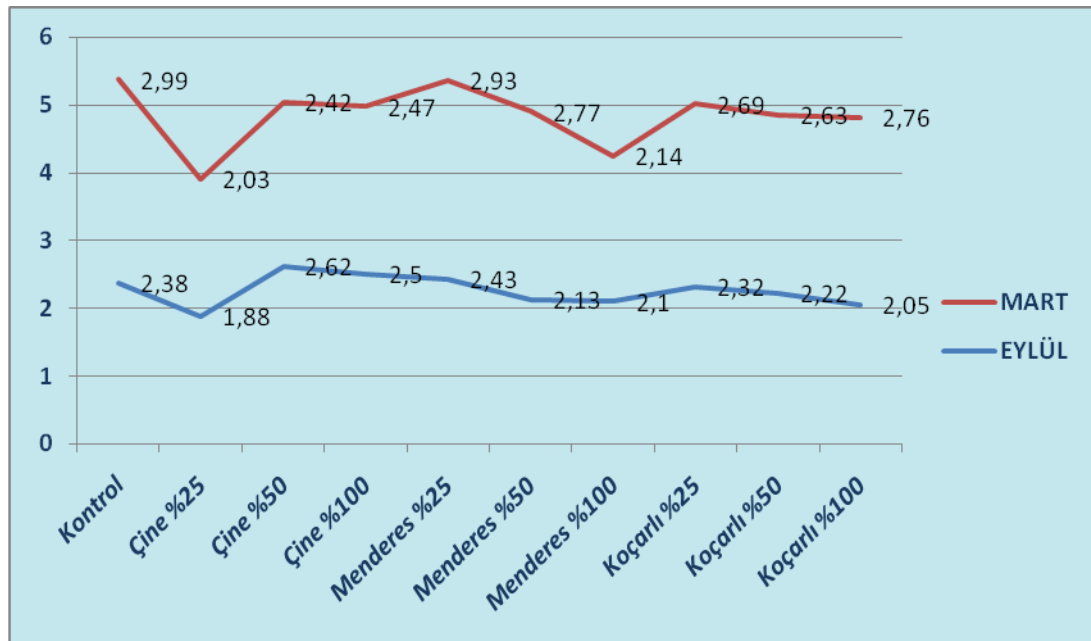
4.1.TOPRAKTAKİ GENOTOKSİSİTENİN *ALLIUM CEPA L.* KÖK UCU MORFOLOJİLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

4.1.1.Kök Uzunlukları Üzerine Etkisi

İki farklı ayda üç ayrı bölgeden alınan toprak örneklerinin sulandırılması ile elde edilen farklı konsantrasyonlardaki örnekler ile yaptığımız çalışmada 10 soğanın kök uzunluklarını kontrolle karşılaştırdığımız zaman Eylül ayı Çine % 50, Çine %100 ve Menderes % 25 dışındaki tüm gruplarda kontrole göre bir düşüş gözlenmiştir (Çizelge 4.1). Ancak bu düşüş Mart ayı Çine % 25 ve Mart ayı Menderes %100 konsantrasyonları hariç istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ($p<0.05$). Eylül ayı Çine % 50, Çine % 100 ve Menderes % 25 konsantrasyonlarındaki artış istatistiki olarak önemli değildir (Şekil 4.1-Çizelge 4.2).

Çizelge 4.1 Ortalama Kök Sayıları ve Kök Uzunlukları

	GRUPLAR	ORTALAMA KÖK SAYISI	ORTALAMA KÖK UZUNLUĞU (cm)
EYLÜL	KONTROL	26.6	2.38
	ÇİNE % 25	20.7	1.88
	ÇİNE % 50	27.0	2.62
	ÇİNE % 100	24.9	2.50
	MENDERES % 25	22.9	2.43
	MENDERES % 50	23.8	2.13
	MENDERES % 100	23.5	2.10
	KOÇARLI % 25	22.8	2.32
	KOÇARLI % 50	23.2	2.22
	KOÇARLI % 100	21.7	2.05
MART	KONTROL	30.9	2.99
	ÇİNE % 25	27.9	2.03
	ÇİNE % 50	30.9	2.42
	ÇİNE % 100	27.1	2.47
	MENDERES % 25	32.2	2.93
	MENDERES % 50	32.5	2.77
	MENDERES % 100	25.8	2.14
	KOÇARLI % 25	21.2	2.69
	KOÇARLI % 50	30.2	2.63
	KOÇARLI % 100	27.9	2.76



Şekil 4.1 Kök Uzunlukları Ortalamaları

Çizelge 4.2 Kontrolle Tüm Dozların Kök Uzunluklarının Karşılaştırılması

	GRUPLAR	P (± SD)
EYLÜL	Kontrol – Çine % 25	0.091 (±0.5750)
	Kontrol – Çine % 50	0.436 (±0.6729)
	Kontrol – Çine % 100	0.671 (±0.5656)
	Kontrol – Menderes % 25	0.860 (±0.5755)
	Kontrol – Menderes % 50	0.283 (±0.1888)
	Kontrol – Menderes % 100	0.337 (±0.5944)
	Kontrol – Koçarlı % 25	0.816 (±0.4366)
	Kontrol – Koçarlı % 50	0.582 (±0.5996)
	Kontrol – Koçarlı % 100	0.261 (±0.5948)
MART	Kontrol – Çine % 25	0.008*(±0.7087)
	Kontrol – Çine % 50	0.084 (±0.6460)
	Kontrol – Çine % 100	0.120 (±0.6799)
	Kontrol – Menderes % 25	0.842 (±0.5735)
	Kontrol – Menderes % 50	0.451 (±0.5100)
	Kontrol – Menderes % 100	0.014*(±0.6501)
	Kontrol – Koçarlı % 25	0.354 (±0.6674)
	Kontrol – Koçarlı % 50	0.274 (±0.6832)
	Kontrol – Koçarlı % 100	0.400 (±0.3893)

p: İstatistiki olarak önem derecesi

* $p < 0.05$ (istatistiki olarak önemlidir)

Aynı ayda dozlar arası kök uzunlukları bakımından yapılan karşılaştırmalarda Eylül ayı Çine % 25 ile % 50, Çine % 25 ile % 100, Mart ayı Menderes %25 ile % 100, Menderes % 50 ile % 100 arasında fark istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Aynı Ayda Farklı Dozlar Arası Kök Uzunlukları Karşılaştırılması

	GRUPLAR	P (± SD)
EYLÜL	Çine % 25 - % 50	0.017*(±0.6729)
	Çine % 25 - % 100	0.026*(±0.5656)
	Çine % 50 - % 100	0.671 (±0.5656)
	Menderes % 25 - % 50	0.146 (±0.1888)
	Menderes % 25 - % 100	0.223 (±0.5944)
	Menderes % 50 - % 100	0.882 (±0.5944)
	Koçarlı % 25 - % 50	0.675 (±0.5996)
	Koçarlı % 25 - % 100	0.264 (±0.5948)
	Koçarlı % 50 - % 100	0.532 (±0.5948)
MART	Çine % 25 - % 50	0.215 (±0.6460)
	Çine % 25 - % 100	0.174 (±0.6799)
	Çine % 50 - % 100	0.868 (±0.6799)
	Menderes % 25 - % 50	0.518 (±0.5100)
	Menderes % 25 - % 100	0.010*(±0.6501)
	Menderes % 50 - % 100	0.027*(±0.6501)
	Koçarlı % 25 - % 50	0.845 (±0.6832)
	Koçarlı % 25 - % 100	0.779 (±0.3893)
	Koçarlı % 50 - % 100	0.609 (±0.3893)

p: İstatistiki olarak önem derecesi

* $p<0.05$ (istatistiki olarak önemlidir)

Aynı bölgeden alınan örneklerin aylar arası (Eylül-Mart) aynı dozların karşılaştırılmalarında Eylül ayı Menderes % 50 ile Mart ayı Menderes % 50, Eylül ayı Koçarlı % 100 ile Mart ayı Koçarlı % 100 arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu ($p < 0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 Aynı bölgeden alınan örneklerin aylar arası aynı dozlarında kök uzunluklarının karşılaştırılması

GRUPLAR	P (± SD)
Çine % 25 Eylül - Mart	0.610 (±0.7087)
Çine % 50 Eylül - Mart	0.506 (±0.6460)
Çine % 100 Eylül - Mart	0.916 (±0.6799)
Menderes % 25 Eylül - Mart	0.067 (±0.5735)
Menderes % 50 Eylül - Mart	0.003*(±0.5100)
Menderes % 100 Eylül - Mart	0.887 (±0.6501)
Koçarlı % 25 Eylül - Mart	0.162 (±0.6674)
Koçarlı % 50 Eylül - Mart	0.171 (±0.6832)
Koçarlı % 100 Eylül - Mart	0.006*(±0.3893)

p: İstatistiki önem derecesi

* $p < 0.05$ (istatistiki olarak önemlidir)

Aynı ayda farklı bölgelerden alınan örneklerin aynı konsantrasyonlarının kök uzunluklarının karşılaştırılmasında Eylül ayı Çine % 25 ile Menderes % 25, Çine % 50 ile Menderes % 50 ve Mart ayı Çine % 25 ile Menderes % 25, Çine % 25 ile Koçarlı % 25, Menderes % 100 ile Koçarlı % 100 arasında farkın önemli ($p<0.05$) olduğu, diğer dozlarda ise farkın önemsiz olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 Aynı ayda farklı bölgelerden alınan örneklerin aynı dozları arasında kök uzunluklarının karşılaştırılması

	GRUPLAR	P (± SD)
EYLÜL	Çine % 25 - Menderes % 25	0.047*(±0.5755)
	Çine % 50 - Menderes % 50	0.050*(±0.1888)
	Çine % 100 - Menderes % 100	0.141 (±0.5944)
	Çine % 25 - Koçarlı % 25	0.071 (±0.4366)
	Çine % 50 - Koçarlı % 50	0.178 (±0.5996)
	Çine % 100 - Koçarlı % 100	0.100 (±0.5948)
	Menderes % 25 - Koçarlı % 25	0.636 (±0.4366)
	Menderes % 50 - Koçarlı % 50	0.660 (±0.5996)
	Menderes % 100 - Koçarlı % 100	0.853 (±0.5948)
MART	Çine % 25 - Menderes % 25	0.006*(±0.5735)
	Çine % 50 - Menderes % 50	0.196 (±0.5100)
	Çine % 100 - Menderes % 100	0.282 (±0.6501)
	Çine % 25 - Koçarlı % 25	0.046*(±0.6674)
	Çine % 50 - Koçarlı % 50	0.489 (±0.6832)
	Çine % 100 - Koçarlı % 100	0.261 (±0.3893)
	Menderes % 25 - Koçarlı % 25	0.400 (±0.6674)
	Menderes % 50 - Koçarlı % 50	0.610 (±0.6832)
	Menderes % 100 - Koçarlı % 100	0.021*(±0.3893)

p: İstatistiki olarak önem derecesi

* $p<0.05$ (istatistiki olarak önemlidir)

4.1.2 Kök Sayıları Üzerine Etkisi

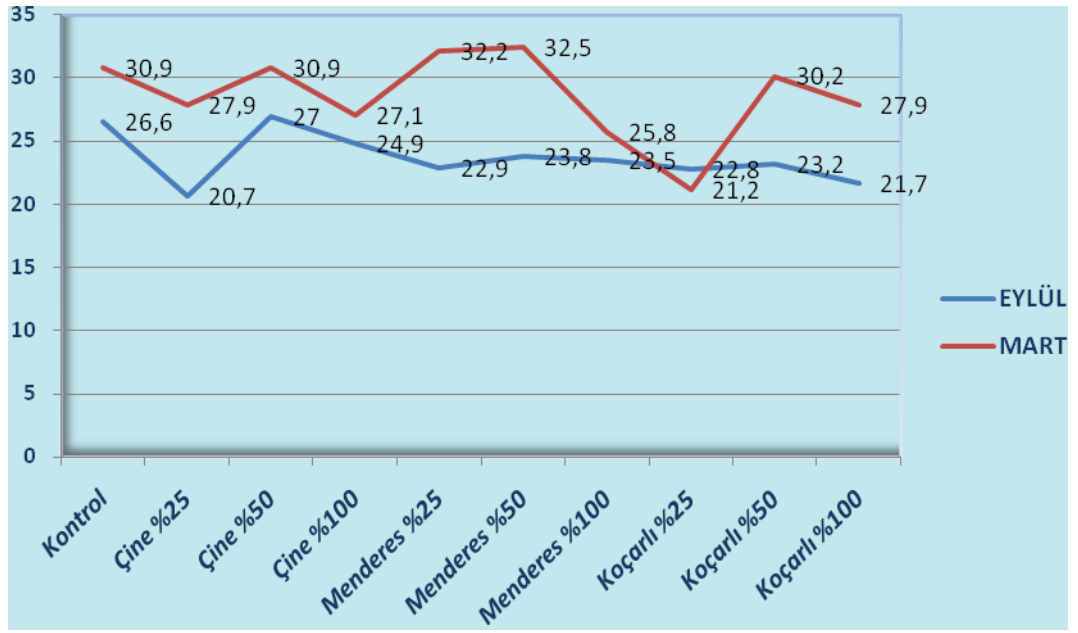
Çalışmamızın sonuçlarındaki kök sayılarına bakıldığı zaman Eylül ayı Çine %50 konsantrasyonunda ve Mart ayı Menderes % 25 ve Mart ayı Menderes % 50'lik konsantrasyonlarında kontrole göre bir artış gözlenmiştir (Çizelge 4.1). Eylül ayı Koçarlı % 100 ve Mart ayı Koçarlı % 25'lik konsantrasyonlardaki düşüşler istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Diğer gruptaki tüm sonuçlar istatistiki olarak önemsiz çıkmıştır (Şekil 4.2-Çizelge 4.6)

Çizelge 4.6 Kontrole tüm dozların kök sayılarının karşılaştırılması

	GRUPLAR	P (± SD)
EYLÜL	Kontrol – Çine % 25	0.054 (±7.0561)
	Kontrol – Çine % 50	0.886 (±6.6999)
	Kontrol – Çine % 100	0.466 (±4.5326)
	Kontrol – Menderes % 25	0.178 (±6.1904)
	Kontrol – Menderes % 50	0.261 (±5.1811)
	Kontrol – Menderes % 100	0.194 (±4.6248)
	Kontrol – Koçarlı % 25	0.076 (±2.7406)
	Kontrol – Koçarlı % 50	0.227 (±6.5115)
	Kontrol – Koçarlı % 100	0.035*(±3.7133)
MART	Kontrol – Çine % 25	0.361 (±6.4022)
	Kontrol – Çine % 50	1.000 (±7.4154)
	Kontrol – Çine % 100	0.272 (±7.1250)
	Kontrol – Menderes % 25	0.676 (±5.6529)
	Kontrol – Menderes % 50	0.602 (±5.3800)
	Kontrol – Menderes % 100	0.155 (±7.5395)
	Kontrol – Koçarlı % 25	0.006*(±5.7696)
	Kontrol – Koçarlı % 50	0.806 (±4.1311)
	Kontrol – Koçarlı % 100	0.358 (±6.2796)

p: İstatistiki olarak önem derecesi

* $p<0.05$ (istatistiki olarak önemlidir)



Şekil 4.2 Kök sayıları ortalamaları

Aynı ayda dozlar arası karşılaştırmalarda Mart ayı Koçarlı % 25 ile % 50, Koçarlı % 25 ile % 100, Menderes % 25 ile % 100 ve Menderes % 50 ile % 100 arasındaki farkın istatistiki olarak önemli olduğu ($p < 0.05$) saptanmıştır. Eylül ayında dozlar arasındaki fark önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 Aynı ayda farklı dozlar arası kök sayılarının karşılaştırılması

	GRUPLAR	P (± SD)
EYLÜL	Çine % 25 - % 50	0.056 (±6.6999)
	Çine % 25 - % 100	0.134 (±4.5326)
	Çine % 50 - % 100	0.424 (±4.5326)
	Menderes % 25 - % 50	0.729 (±5.1811)
	Menderes % 25 - % 100	0.809 (±4.6248)
	Menderes % 50 - % 100	0.893 (±4.6248)
	Koçarlı % 25 - % 50	0.861 (±6.5115)
	Koçarlı % 25 - % 100	0.462 (±3.7133)
	Koçarlı % 50 - % 100	0.537 (±3.7133)
MART	Çine % 25 - % 50	0.346 (±7.4154)
	Çine % 25 - % 100	0.795 (±7.1250)
	Çine % 50 - % 100	0.258 (±7.1250)
	Menderes % 25 - % 50	0.905 (±5.3800)
	Menderes % 25 - % 100	0.047*(±7.5395)
	Menderes % 50 - % 100	0.036*(±7.5395)
	Koçarlı % 25 - % 50	0.001*(±4.1311)
	Koçarlı % 25 - % 100	0.023*(±6.2796)
	Koçarlı % 50 - % 100	0.348 (±6.2796)

p: İstatistiki olarak önem derecesi

* $p < 0.05$ (istatistiki olarak önemlidir)

Aylar arası karşılaştırmalarda (Eylül-Mart) Eylül ve Mart ayı Koçarlı % 50, Eylül ve Mart dönemi Koçarlı % 100, Eylül ve Mart ayı Menderes % 25, Eylül ve Mart ayı Menderes % 50, Eylül ve Mart ayı Çine % 25 arasındaki farkların istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 Aynı bölgeden alınan örneklerin aylar arası aynı dozlarında kök sayılarının karşılaştırılması

GRUPLAR	P (± SD)
Çine % 25 Eylül - Mart	0.028*(±6.4022)
Çine % 50 Eylül - Mart	0.233 (±7.4154)
Çine % 100 Eylül - Mart	0.423 (±7.1250)
Menderes % 25 Eylül - Mart	0.003*(±5.6529)
Menderes % 50 Eylül - Mart	0.002*(±5.3800)
Menderes % 100 Eylül - Mart	0.424 (±7.5395)
Koçarlı % 25 Eylül - Mart	0.443 (±5.7696)
Koçarlı % 50 Eylül - Mart	0.012*(±4.1311)
Koçarlı % 100 Eylül - Mart	0.017*(±6.2796)

p: İstatistiki olarak önem derecesi

* $p < 0.05$ (istatistiki olarak önemlidir)

Aynı ayda farklı bölgelerden alınan örneklerin aynı konsantrasyonlarının kök sayılarının karşılaştırılmasında Mart ayı Çine % 25 ile Koçarlı % 25 ve Menderes % 25 ile Koçarlı % 25 arasındaki fark istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$), bunların dışındaki diğer dozlarda aralarındaki fark önemsiz çıkmıştır (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9 Aynı ayda farklı bölgelerden alınan örneklerin aynı dozları arasında kök sayılarının karşılaştırılması

	GRUPLAR	P (± SD)
EYLÜL	Çine % 25 - Menderes % 25	0.468 (±6.1904)
	Çine % 50 - Menderes % 50	0.249 (±5.1811)
	Çine % 100 - Menderes % 100	0.503 (±4.6248)
	Çine % 25 - Koçarlı % 25	0.398 (±2.7406)
	Çine % 50 - Koçarlı % 50	0.215 (±6.5115)
	Çine % 100 - Koçarlı % 100	0.102 (±3.7133)
	Menderes % 25 - Koçarlı % 25	0.963 (±2.7406)
	Menderes % 50 - Koçarlı % 50	0.822 (±6.5115)
	Menderes % 100 - Koçarlı % 100	0.351 (±3.7133)
MART	Çine % 25 - Menderes % 25	0.129 (±5.6529)
	Çine % 50 - Menderes % 50	0.588 (±5.3800)
	Çine % 100 - Menderes % 100	0.697 (±7.5395)
	Çine % 25 - Koçarlı % 25	0.024*(±5.7696)
	Çine % 50 - Koçarlı % 50	0.798 (±4.1311)
	Çine % 100 - Koçarlı % 100	0.793 (±6.2796)
	Menderes % 25 - Koçarlı % 25	0.000*(±5.7696)
	Menderes % 50 - Koçarlı % 50	0.299 (±4.1311)
	Menderes % 100 - Koçarlı % 100	0.507 (±6.2796)

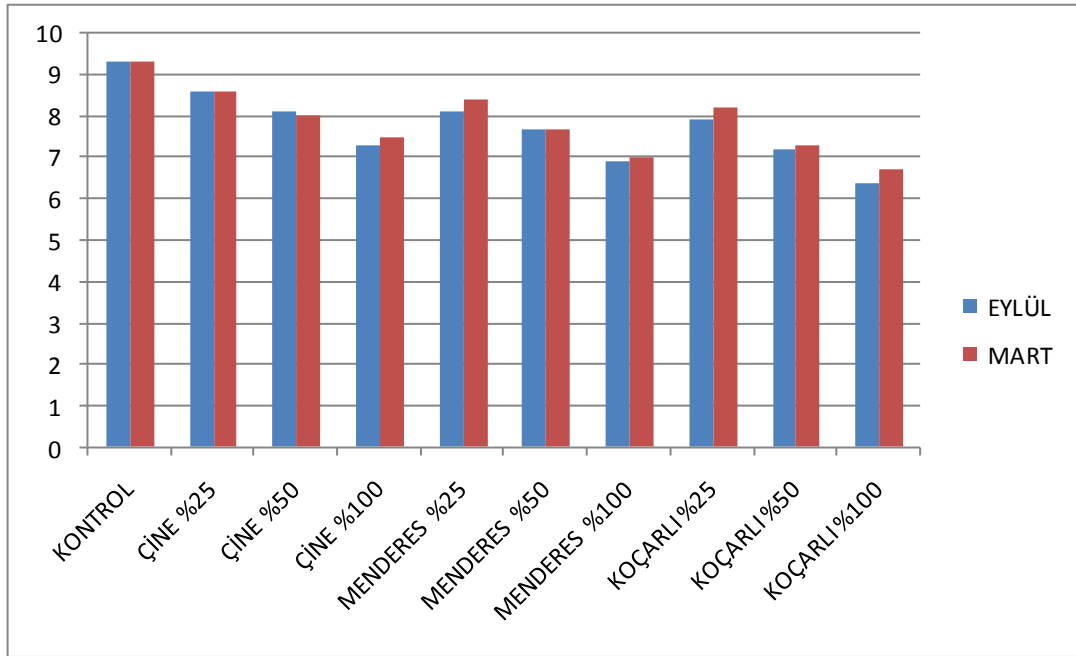
p: İstatistiki olarak önem derecesi

* $p < 0.05$ (istatistiki olarak önemlidir)

4.2. TOPRAKTAKİ GENOTOKSİSİTENİN *ALLIUM CEPA* L.'DA HÜCRE BÖLÜNMESİ ÜZERİNE ETKİSİ

4.2.1. Mitotik İndeks Üzerine Etkisi

Kök uzunluğu ve kök sayısı dışında alınan toprak örneklerinin *Allium cepa* L. kök ucu meristem hücrelerinde mitotik indeks üzerine olan etkileri de incelenmiştir. Şekil 4.3 ve Çizelge 4.10'da da görüleceği gibi kontrole göre tüm dozlarda mitotik indeksin azaldığı görülmektedir. Bu azalış Eylül ayı Çine % 25 ve Mart ayı Çine % 25 dışındaki tüm dozlarda istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) çıkmıştır (Çizelge 4.11).



Şekil 4.3 Mitotik indeks ortalamaları

Çizelge 4.10 Mikroskopik incelemelerde sayılan hücreler, mitotik indeksler ve kromozom hasarları

		TOPLAM SAYILAN HÜCRE	TOPLAM BÖLÜNEN HÜCRE	MİTOTİK İNDEKS (MI)	FRAGMENT (TOPLAM)	KÖPRÜ (TOPLAM)	YANLIŞ KUTUPLAŞMA (TOPLAM)	KROMOZOM YAPIŞMASI (TOPLAM)	TOPLAM HASARLI HÜCRE	T.H.H./T.S.H.
EYLÜL	KONTROL	30000	2794	9.31	28	3	35	14	80	0.27
	ÇİNE %25	30000	2584	8.61	31	4	89	15	139	0.46
	ÇİNE %50	30000	2434	8.11	45	1	118	26	190	0.63
	ÇİNE %100	30000	2216	7.39	57	14	97	35	203	0.68
	MENDERES %25	30000	2446	8.15	33	4	75	0	112	0.37
	MENDERES %50	30000	2321	7.74	25	3	90	22	140	0.47
	MENDERES %100	30000	2081	6.94	42	6	77	14	139	0.46
	KOÇARLI %25	30000	2380	7.93	29	5	68	0	102	0.34
	KOÇARLI %50	30000	2166	7.22	23	0	73	20	116	0.39
KOÇARLI %100	30000	1931	6.44	43	5	66	10	124	0.41	
MART	KONTROL	30000	2817	9.39	19	3	41	7	70	0.23
	ÇİNE %25	30000	2583	8.61	21	6	64	9	100	0.33
	ÇİNE %50	30000	2406	8.02	29	4	107	23	163	0.54
	ÇİNE %100	30000	2252	7.51	58	12	94	31	195	0.65
	MENDERES %25	30000	2520	8.40	19	4	69	1	93	0.31
	MENDERES %50	30000	2328	7.76	26	2	78	14	120	0.40
	MENDERES %100	30000	2126	7.09	47	5	93	11	156	0.52
	KOÇARLI %25	30000	2487	8.29	20	3	72	0	95	0.32
	KOÇARLI %50	30000	2202	7.34	22	4	69	12	107	0.36
KOÇARLI %100	30000	2016	6.72	51	5	87	9	152	0.51	

T.H.H./T.S.H. : Toplam hasarlı hücre / Toplam sayılan hücre

MI : Toplam bölünen hücre / Toplam sayılan hücre

Çizelge 4.11 Kontrolle tüm grupların mitotik indekslerinin karşılaştırılması

	GRUPLAR	P (± SD)
EYLÜL	Kontrol – Çine % 25	0.092 (±0.0247)
	Kontrol – Çine % 50	0.001*(±0.0216)
	Kontrol – Çine % 100	0.000*(±0.0276)
	Kontrol – Menderes % 25	0.000*(±0.0123)
	Kontrol – Menderes % 50	0.000*(±0.0218)
	Kontrol – Menderes % 100	0.000*(±0.0232)
	Kontrol – Koçarlı % 25	0.000*(±0.0230)
	Kontrol – Koçarlı % 50	0.000*(±0.0230)
	Kontrol – Koçarlı % 100	0.000*(±0.0173)
MART	Kontrol – Çine % 25	0.069 (±0.0220)
	Kontrol – Çine % 50	0.001*(±0.0191)
	Kontrol – Çine % 100	0.000*(±0.0252)
	Kontrol – Menderes % 25	0.013*(±0.0186)
	Kontrol – Menderes % 50	0.000*(±0.0248)
	Kontrol – Menderes % 100	0.000*(±0.0231)
	Kontrol – Koçarlı % 25	0.002*(±0.0125)
	Kontrol – Koçarlı % 50	0.000*(±0.0165)
	Kontrol – Koçarlı % 100	0.000*(±0.0266)

p: İstatistiki olarak önem derecesi

* $p < 0.05$ (istatistiki olarak önemlidir)

Aynı ayda alınan örneklerin % 25, % 50 ve % 100'lük dozları arası yapılan karşılaştırmada; Eylül ayı Çine % 25 ve % 100, Menderes % 25 ile % 100, Menderes % 50 ile % 100, Koçarlı % 25 ile % 100, Koçarlı % 50 ile % 100 ve Mart ayı Çine % 25 ile % 100, Menderes % 25 ile % 100, Koçarlı % 25 ile % 50 ve %25 ile % 100 dozlarında Mitotik indeksteki farkın istatistiki olarak önemli olduğu ($p<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12 Aynı ayda farklı dozlar arası mitotik indekslerin karşılaştırılması

	GRUPLAR	P (± SD)
EYLÜL	Çine % 25 - % 50	0.284 (±0.0216)
	Çine % 25 - % 100	0.017*(±0.0276)
	Çine % 50 - % 100	0.112 (±0.0276)
	Menderes % 25 - % 50	0.220 (±0.0218)
	Menderes % 25 - % 100	0.001*(±0.0232)
	Menderes % 50 - % 100	0.049*(±0.0232)
	Koçarlı % 25 - % 50	0.090 (±0.0215)
	Koçarlı % 25 - % 100	0.000*(±0.0173)
	Koçarlı % 50 - % 100	0.031*(±0.0173)
MART	Çine % 25 - % 50	0.120 (±0.0191)
	Çine % 25 - % 100	0.012*(±0.0252)
	Çine % 50 - % 100	0.212 (±0.0252)
	Menderes % 25 - % 50	0.122 (±0.0248)
	Menderes % 25 - % 100	0.001*(±0.0231)
	Menderes % 50 - % 100	0.116 (±0.0231)
	Koçarlı % 25 - % 50	0.001*(±0.0165)
	Koçarlı % 25 - % 100	0.000*(±0.0266)
	Koçarlı % 50 - % 100	0.117 (±0.0266)

p: İstatistiki olarak önem derecesi

* $p<0.05$ (istatistiki olarak önemlidir)

Eylül-Mart aylarında aynı dozlar arası (Örn; Çine % 25 Eylül, Çine % 25 Mart) mitotik indeksler karşılaştırıldığında istatistikî olarak bir fark olmadığı ($p<0.05$) gözlenmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13 Aynı bölgeden alınan örneklerin aylar arası aynı dozlarında mitotik indekslerin karşılaştırılması

GRUPLAR	P (± SD)
Çine % 25 Eylül - Mart	0.979 (±0.0220)
Çine % 50 Eylül - Mart	0.803 (±0.0191)
Çine % 100 Eylül - Mart	0.804 (±0.0252)
Menderes % 25 Eylül - Mart	0.393 (±0.0186)
Menderes % 50 Eylül - Mart	0.961 (±0.0248)
Menderes % 100 Eylül - Mart	0.729 (±0.0231)
Koçarlı % 25 Eylül - Mart	0.274 (±0.0125)
Koçarlı % 50 Eylül - Mart	0.703 (±0.0165)
Koçarlı % 100 Eylül - Mart	0.502 (±0.0266)

p: İstatistiki olarak önem derecesi

* $p<0.05$ (istatistiki olarak önemlidir)

Aynı ayda farklı bölgelerden alınan örneklerin aynı konsantrasyonlarının mitotik indekslerini karşılaştırıldığında Eylül ayı Çine % 50 ile Koçarlı % 50, Çine %100 ile Koçarlı % 100 ve Mart ayı Çine % 50 ile Koçarlı % 50 arasında mitotik indeksteki farkın istatistiki olarak önemli ($p<0.05$) olduğu, diğer gruplarda ise farkın istatistiki olarak önemsiz olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14 Aynı ayda farklı bölgelerden alınan örneklerin aynı dozları arasında mitotik indeksin karşılaştırılması

	GRUPLAR	P (± SD)
EYLÜL	Çine % 25 - Menderes % 25	0.255 (±0.0123)
	Çine % 50 - Menderes % 50	0.366 (±0.0218)
	Çine % 100 - Menderes % 100	0.333 (±0.0232)
	Çine % 25 - Koçarlı % 25	0.144 (±0.0230)
	Çine % 50 - Koçarlı % 50	0.025*(±0.0215)
	Çine % 100 - Koçarlı % 100	0.026*(±0.0173)
	Menderes % 25 - Koçarlı % 25	0.486 (±0.0230)
	Menderes % 50 - Koçarlı % 50	0.182 (±0.0215)
	Menderes % 100 - Koçarlı % 100	0.187 (±0.0173)
MART	Çine % 25 - Menderes % 25	0.574 (±0.0186)
	Çine % 50 - Menderes % 50	0.546 (±0.0248)
	Çine % 100 - Menderes % 100	0.336 (±0.0231)
	Çine % 25 - Koçarlı % 25	0.331 (±0.0125)
	Çine % 50 - Koçarlı % 50	0.044*(±0.0165)
	Çine % 100 - Koçarlı % 100	0.097 (±0.0266)
	Menderes % 25 - Koçarlı % 25	0.706 (±0.0125)
	Menderes % 50 - Koçarlı %50	0.279 (±0.0165)
	Menderes % 100 - Koçarlı % 100	0.422 (±0.0266)

p: İstatistiki olarak önem derecesi

* $p<0.05$ (istatistiki olarak önemlidir)

4.2.2. Kromozomlar Üzerine Etkisi

Yaptığımız çalışmada Çizelge 4.10'da görüldüğü gibi tüm gruplarda köprü oluşumu, fragment, kromozom yapışması ve yanlış kutuplaşma gibi hasarlar gözlenmiştir (Şekil 4.4, 4.5, 4.6, ve 4.7). Toplam kromozom anormallikleri bakımından grupların kontrolle karşılaştırılması sonucunda Eylül ayı Menderes % 25, Koçarlı %25, Koçarlı %50 ve Mart ayı Çine %25, Menderes % 25, Koçarlı %25, Koçarlı %50 dozlarında istatistiki olarak farkın önemli olmadığı, diğer tüm dozlarda istatistiki olarak farkın kontrole göre önemli olduğu ($p<0.05$) saptanmıştır (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15 Kontrolle tüm dozların kromozom hasarları bakımından karşılaştırılması

	GRUPLAR	P (± SD)
EYLÜL	Kontrol – Çine % 25	0.001*(±3.900)
	Kontrol – Çine % 50	0.000*(±6.683)
	Kontrol – Çine % 100	0.000*(±3.860)
	Kontrol – Menderes % 25	0.158 (±6.356)
	Kontrol – Menderes % 50	0.003*(±4.595)
	Kontrol – Menderes % 100	0.001*(±4.067)
	Kontrol – Koçarlı % 25	0.087 (±2.251)
	Kontrol – Koçarlı % 50	0.143 (±2.951)
	Kontrol – Koçarlı % 100	0.007*(±3.921)
MART	Kontrol – Çine % 25	0.083 (±3.162)
	Kontrol – Çine % 50	0.000*(±4.296)
	Kontrol – Çine % 100	0.000*(±3.923)
	Kontrol – Menderes % 25	0.092 (±3.653)
	Kontrol – Menderes % 50	0.002*(±3.771)
	Kontrol – Menderes % 100	0.000*(±3.534)
	Kontrol – Koçarlı % 25	0.096 (±2.273)
	Kontrol – Koçarlı % 50	0.058 (±3.335)
	Kontrol – Koçarlı % 100	0.000*(±3.853)

p: İstatistiki olarak önem derecesi

* $p<0.05$ (istatistiki olarak önemlidir)

Aynı ayda alınan örneklerin % 25, % 50 ve % 100'lük grupları arasında yapılan istatistiki hesaplamalar sonucunda Eylül ayı Çine % 25 ile % 100, Mart ayı Çine % 25 ile % 50, Çine % 25 ile % 100, Menderes % 50 ile % 100, Menderes % 25 ile % 100, Koçarlı % 50 ile % 100 ve Koçarlı % 25 ile % 100 arasında farkın istatistiki olarak önemli olduğu ($p < 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16 Aynı ayda farklı dozlar arası kromozom hasarlarının karşılaştırılması

	GRUPLAR	P (± SD)
EYLÜL	Çine % 25 - % 50	0.055 (±6.683)
	Çine % 25 - % 100	0.002*(±3.860)
	Çine % 50 - % 100	0.602 (±3.860)
	Menderes % 25 - % 50	0.275 (±4.595)
	Menderes % 25 - % 100	0.275 (±4.067)
	Menderes % 50 - % 100	0.959 (±4.067)
	Koçarlı % 25 - % 50	0.250 (±2.951)
	Koçarlı % 25 - % 100	0.146 (±3.921)
	Koçarlı % 50 - % 100	0.613 (±3.921)
MART	Çine % 25 - % 50	0.002*(±4.296)
	Çine % 25 - % 100	0.000*(±3.923)
	Çine % 50 - % 100	0.099 (±3.923)
	Menderes % 25 - % 50	0.121 (±3.771)
	Menderes % 25 - % 100	0.001*(±3.534)
	Menderes % 50 - % 100	0.041*(±3.534)
	Koçarlı % 25 - % 50	0.361 (±3.335)
	Koçarlı % 25 - % 100	0.001*(±3.853)
	Koçarlı % 50 - % 100	0.012*(±3.853)

p: İstatistiki olarak önem derecesi

* $p < 0.05$ (istatistiki olarak önemlidir)

Aylar arası (Eylül-Mart) aynı bölgelerin aynı dozları arasında yapılan hesaplamalarda Çine % 25 Eylül ile Çine % 25 Mart ayları arasında farkın istatistiki olarak önemli olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Diğer gruplar arasındaki fark önemli çıkmamıştır (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17 Aynı bölgeden alınan örneklerin aylar arası aynı dozlarında kromozom hasarlarının karşılaştırılması

GRUPLAR	P (± SD)
Çine % 25 Eylül - Mart	0.025*(±3.162)
Çine % 50 Eylül - Mart	0.299 (±4.296)
Çine % 100 Eylül - Mart	0.651 (±3.923)
Menderes % 25 Eylül - Mart	0.426 (±3.653)
Menderes % 50 Eylül - Mart	0.302 (±3.771)
Menderes % 100 Eylül - Mart	0.332 (±3.534)
Koçarlı % 25 Eylül - Mart	0.498 (±2.273)
Koçarlı % 50 Eylül - Mart	0.531 (±3.335)
Koçarlı % 100 Eylül - Mart	0.125 (±3.853)

p: İstatistiki önem derecesi

* $p<0.05$ (istatistiki olarak önemlidir)

Aynı ayda farklı bölgelerden alınan örneklerin aynı konsantrasyonlarının toplam kromozom hasarlarının karşılaştırılmasında Eylül ayı Çine % 100 ile Menderes % 100, Çine % 25 ile Koçarlı % 25, Çine % 50 ile Koçarlı % 50, Çine % 100 ile Koçarlı % 100 ve Mart ayı Çine % 50 ile Menderes % 50, Çine % 100 ile Menderes % 100, Çine % 50 ile Koçarlı % 50, Çine % 100 ile Koçarlı % 100 arasındaki farkın istatistiki olarak önemli ($p < 0.05$) olduğu, diğer gruplarda ise farkın önemli olmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.18).

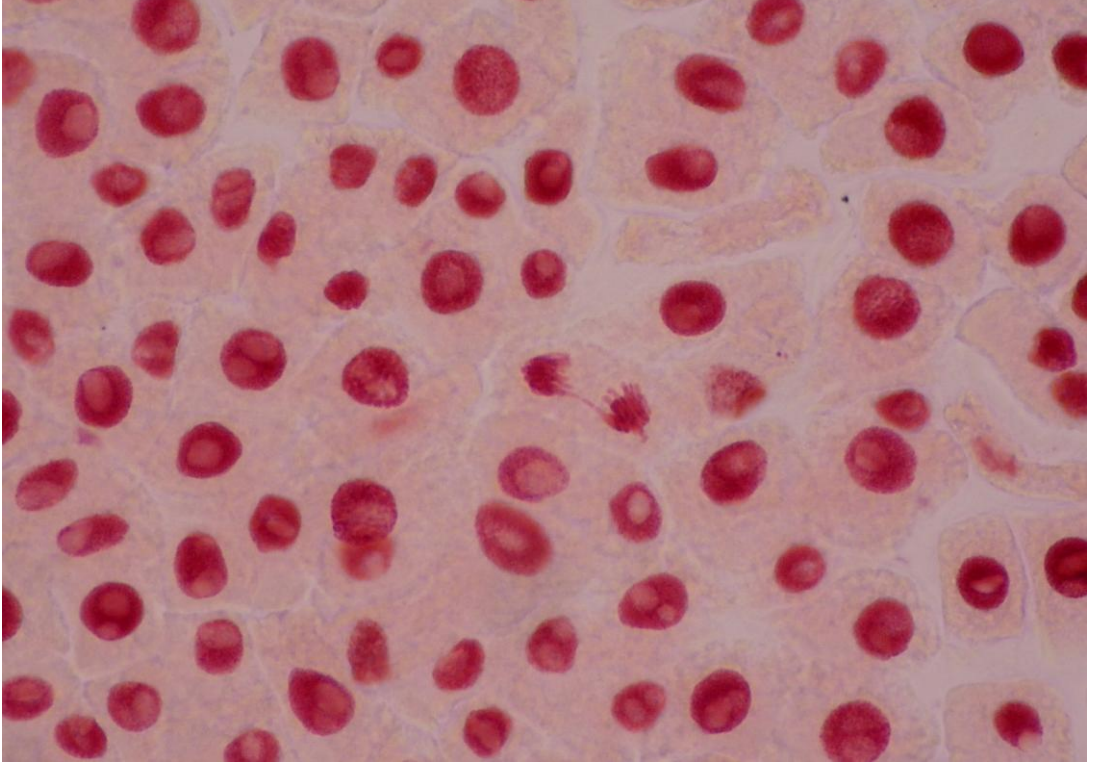
Çizelge 4.18 Aynı ayda farklı bölgelerden alınan örneklerin aynı dozları arasında kromozom hasarlarının karşılaştırılması

	GRUPLAR	P (± SD)
EYLÜL	Çine % 25 - Menderes % 25	0.267 (±6.356)
	Çine % 50 - Menderes % 50	0.069 (±4.595)
	Çine % 100 - Menderes % 100	0.002*(±4.067)
	Çine % 25 - Koçarlı % 25	0.021*(±2.251)
	Çine % 50 - Koçarlı % 50	0.007*(±2.951)
	Çine % 100 - Koçarlı % 100	0.000*(±3.921)
	Menderes % 25 - Koçarlı % 25	0.648 (±2.251)
	Menderes % 50 - Koçarlı % 50	0.184 (±2.951)
	Menderes % 100 - Koçarlı % 100	0.412 (±3.921)
MART	Çine % 25 - Menderes % 25	0.652 (±3.653)
	Çine % 50 - Menderes % 50	0.029*(±3.771)
	Çine % 100 - Menderes % 100	0.031*(±3.534)
	Çine % 25 - Koçarlı % 25	0.690 (±2.273)
	Çine % 50 - Koçarlı % 50	0.005*(±3.335)
	Çine % 100 - Koçarlı % 100	0.024*(±3.853)
	Menderes % 25 - Koçarlı % 25	0.885 (±2.273)
	Menderes % 50 - Koçarlı % 50	0.425 (±3.335)
	Menderes % 100 - Koçarlı % 100	0.812 (±3.853)

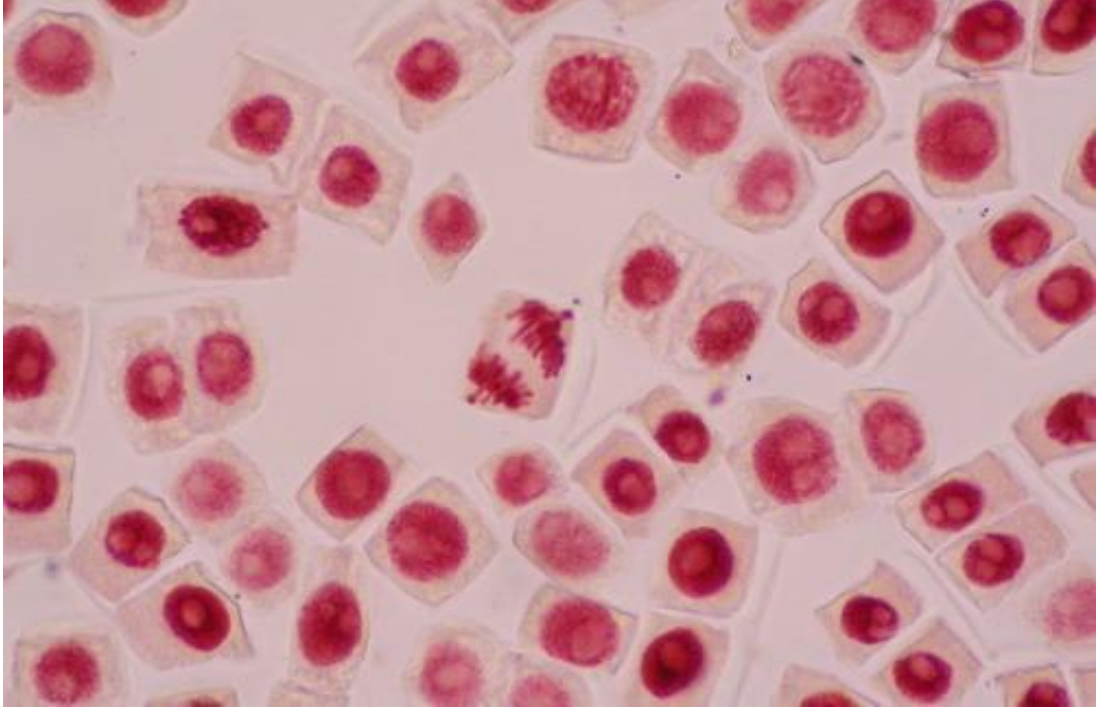
p: İstatistiki olarak önem derecesi

* $p < 0.05$ (istatistiki olarak önemlidir)

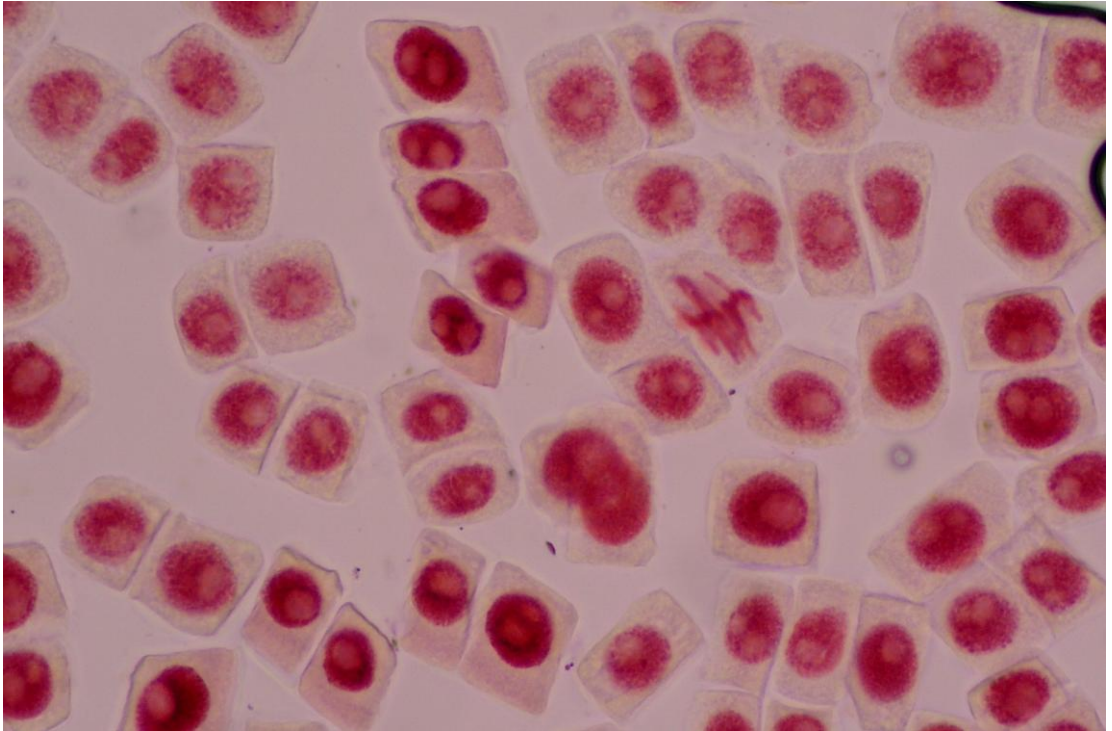
Çalışmamızda mikroskobik incelemeler sırasında karşılaştığımız anormallikler Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de gösterilmektedir.



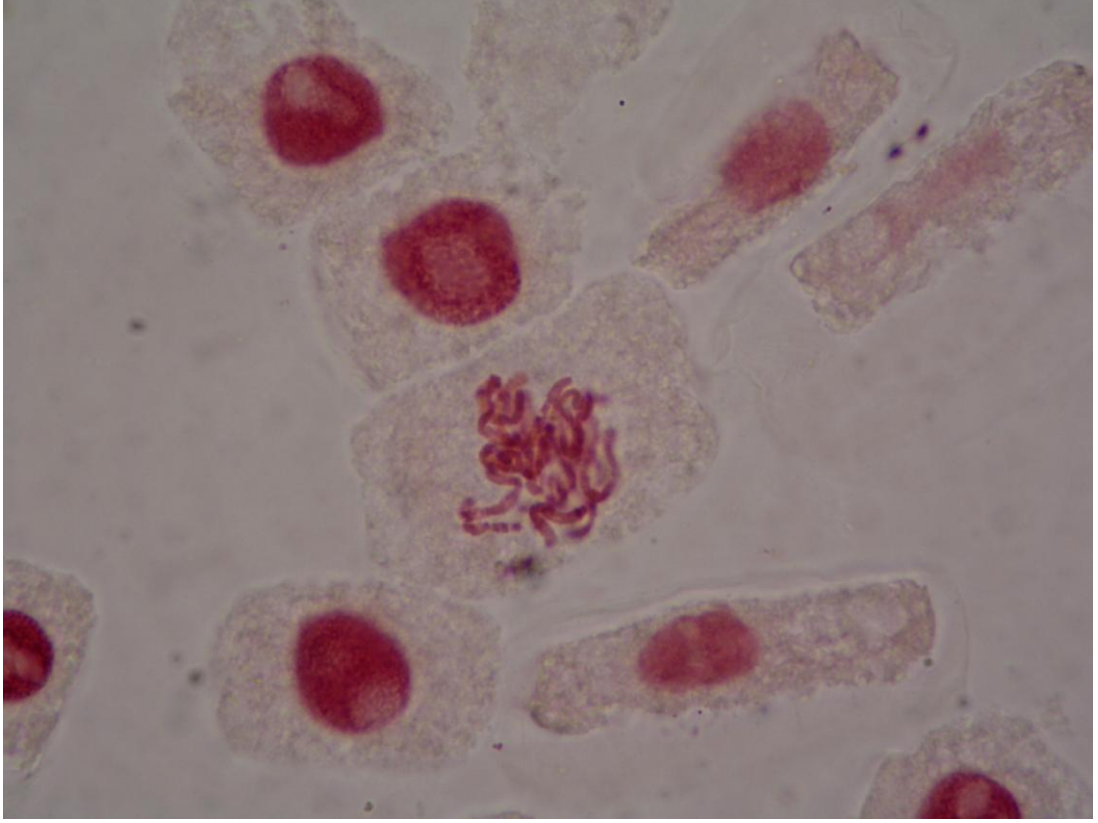
Şekil 4.4 Anafaz köprüsü (MB=10×40)



Şekil 4.5 Yanlış kutuplaşma (MB=10×40)



Şekil 4.6 Kromozom yapışması (MB=10×40)



Şekil 4.7 Kromozom fragmentleri (MB=10×40)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Günümüzün en önemli sorunlarından birisi olan çevre kirliliğini hava, su ve topraktaki kirlilik oluşturmaktadır. Toprakta nitelik ve nicelik açısından uygun olmayan bileşiklerin bulunması sonucunda toprak kirliliği meydana gelir. Bu bileşikler ağır metaller, pestisitler, petrol atıkları, hormonlar, organik bileşikler ve radyoaktif atıklar şeklinde sınıflandırılabilir. Toprak kirliliğinin çevre sağlığı açısından en önemli etkisi, topraktaki kirleticilerin bitki bünyesine geçmeleri ve bu bitkileri doğrudan yiyen insanlar veya bu bitkilerle beslenen hayvanlardan elde edilen hayvansal ürünlerin tüketilmesi sonucu insana kadar ulaşmasıdır. Ayrıca bitki bünyesine geçen topraktaki kirletici maddeler bitkilerin genetik yapısına bozarak bu bitkilerden elde edilen tohumlardan gelecek yıllarda ekim yapıldığında beklenen miktar ve kalitede ürün alınmasını engellemektedir.

Kromozom hasarlarının saptanması için en etkin test organizmaları olarak hacim, yapı ve sayı bakımından analizi kolay olan kromozomlara sahip bitki ve hayvanlar seçilmektedir. *Allium cepa*, *Tradescantia paludosa* ve *Vicia faba* bitkileri az sayıda ve monosentrik kromozomlara sahip olmalarından dolayı çevresel mutajenite çalışmalarında en uygun test organizmaları olarak kabul edilmektedirler (Rank and Nielsen, 1998; Grover and Kaur, 1999; Kong and Ma, 1999; Moraes and Jordao, 2001; Patra and Sharma, 2002; Koca, 2008).

Topraktaki kirletici maddelerin canlılar üzerindeki sitotoksik ve genotoksik etkilerini belirlemek için kullanılan testlerden bir tanesi *Allium* testidir. *Allium* test çevresel kirliliğin hızlı bir şekilde belirlenmesi için standart bir yöntemdir. Mutajenik çevresel etkiler, kök şekli ve kök büyümesi gibi makroskobik parametrelerle ve kromozom aberasyon frekansı ve anormal hücre bölünmesi gibi sitolojik parametrelerle analiz edilebilir. Bu testlerin sonuçları, canlı organizmalar üzerinde doğrudan veya dolaylı etkiye sahip çevresel kirleticilerin sitotoksisite, genotoksisite ve mutajenitesini belirlemeye izin verir. Toksisite daima genotoksisiteyle ilişkili değildir. *Allium* testte büyüme gecikmesi genel olarak toksisite ve belirli kromozomal sapmalar da genotoksisite olarak açıklanmaktadır. Bununla birlikte, kromozomal aberasyonlar

belirli bir büyüme inhibisyonuyla ilişkilidir. Çalışmamızda kök sayıları ve kök uzunlukları (Çizelge 4.1) kontrole göre genelde bir azalma göstermesine ve bu azalma bazı dozlarda istatistiki olarak önemli çıkmasına (Çizelge 4.2, Çizelge 4.6) rağmen bu azalmalar dönemlere ve konsantrasyonlara bağlılık göstermemektedir.

Mitoz bölünme ve mitotik indeks üzerine olumsuz etki yapan birçok etken vardır. Ağır metaller de bunlardan biridir. Topraktaki ağır metallerin verimlilik açısından bazıları gerekli, bazıları gelişimi uyarıcı olmalarına rağmen yüksek dozlarda hepsi toksik etki yapmaktadır. Ağır metallerin toksik etkilerinin yanı sıra mitoz bölünme ve kromozomlar üzerinde de olumsuz etkileri olmaktadır. Bakır klorürün *Vicia hirsuta*'ya 10, 25, 50 ve 100 mg/L dozlarda ve farklı sürelerde uygulanması sonucu kontrole göre mitotik indeksin azaldığı görülmüştür (İnceer ve Beyazoğlu, 2000). Kadmiyumun farklı konsantrasyonlarının *Allium sativum* üzerindeki etkilerini inceleyen Liu ve ark. (2003) kadmiyumun konsantrasyon ve uygulama süresinin artmasıyla mitotik indeksin azaldığını gözlemişlerdir.

Tarımsal zararlılarla mücadele etmek ve tarımsal üretimi arttırmak için kullanılan tarım ilaçlarının mitotik indeks üzerine olan etkileri çeşitli araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Bir insektisit olan Dursban'ın *Vicia faba* kök ve tohumlarına farklı doz ve sürelerde uygulanması sonucunda mitotik indeksi etkilemediği bulunmuştur (Soheir and Odette, 1983). Basudin'in (20 EM) arpa tohumlarına uygulanmasının mitotik indeksi arttırdığı gözlenmiştir (Çelik ve Sümer, 1996). Gramoxone, Afalon ve Korthion pestisitlerinin *Allium cepa* bitkisine uygulanması sonucunda mitotik indeksin doz ve süreye bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir (Bilaloğlu, 1985). Herbisit olarak paraquat'ın *Vicia faba* köklerine farklı doz ve sürelerde uygulanması sonucunda mitotik indeksin azaldığı gözlenmiştir (Türkoğlu ve Koca, 1999). Yüzbaşıoğlu ve arkadaşları (2003), bir herbisit olan Flurochridone'un *Allium cepa*'daki sitolojik etkilerini incelemişler, doz ve süreye bağlı olarak mitotik indekste bir azalma olduğunu bildirmişlerdir. Bitki büyüme düzenleyicileri olan Tonifruit'in *Vicia faba*'ya, Sheffer A'nın *Allium cepa*'ya uygulanmaları sonucunda mitotik indeksin kontrole göre azaldığı gözlenmiştir (Akpınar et al., 2001; Koca, 2008). Gıda koruyucusu olarak kullanılan sodyum metabisülfidin 10 saatlik sürede doz artışına bağlı olarak (Rencüzoğulları, 2001), sodyum benzoat, borik asit, sitrik asit, potasyum

sitrat ve sodyum sitrat'ın (Türkoğlu, 2007), sodyum, kalsiyum ve potasyum propiyonat'ın (Türkoğlu, 2008) *Allium cepa* kök ucu hücrelerinde mitotik indeksi azalttığı belirlenmiştir.

Evsel, tarımsal, endüstriyel faaliyetler sonucu ağır metallerin, tarım ilaçlarının ve deterjanların suya karışmasıyla oluşan su kirliliğinin mitotik indeks üzerindeki etkileri birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır. Atıksu çamuru ile yetiştirilen *Allium cepa*'da yapılan çalışmada mitotik indeks'te kontrole göre önemli bir değişim gözlenmemiştir (Rank and Nielsen, 1998). Kong ve Ma (1999) pestisitlerle kontamine olmuş sığ kaynak suyunda *Allium cepa* yetiştirerek suyun genotoksisitesini belirlemeye çalışmıştır. Pestisitlerle kontamine olmuş bölgeden alınan su örneklerinde, kontamine olmamış bölgeye oranla mitotik indekste herhangi bir değişim gözlenmemiştir. *Allium* test kullanarak Evseeva ve arkadaşlarının (2003) atık su örnekleri olarak yaptıkları çalışmada, atık suların bulunduğu nehir kollarında mitotik indeksin düştüğü, kolların nehre karıştığı noktalarda ise herhangi bir değişimin olmadığı bildirilmiştir.

Mitoz geçiren hücreler nükleik asit ve protein sentezi bakımından oldukça aktiftirler. Bu sentezlerde meydana gelebilecek bir değişiklik mitotik indeksi etkileyebilir. Paraquat ve Tonifruit'in bitkilerde DNA, RNA ve protein sentezini etkilediği bazı araştırmacılar tarafından gösterilmiştir (Türkoğlu ve Koca, 1999; Akpınar et al. 2001).

Araştırmacılar genel kirlilik seviyesiyle toksisite arasında direk bir bağlantı bulamamışlardır. Çernobil kazasından sonra kontamine olmuş Ukrayna topraklarının genotoksisitesini belirlemek için Kovalchuk ve arkadaşlarının (1998) *Allium cepa* kullanarak yaptıkları çalışmada kontrol grubuna göre kontamine olmuş bölgelerde mitotik indekste azalma olduğunu saptamışlardır. Knasmüller ve arkadaşları (1998) ağır metallerle kontamine olmuş toprakların genotoksisitelerini belirlemek için *Vicia faba* ile çalışmışlardır. Krom ve nikelin 2.5 ve 5 mM arasındaki konsantrasyonlarda hücre bölünmesini azalttığını bulmuşlardır. Mitotik aktivitedeki bir azalma DNA sentezinin engellenmesi veya hücrenin mitoza girmesini engelleyen, hücre siklusunun G2 fazında bloklandığını göstermektedir (Reiffersched and Grummt, 2000; Sudakhar et al., 2001). Bizim çalışmamızda da Çine Eylül ve Mart

dönemlerinin % 25'lik dozu hariç diğer tüm doz ve gruplardaki mitotik indeksteki azalma istatistiki olarak önemli çıkmıştır (Çizelge 4.11). Mitotik indeksteki azalma dozun artışıyla paralellik göstermektedir.

Bizim bulgularımız diğer araştırmacıların yaptıkları benzer çalışmalarla uyum göstermektedir. Mitotik indeksteki bu düşüşü tek bir nedene bağlamak doğru değildir. Çünkü bazı kimyasallar tek başlarına toksik etkiye sahip olmamalarına rağmen bir araya geldiklerinde toksik etki gösterebilirler. Bizim çalıştığımız toprak örneklerindeki kirletici maddeler de genotoksik etkilerini DNA sentezini engelleyerek göstermiş ve mitotik indekste düşüşe yol açmış olabilirler.

Çevre kirliliğine yol açan maddelerin mitotik indeks yanında kromozomlar üzerinde de olumsuz etkileri olmaktadır. Sitotoksisite mitotik indeksteki bir azalma ve aynı zamanda C-Mitozlu hücreler, multipolar anafazlar, yapışkan ve dağınık kromozomların frekansında artma olarak tanımlanmaktadır (Kovalchuk ve ark., 1998). Kimyasal maddelerin kromozomlar üzerindeki bu tip olumsuz etkileri değişik araştırmacılar tarafından çalışılmıştır. Rieger ve Michaelis (1972), *Vicia faba*'da bazı kromozomların belirli bölgelerinin kimyasal maddelerle öncelikle reaksiyona girdiğini ve buraların kırılma bölgeleri olduğunu bildirmişlerdir. Heterokromatik bölgeler kırık oluşumlarında öncelikle kırılan bölgelerdir (Rieger ve ark., 1973).

Kimyasal maddelerin anafaz köprülerine sebep olduğu çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (Yüzbaşıoğlu ve ark., 2003, Matsumoto ve ark., 2006, Türkoğlu, 2007;2008). Köprü oluşumu kromozom ve kromatidlerin muhtemelen kırılma ve yeniden kaynaşmaları sonucu meydana gelmektedir. Gömürgen (2005), kromozom köprülerinin kromozomal yapışkanlık ve ardından anafaz ayrılmasındaki başarısızlık yüzünden olabileceğini veya kromozom segmentlerinin eşit olmayan translokasyon veya inversiyonlarının bu olaya katkıda bulunabileceğini söylemiştir. Bizim çalışmamızda köprü oluşumuna rastlanması toprak örneklerindeki kirletici maddelerin kromozom ve kromatidlerde kırılma ve yeniden kaynaşmalara yol açtığını göstermektedir.

Yapışkanlık olayı metafazda kromatidlerin metafaz düzleminde kümeleşerek, birbirinden ayrılmamaları şeklinde tanımlanmaktadır. Bazı araştırmacılar yapışkanlıkların artmasının kimyasal maddelerin kromozomal proteinleri etkilemesinden kaynaklandığını ileri sürmektedir (Klasterska et al., 1976; Badr ve İbrahim, 1987). Çalışmamızda kromozomlarda meydana gelen yapışkanlık olayı çalıştığımız toprak örneklerindeki kirlenici maddelerin kromozomal proteinleri etkileyerek yapışkanlık oluşumunu meydana getirdiğini söyleyebiliriz.

Yapışkanlıklar, kromatid tip aberasyon olarak dikkate alınırken (Klastersha et al., 1976, Badr 1986), köprüler ve fragmentler kromozomlardaki yapısal değişiklikler olarak ele alınmaktadır (El-Ghamery et al. 2000). Fragmentler kromozomların normal koşullar dışında fiziksel ya da kimyasal ajanlarla etkilenmeleri sonucunda kırılmaları ile ortaya çıkar. Pestisitlerin kırılmaları neden oldukları pek çok araştırmacı tarafından saptanmıştır (Amer ve Farah 1974, Türkoğlu ve Koca 1999, Wang ve ark. 2006). Çalışmamızda fragmentlerin görülmesi çalıştığımız toprak örneklerinde kirlenici maddelerin bulunduğunu ve kromozomların kırılarak fragment oluşumlarına neden olduğu görülmektedir.

Toprak ve suya karışarak kirliliğe neden olan ağır metal ve tarım ilaçlarının bu ortamlarda yaşayan canlıların kromozomları üzerindeki genetiksel etkileri birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır. Lağım ve endüstriyel atıkların genotoksitesini belirlemek için *Allium* kök ucu hücrelerinde yapılan çalışmada anafazdaki anormalliklerin oranının arttığı bulunmuştur (Grower and Kaur, 1999). Rank ve Nielsen (1998), sanayi atıkları ile kirlenmiş atık su çamurunun *Allium cepa* üzerindeki etkisini incelemişler ve çamurdaki ağır metallerin oluşturduğu kirliliğin kromozomlarda köprü, fragment ve diğer hasarları önemli oranda arttırdığını gözlemişlerdir. Oluşan hasarların ağır metal konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak arttığını bulmuşlardır. Şehir atık sularında farklı dezenfektanların mutajenik ve toksik etkisini inceleyen Monarca ve arkadaşları (1998), *Allium cepa*'da dezenfektan eklenmiş atık suyun kromozomal anormalliği arttırdığını gözlemişlerdir.

Matsumoto ve arkadaşları (2006) Brezilya'da tabakhane atıklarının karıştığı Corrego Dos Bagres akarsuyunda yaptıkları çalışmada atık suda bulunan krom bileşiklerinin

Allium cepa'da C-Metafaz, yapışkan kromozomlar, kromozom kırıkları, anafaz köprüleri, multipolar anafaz, mikronükleus ve çift çekirdekli hücreler gibi kromozomal hasarlara sebep olduklarını gözlemişlerdir. En çok hasarı en yüksek krom içeren su örneklerinin alındığı bölgede bulmuşlardır.

Çeşitli canlılarda genotoksisite ve klastojenitenin belirlenmesinde kromozom aberasyon testinin yanı sıra mikronükleus testi de yaygın olarak kullanılmaktadır. Buschini ve ark. (2004) içme sularının dezenfeksiyonunda kullanılan sodyum hipoklorid ve klorid dioksinin genotoksik etkilerini *Cyprinus carpio*'da mikronükleus testi ile belirlemeye çalışmışlar ve bu maddelerin eklendiği sularda mikronükleus frekansının yüksek çıktığını gözlemlemişlerdir. Kadmiyum, krom ve bakırın *Cyprinus carpio*'daki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada konsantrasyonu arttıkça mikronükleus frekansının da arttığı bulunmuştur (Zhu ve ark., 2004).

Dianchi Gölünün 12 farklı bölgesinden kurak ve yağışlı dönemlerde alınan su örneklerinin hepsi *Vicia faba*'da kontrol grubuna göre yüksek sayıda mikronükleus oluşumuna yol açmıştır. Bu sonuç Dianchi Gölü'ndeki genotoksisitenin çok yüksek seviyelere ulaştığını göstermektedir (Duan et al., 1999). Kong ve arkadaşları (1998) Taihu Gölü'nün genotoksisitesini belirlemek için *Vicia faba* mikronükleus testi kullanmışlardır. 39 farklı bölgeden alınan su örneklerinin 3'ünde mikronükleus frekansı yüksek, diğer bölgelerde az veya orta seviyede çıkmıştır. Bu 3 bölge endüstriyel ve evsel atıkların boşaltıldığı nehrin göle karıştığı bölgede bulunmaktadır. Bu sonuç evsel ve endüstriyel atıkların mutajenik özelliklerinin olduğunu göstermektedir. Aynı araştırmacılar benzer sonuçları insan periferik lenfosit kültürü ile yapılan mikronükleus testinde de bulmuşlardır.

Çinde Jiangsu İlindeki Hangze Gölünün su kalitesi *Tradescantia* mikronükleus testi ile belirlenmeye çalışılmıştır ve sudaki kirleticilerin miktarı arttıkça mikronükleus oluşumunun ve dolayısıyla da genotoksisitenin arttığı Yang (1999) tarafından gözlenmiştir. Miao ve arkadaşları (1999) endüstriyel ve belediye atıkları ile kirlenen Xiaoqing Nehri'nde yaptıkları çalışmada 8 farklı bölgeden aldıkları su örneklerinin hepsinin *Vicia faba* köklerine uygulanması sonucunda yüksek oranda mikronükleus oluşumunu saptamışlardır. Sang ve Li (2004), Belediye çöp toplama alanı

sızıntılarının genotoksitesini *Vicia faba* testi ile belirlemeye çalışmışlar ve farklı mevsimlerde toplanan örneklerin mitotik indekste azalmaya, mikronükleus ve anafaz hasarları frekansında önemli bir artışa sebep olduğunu bulmuşlardır.

Kimyasal maddelerin iğ iplikleri üzerinde etki etmesi sonucunda C-Mitoz oluşmakta ve buna bağlı olarak poliploidi ve anöploidi meydana gelmektedir. İğ ipliklerinin tamamen parçalanması ile multipolar anafazlar oluşurken, iğ ipliği oluşumunun kısmen engellenmesi ile kalgın kromozomlar ve bunun sonucu olarak da mikronükleuslar meydana gelmektedir (Nasta ve Gunther, 1973).

3 farklı bölgeden Mart ve Eylül dönemlerinde alınan toprak örneklerinde yapışkanlık, kırılma, anafaz köprüsü ve yanlış kutuplaşma (Şekil 4.4, Şekil 4.5, Şekil 4.6 ve Şekil 4.7) gibi hasarlar gözlenmiştir. Bu sonuç bize çalışılan toprak örneklerinde genotoksik maddelerin bulunduğunu göstermektedir. Bu genotoksik etkiyi tek bir nedene bağlamak doğru değildir. Büyük Menderes Havzası ülkemizde tarımsal faaliyetlerin en yoğun olduğu bölgelerden biridir. Çalıştığımız bölgede de tarımsal faaliyetler oldukça fazladır. Çalışılan bu topraklardaki kirlilik yetiştirilen tarım ürünlerinin verimini ve kalitesini düşürmektedir. Bu ürünlerden elde edilen tohumların genetik yapısı bozularak daha sonraki dönemlerde yetiştirilecek olan ürünleri etkilemekte ve bu topraklardaki ağaçların genetik yapısını bozarak verimin düşmesine neden olmakta ve hatta ağaçları kurutmaktadır. Aynı etkilerin bu bitkileri doğrudan yiyen, bu bitkilerle beslenen hayvanlardan elde edilen ürünleri tüketen insanlarda da ortaya çıkacağı göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle ülkemizin önemli tarım alanlarından biri olan Aydın Bölgesi'ndeki toprak kirliliğinin önlenmesi bitki, hayvan, insan sağlığı ve ülke ekonomisi için büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak bu tip çalışmalarda toprakta ağır metal, pestisit ve organik madde analizlerinin yapılmasının elde edilen sonuçların daha iyi yorumlanmasını sağlayacağını düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

Akpınar, N., Türkoğlu, Ş., Koca, S. 2001. An Investigation on Cytological Effects of Tonifruit on *Vicia faba* L., **Journal of Quafaz University Vol.8 Pp:191-198.**

Amer, S.M., Farah, O.R. 1974. Cytological Effects of Pesticides XIV. Effect of the Insecticide Difterex “Trichlorophon” on *Vicia faba* Plant. **Cytologia, 48:** 761-770.

Aydın İl Çevre Durum Raporu, 2006. Aydın İl Çevre Müdürlüğü.

Badr, A.,1986. Effect of the s-triazine Herbicide Terbutryn on Mitosis Chromosomes and Nucleic Acids in Root Tips on *Vicia faba*, **Cytologia, 51:** 571-578.

Badr, A., Ibrahim, A.G. 1987. Effects of Herbicide Glean on Mitosis, Chromosomes and Nucleic Acids in *Allium cepa* and *Vicia faba* Root Meristems. **Cytologia, 52:** 293-302.

Başımoğlu Koca, Y., Koca, S., Yıldız Ş., Gürcü, B., Osaç, E., Tunçbaş, O., Aksoy, G. 2005. Investigation of Histopathological and Cytogenetic Effects of *Lepomis gibbosus* (Pisces: Perciformes) in Çine Stream (Aydın/TURKEY) with Determination of Water Pollution. **Environmental Toxicology 20** (6): 560-571.

Békaert, C., Rast, C., Ferrier, V., Bispo, A., Jourdain, M.J., Vasseur, P., 1999. Use of in vitro (Ames and Mutatox tests) and in vivo (Amphibian Micronucleus test) assays to assess the genotoxicity of leachafrom a contaminated soil, **Organic Geochemistry 30**, 953-962.

Bilaloğlu, R. 1985. Gramoxone, Afalon ve Korthion’un Hücre Bölünmesi ve Kromozomlar Üzerine Etkileri. **C.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi Vol. 2** Pp: 191-204.

Buscini, A., Martino, A., Gustavino, B., Monfrinotti, M., Poli, P., Santoro, M., Dorr, A.J.M., Rizzoni, M. 2004. Comet Assay and Micronucleus Test in Circulating

Erythrocytes of *Cyprinus carpio* Specimens Exposed in situ to Lake Waters Treated with Disinfectants for Potabilisation. **Mutation Research Vol. 557** Pp: 119-129.

Cabrera, G.L., Rodriguez, D.M.G., 1999. Genotoxicity of soil from farmland irrigated with wastewater using three plant bioassays, **Mutation Research 426**, 211-214.

Chandra, S., Chauhan, L.K.S., Murthy, R.C., Saxena, P.N., Pande, P.N., Gupta, S.K., 2005. Comparative biomonitoring of leachates from hazardous solid waste of two industries using *Allium* test, **Science of the Total Environment 347**, 46-52.

Claxton L.D., Houk, V.S., Hugles, T.J., 1998. Genotoxicity of industrial wastes and effluents, **Mutation Research 410**, 237-243.

Cotelle, S., Masfaraud, J.F., Férard, J.F., 1999. Assesment of the Genotoxicity of contaminated soil with the *Allium/Vicia*-micronucleus and the *Tradescantia*-micronucleus assays, **Mutation Research 426**, 167-171.

Çelik, T.A., Sümer, Ş. 1996. Basudin (20EM)'in Arpa Mitotik Kromozomları Üzerine Etkileri, **Türk Biyoloji Dergisi 20(1)** Pp:21-28.

Duan, C., Hu, B., Jiang, X., Wen, C., Wang, Z., Wang, Y. 1999. Genotoxicity of Water Samples from Dianchi Lake Detected by the *Vicia faba* Micronucleus Test. **Mutation Research Vol. 426** Pp: 121-125.

El-Ghamery, A.A., El-Nahas, A.I., Mansour, M.M., 2000. The Article of Atrazine Herbicide as an Indicator of Cell Division on Chromosomes and Nucleic Acids Content in Root Meristems of *Allium cepa* and *Vicia faba*. **Cytologia, 65**: 277-287.

Ergene, S., Çavaş, T., Çelik, A., Köleli, N., Aymak, C. 2007. Evaluation of Water Genotoxicity Using the Piscine Micronucleus Test. **Environmental and Molecular Mutagenesis 48**: 421-429.

Evseeva, T.I., Geras'kin, S.I., Shuktomova, I.I. 2003. Genotoxicity and Toxicity Assays of Water Sampled From a Radium Production Industry Storage Cell Territory by Means of Allium-test. **Journal of Environmental Radioactivity Vol. 265** Pp: 54-67.

Garcia-Rodriguez, M.C., Lopez-Santiago, V., Altamirano-Lozano, M. 2001. Effect of Chlorophyllin on Chromium Trioxide-Induces Micronuclei in Polychromatic Erythrocytes in Mouse Peripheral Blood. **Mutation Research 496**: 145-151.

Gichner, T., Velemínský, J., 1999. Monitoring the Genotoxicity of soil extracts from two heavily polluted sites Prague using the *Tradescantia* stamen hair and micronucleus (MNC) assays, **Mutation Research 426**, 163-166.

Gömürgen, A.N. 2005. Cytological Effect of the Potassium Metabisulphite and Potassium Nitrate Food Preservative on Root Tips of *Allium cepa* L. **Cytologia 70**, 119-128.

Grover, I.S., Kaur, S., 1999. Genotoxicity of wastewater samples from sewage and industrial effluent detected by the *Allium cepa* root aberration and micronucleus assays, **Mutation Research 426**, 183-188.

Houk, V.S. 1992. The Genotoxicity of Industrial Wastes and Effluents. **Mutation Research, 277**, 91-138.

İnceer, H., Beyazoğlu, O. 2000. Bakır Klorür'ün *Vicia hirsuta* (L.) S.F. Gray Kök Ucu Hücrelerine Sitogenetik Etkileri, **Türk J. Biol. Cilt 24** Pp:553-559.

Klasterska, I., Natarajan, A.T., Ramel, C. 1976. An Interpretation of the Origin of Subchromatid Aberration and Chromosome Stickiness as a Category of Chromatid Aberrations. **Hereditas Vol. 83** Pp: 153-162.

Knasmüller, S., Gottman, E., Steinkellr, H., Fomin, A., Pickl, C., Paschke, A., God, R., Kundi, M. 1998. Detection of Genotoxic Effect of Heavy Metal Contaminated Soils with Plant Bioassays. **Mutation Research Vol. 420** Pp: 37-48.

Koca, S. 2008. The Cytogenetic Effects of Sheffer A, A Liquid Fertilizer and Growth Regulator in Root Tip Cells of *Vicia faba* L., C.B.U. **Journal of Science 41** 121-126.

Koca, S., Koca, Y.B., Yıldız, Ş., Gürcü, B. 2008. Genotoxic and Histopathological Effects of Water Pollution on Two Fish Species, *Barbus capito pectoralis* and *Chondrostoma nasus* in the Büyük Menderes River, Turkey, **Biological Trace Element Research 122**(3): 276-291.

Kong, M.S., Ma, T.H., 1999. Genotoxicity of contaminated soil and shallow well water detected by plant bioassays, **Mutation Research 426**, 221-228.

Kong, Z.M., Zang, Y., Wu, Q.L. 1998. Monitoring the Genotoxicity of Lake Taihu, Using Two Kinds of Micronucleus Tests. **Mutation Research Vol. 99** Pp: 279-283.

Kovalchuk, O., Kovalchuk, I., Arkhipov, A., Telyuk, P., Hohn, B., Kovalchuk, L., 1998. The *Allium cepa* chromosome aberration test reliably measures genotoxicity of soils of inhabited areas in the Ukraine contaminated by the Chernobyl accident, **Mutation Research 415**, 47-57.

Lah, B., Vidic, T., Glasencnik, E., Cepeljnik, T. 2008. Genotoxicity Evaluation of Water Soil Leachates by Ames Test, Comet Assay and Preliminary Tradescantia Micronucleus Assay. **Environ Monit Assess 139**: 107-118.

Liu, D., Jiang, W., Gao, X. 2003. Effects of Cadmium on Root Growth, Cell Division and Nucleoli in Root Tip Cells of Garlic, **Biologia Plantarum Vol.47** Pp: 79-83.

Majer, B.J., Tscherko, D., Paschke, A., Wennrich, R., Kundi, M., Kandeler, E., Knasmüller, S., 2002. Effects of heavy metal contamination of soils on micronucleus

induction in *Tradescantia* and on microbial enzyme activities: a comparative investigation, **Mutation Research**, **515**, 111-124.

Matsumoto, S.T., Mantovani, M.S., Malagutti, M.I.A., Dias, A.L., Fonseca, I.C., Marin-Morales, M.A., 2006. Genotoxicity and mutagenicity of water contaminated with tannery effluents, as evaluated by the micronucleus test and comet assay using the fish *Oreochromis niloticus* and chromosome aberrations in onion root-tips, **Genetics and Molecular Biology** **29**,1, 148-158.

Miao, M., Fu, R., Yang, D., Zheng, L. 1999. Vicia-root Micronucleus Assay on the Clastogenicity of Water Sample from the People's Republic of China. **Mutation Research Vol. 426** Pp: 143-145.

Monarca, S., Feretti, D., Collivignarelli, C., Guzzella, L., Zerbini, I., Bertanza, G., Pedrazzani, R. 2000. The Influence of Different Disinfectants on Mutagenicity and Toxicity of Urban Wastewater. **Water Research Vol. 17** Pp: 4261-4269.

Moraes, D.S.L., Jordão, B.Q., 2001. Evaluation of the genotoxic potential of municipal wastewater discharged into the Paraguay river during periods of flood and drought, **Environmental Toxicology** **16**, 113-116.

Mount, D.R., Hockett, J.R. 2000. Use of Toxicity Identification Evaluation Methods to Characterize, Identify and Confirm Hexavalent Chromium Toxicity in an **Industrial Effluent. Water Res. 34**: 1379-1385.

Nasta, A., Gunther, E. 1973. Mitoseanomalien Bei *Allium cepa* und *Hordeum vulgare* Nach Einwirkung eines Carbamat-Herbizids **Biol. Zbl. 92**: 27-36.

Natusch, D.F. 1978. Potential Carcinogenic Species Emitted to the Atmosphere by Fossil-Fueled Power Plants. **Environmental Health Perspect.**, **22**, 79-90.

Patra, M., Sharma, A., 2002. Relative efficacy of *Allium cepa* and *Allium sativum* in anaphase-telophase test screening metal genotoxicity, **Biologia** **57**, 409-414.

Rank, J., Nielsen, M.H., 1998. Genotoxicity testing of wastewater sludge using the *Allium cepa* anaphase-telophase chromosome aberration assay, **Mutation Research** **418**, 113-119.

Reiffersched, G., Grummt, T. 2000. Genotoxicity in Germa Surface Waters-Resuts of a Collaborative Study, Water, **Air and Soil Pollution Vol.123** Pp:67-79.

Rencüzoğulları, E. 2001. The Cytogenetic Effects of Sodium Metabisulfite, a Food Preservative in Root Tip Cells of *Allium cepa* L., **Türk J. Biol. Cilt 25** Pp:361-370.

Rieger, R., Michealis, A. 1972. Effects of Chromosome Repottering in *Vicia faba* L. Aberration, Distribution, Aberration Spectrum and Karyotype Sensitivity After Treatment With Ethanol and Differently Reconstructed Chromosome Complements. **Biol. Zbl. Vol. 92** Pp: 151-159.

Rieger, R., Nicolof, H., Michaelis, A. 1973. Introchromosomal Clustering of Chromatic Aberrations Induced by N-methyl-N-nitroso urethan in *Vicia faba* and Barley. **Biol. Zbl. Vol.92** Pp: 681-689.

Robidoux, P.Y., Gong, P., Sarrazin, M., Bardai, G., Paquet, L., Hawari, J., Dubois, C., Sunahara, G.I., 2004. Toxicity assesment of contaminated soils from an antitank firing range, **Ecotoxicology and Environmental Safety**, **58**, 300-313.

Sahi, A.N., Singh, S.K., Sem, P.K., Singh, R.N. 1998. Gytogenetic Response of Hexavalent Chromium-Induced Somatic Cell Abnormalities in *Allium cepa*. **Cytobios 96**: 71-79.

Sang, Nç, Li, G. 2004. Genotoxicity of Municipal Landfill Leachate on Root Tips of *Vicia faba*, **Mutation Research** **560**, 159-165.

Soheir, M.A., Odette, R.F. 1983. Cytological Effects of Pesticides XII of the Phosphorathioate Insecticide Dursban on the Mitosis of *Vicia faba*. **Cytologia** **48** Pp: 27-33.

Stohs S.J., Bagchi, D. 1995. Oxidative Mechanisms in the Toxicity of Metal Ions. **Free Radic Biol Med.** **18**: 321-336.

Sudhakar, D., Ninge-Gowda K.N., Venu, G. 2001. Mitotic Abnormalities Induced by Silk Dyeing Industry Effluents in the Cells of *Allium cepa*. **Cytologia** **66**: 235-239.

Türkoğlu, Ş., Koca, S. 1999. The Effects of Paraquat (Gramoxone) on Mitotic Division, Chromosomes and DNA Amount in *Vicia faba* L., **C.Ü.Fen-Edebiyat Fak. Fen Bilimleri Dergisi (21)**.

Türkoğlu, Ş. 2007. Genotoxicity of five food preservatives tested on root tips of *Allium cepa* L., **Mutation Research** **626**, 4-14.

Türkoğlu, Ş. 2008. Evaluation of Genotoxic Effects of Sodium Propionate, Calcium Propionate and Potassium Propionate on the Root Meristem Cells of *Allium cepa*, **Food and Chemical Toxicology** **46**, 2035-2041.

Von Burg, R., Liu, D. 1993. Chromium and Hexavalent Chromium. **J Appl Toxicol** **13**: 225-230.

Wang, J-J., Cheng, W-X., Ding, W., Zhao, Z-M. 2006. the Effect of the Insecticide Dichlorvos on Esterase Activity Extracted From the Psocids, *Liposcelis bostrychophila* and *L. entomophila*. **Journal of Insect Science**, **4**:23, 5pp.

Watanabe, T., Hirayama, T., 2001. Genotoxicity of soil, **Journal of Health Science**, **47(5)** 433-438.

White, P.A., Rasmussen, 1998. The genotoxic hazards of domestic wastes in surface waters, **Mutation Research** **410**, 223-236.

WHO (World Health Organization), www.who.int

Yang, G. 1999. Tradescantia-micronucleus Assay on the Water Quality of Lake Honghe in Jiangsu Province, China. **Mutation Research Vol. 426** Pp: 155-157.

Yüzbaşıoğlu, D., Ünal, F., Sancak, C., Kasap, R. 2003. Cytological Effects of the Herbicide Racer Flurochridone on *Allium cepa*, **Caryologia Vol.56** Pp: 97-105.

Zhu, Y., Wang, J., Bai, Y., Zhang, R. 2004. Cadmium, Chromium and Copper Induce Polychromocyte Micronuclei in Carp (*Cyprinus carpio* L.). **Bull. Environmental Contam. Toxicology Vol. 72** Pp: 78-86.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Zahide ŞAHİN
Doğum Yeri ve Tarihi : Razgrat-1984

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi- Biyoloji
Yüksek Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi - Genel Biyoloji A.B.D.
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

Bildiriler

-Ulusal Bildiri

Şahin, Z. 2004. “Atık Sular ve Toksik Etki Yapan Siyanobakteriler” 11. Ulusal Biyoloji Öğrencileri Kongresi-AYDIN.

Koca, S., **Şahin, Z.**, Tunçbaş, O., 2006. “Nazilli’de Bulunan Atık Su Arıtma Tesisinin Giriş ve Çıkış Suyunun *Allium cepa* L. Kök Ucu Hücrelerinde Mitoz Bölünmeye Etkisi” 18. Ulusal Biyoloji Kongresi- Kuşadası-AYDIN.

Şahin, Z., Koca, S., 2008. “Büyük Menderes Nehri İle Sulanan Aydın Bölgesi’ndeki Toprakların Genotoksisitesinin *Allium* Test Sistemi İle Belirlenmesi ” 19. Ulusal Biyoloji Kongresi, Trabzon.

-Uluslararası Bildiri

Kırmacı, M., **Şahin, Z.**, Manav, S., 2005. “Basket Making and Its Usage in AYDIN, TURKEY” 4. Uluslararası Etnobotanik Kongresi, ICEP. İstanbul

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl: Aydın Belediyesi Sağlık İşleri Müdürlüğü (2007–2008)

İLETİŞİM

E-posta Adresi : zsahin@adu.edu.tr
zahidester@gmail.com