**T.C.**

**TRAKYA ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# ERGENE NEHRİ SUYUNUN *Secale cereale L.* TOHUMUNUN ÇİMLENMESİ VE KÖK UCU MİTOZ BÖLÜNME ÜZERİNE ETKİSİ

**DİLEK BEKOĞLU YILMAZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI**

**Yrd. Doç. Dr. HAYATİ ARDA**

**EDİRNE-2013**

# ERGENE NEHRİ SUYUNUN *Secale cereale* L. TOHUMUNUN ÇİMLENMESİ VE KÖK UCU MİTOZ BÖLÜNME ÜZERİNE ETKİSİ

**DİLEK BEKOĞLU YILMAZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI**

**2013**

**TRAKYA ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Mustafa ÖZCAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

Prof. Dr. Yılmaz ÇAMLITEPE

Anabilim Dalı Başkanı

Bu tez tarafımca (tarafımızca) okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Hayati ARDA

Tez Danışmanı

Bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Biyoloji Anabilim Dalında bir Yüksek lisans tezi olarak oy birliği/oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri : İmza

Yrd. Doç. Dr. Hayati ARDA

Yrd. Doç. Dr. Necmettin GÜLER

Doç. Dr. Dilek BAKIRCIOĞLU Tarih:10/07/2013

**T.Ü.FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİYOLOJİ ANABİLİMDALI YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**DOĞRULUK BEYANI**

İlgili tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını beyan ederim.

10/ 07 / 2013

Dilek BEKOĞLU YILMAZ

**Yüksek Lisans**

**"Ergene nehri suyunun *Secale cereale* L. tohumunun çimlenmesi ve kök ucu mitoz bölünmesi üzerine etkisi"**

**Trakya Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Biyoloji Anabilim Dalı**

## ÖZET

Bu çalışmada, Trakya bölgesinde bulunan Ergene nehri suyu ile *Secale cereale* L. tohumunun in vitro koşullarda çimlenme ve kök ucu mitoz bölünme evrelerindeki kromozomal değişimler incelenmiştir. Bu amaçla Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden alınan *S. cereale* bitkisinin tohumları, Trakya Üniversitesi Biyoloji Bölümü Sistematik Araştırma Laboratuvarında çimlendirilmiştir. Çalışma, kontrol ve deney grupları olacak şekilde planlanmıştır. Tohumlar saf su (kontrol) ve Çorlu, Muratlı, Alpullu' dan üç farklı zamanda (Nisan- Temmuz- Kasım) alınan su örnekleriyle çimlendirilmiştir. Çimlendirme işleminden sonra, mikroskobik incelemeler için kök ucu örneklerinden preparatlar yapılmıştır. Preparatlarda yapılan incelemelerde çeşitli kromozom aberasyonları belirlenmiştir. Alınan su örneklerindeki farklı ağır metal değerlerinin etkisiyle kromozom aberasyonlarının ortaya çıktığı gözlenmiştir. Bu aberasyonlar, metafazda tabla kayması, metafazda yapışıklık, C-mitoz, anafazda kalgın kromozom, yanlış kutuplaşma, vagrant kromozom, köprü olarak belirlenmiştir.

2013

45 sayfa

**Anahtar kelimeler**: *Secale cereale* L. kromozom aberasyonu, vagrant kromozom, kalgın kromozom, in vitro.

**Master Thesis**

**"Effect of River Ergene's Water on Seed Germination and Root Tip Mitosis of *Secale cereale* L."**

**Trakya University Institute of Naturel Sciences**

**Department of Biology**

## ABSTRACT

In this study, in vitro germination of Secale cereale L. seed by water of Ergene River in Trakya Region and chromosomal abnormalities in phases of root tip mitosis was investigated. Seeds of S. cereale plant obtained from Trakya Agricultural Research Institution were germinated at Trakya University Systematical Research Laboratory of Biology Department. Study was planned as control group and experimental groups. Seeds were germinated by pure water (control) and water samples taken from Çorlu, Muratlı, Alpullu for three different times (April- July- November). After germination process, preparations from root tip samples were set for microscopic observations and chromosomal aberrations were determined. Chromosomal aberrations were observed to appear by the effect of different heavy metal values in water samples taken. These aberrations were (plate shift, stickiness break, vagrant chromosome and C-mitosis, vacuolated) at metaphase and (wrong polarization, laggard chromosome, bridges, vacuolated) at anaphase.

2013

45 pages

**Keywords**: *Secale cereale* L., chromosome aberrations, vargant chromosome, laggart chromosome, in vitro.

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam sırasında sonsuz desteğiyle ve engin tecrübesiyle yanımda olan değerli hocam, tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Hayati ARDA' ya şükranlarımı sunarım. Tezimin her aşamasında tecrübesiyle yanımda olan hocam Doç. Dr. Çiler MERİÇ' e, istatiksel değerlendirme çalışmalar aşamasında bana yardımcı olan Öğretim Gör. Dr. Cem TOKATLI' ya, su analizi araştırmalarında bana yardımcı olan Nevin KÜTÜK' e, çalışmalarımda yanımda olan arkadaşım Vahdettin KURT' a çok teşekkür ederim.

Sonsuz maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili eşime teşekkürü bir borç bilirim.

Bu çalışmayı TÜBAP-2012/25 numaralı proje ile destek sağlayan Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi' nin başta yöneticileri olmak üzere tüm yetkililerine teşekkür ederim.

Dilek BEKOĞLU YILMAZ

Edirne, Haziran 2013

# İÇİNDEKİLER

**ÖZET**.....I

**ABSTRACT**..... II

**TEŞEKKÜR**..... III

**İÇİNDEKİLER**..... IV

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**..... VI

**TABLOLAR DİZİNİ**..... VII

**ŞEKİLLER DİZİNİ**..... VIII

**BÖLÜM 1** ..... **1**

**GİRİŞ** ..... **1**

**BÖLÜM 2** ..... **3**

**KAYNAK ARAŞTIRMASI** ..... **3**

2.1.Suyun Kimyasal Özellikleri ..... 3

2.1.1. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (COD) ..... 3

2.1.2. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOD) ..... 3

2.1.3. Çözünmüş Oksijen Değeri (Ç.O) ..... 4

2.1.4. Ph ..... 4

2.1.5.İletkenlik ..... 5

2.2. Kirli Sularda Bulunabilen Ağır Metaller ..... 5

2.2.1. Kurşun ..... 6

2.2.2. Bakır ..... 6

2.2.3. Demir ..... 6

2.2.4. Kadmiyum ..... 7

2.2.5. Nikel ..... 7

2.2.6. Çinko ..... 7

2.3. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği ..... 8
2.4. Bitkilerde Mitoz Bölünme ..... 9
**BÖLÜM 3 ..... 13**
**MATERYAL VE METOD ..... 13**
3.1.Materyal ..... 13
3.1.1.Çalışma Materyali ..... 13
3.1.2. Çalışma Alanı ..... 14
3.2 Metot ..... 15
3.2.1.Su Numunelerinin Alınması ..... 15
3.2.2.Su Analiz Yöntemleri ..... 16
3.2.3.Tohumların Çimlendirilmesi ..... 16
3.2.2. Çalışmada Kullanılan Kimyasal Maddelerin Hazırlanışı ..... 18
3.2.2.1. Fiksasyon, Hidroliz ve Boyama İşlemleri İçin Kullanılan Kimyasalların Hazırlanışı ..... 18
3.2.3.Fiksasyon, Hidroliz ve Boyama ..... 19
3.2.4.Mikroskobik Analizler ..... 20
**BÖLÜM 4 ..... 21**
**SONUÇLAR VE TARTIŞMA ..... 21**
4.1. SONUÇLAR ..... 21
4.1.1. Su Analizlerinin Sonuçları ..... 21
4.1.2. Çimlenen Tohum Sayılarının Sonuçları ..... 24
4.1.3. Verilerin İstatistiki Analizleri ..... 27
4.1.4. Ağır metallerin Kromozom Aberasyonları Üzerine Etkisi ..... 28
**4.2. TARTIŞMA ..... 35**
**KAYNAKLAR ..... 40**
**ÖZGEÇMİŞ ..... 45**

# SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

| | |
|---|---|
| % | Yüzde |
| BOD | Biyolojik oksijen değeri |
| COD | Olması gereken oksijen değeri |
| HCL | Hidroklorik asit |
| ºC | Santigrat |
| Ç.O | Çözünmüş oksijen |
| Cu | Bakır |
| Pb | Kurşun |
| Fe | Demir |
| Cd | Kadmiyum |
| Ni | Nikel |
| Zn | Çinko |
| mg | Miligram |
| µg | Mikrogram |

# TABLOLARIN LİSTESİ

**Tablo 2.1:** Su kalite sınıfları ..... 9

**Tablo 4.1:** Nisan-2012 tarihinde alınan su örnekleri analiz sonuçları ..... 21

**Tablo 4.2:** Temmuz-2012 tarihinde alınan su örnekleri analiz sonuçları ..... 22

**Tablo 4.3:** Kasım-2012 tarihinde alınan su örnekleri analiz sonuçları ..... 22

**Tablo 4.4:** Nisan- 2012'de alınan su örnekleri ve kontrol grubu ile yapılan çimlenmenin tohum sayılarına etkisi ..... 24

**Tablo 4.5:** Temmuz- 2012'de alınan su örnekleri ve kontrol grubu ile yapılan çimlenmenin tohum sayılarına etkisi ..... 25

**Tablo 4.6:** Kasım- 2012'de alınan su örnekleri ve kontrol grubu ile yapılan çimlenmenin tohum sayılarına etkisi ..... 26

**Tablo 4.7:** Su analiz sonuçları ile çimlenen tohum sayıları arasındaki istatistiki değerler ..... 27

# ŞEKİLLERİN LİSTESİ

**Şekil 3.1:** *S. cereale* tohumlarının genel görünümü 13

**Şekil 3.2:** Ergene havzası haritası 14

**Şekil 3.3:** Tohumların ekildiği anın görünümü 17

**Şekil 3.4:** Tohumların dördüncü gündeki çimlenme durumları 17

**Şekil 4.1:** Üç istasyondan alınan üç su örneğinin pH değerleri 23

**Şekil 4.2:** Nisan- 2012'de alınan su örnekleri ve kontrol grubu ile yapılan çimlenme sonuçlarının yüzdeleri 24

**Şekil 4.3:** Temmuz- 2012'de alınan su örnekleri ve kontrol grubu ile yapılan çimlenme sonuçları yüzdeleri 25

**Şekil 4.4:** Kasım- 2012'de alınan su örnekleri ve kontrol grubu ile yapılan çimlenme sonuçları yüzdeleri 26

**Şekil 4.5:** *S. cereale* kök ucu hücrelerinde kontrol grubunda mitoz bölünme evreleri 29

**Şekil 4.6:** *S. cereale'* de mitotik anafazda vagrant kromozom (1.İstasyon) 30

**Şekil 4.7:** *S. cereale'* de mitotik anafazda köprü (2.İstasyon) 30

**Şekil 4.8:** *S. cereale'* de mitotik C-mitoz (3. İstasyon) 31

**Şekil 4.9:** *S. cereale'* de mitotik anafazda vagrant kromozom (1.İstasyon) 31

**Şekil 4.10:** *S. cereale'* de mitotik metafazda tabla kayması (2.İstasyon) 32

**Şekil 4.11:** *S. cereale'* de mitotik anafazda yanlış kutuplaşma ve vakuolizasyon (3.İstasyon) ..... 32

**Şekil 4.12:** *S. cereale'* de mitotik anafazda köprü ve vagrant kromozom (1.istasyon) ..... 33

**Şekil 4.13:** *S. cereale'* de mitotik C-mitoz (2.istasyon) ..... 33

**Şekil 4.14:** *S. cereale'* de mitotik metafazda yapışıklık ve vakuolizasyon (3.istasyon) ..... 34

# BÖLÜM 1

# GİRİŞ

Çavdar, Orta Doğu ve Avrupa ülkelerinde önemli bir ekmeklik tahıldır. Çavdar genellikle hayvan beslenmesinde kullanılmakla birlikte buğday ekmeği ile karıştırıldığında proteinlerindeki yüksek beslenme değeri, karakteristik tadı ve uzun süre tazeliğini koruması açısından önemlidir. Çavdar unu esmer renkli olduğundan ekmekçilikte kullanılacaksa çoğunlukla buğdaya katılarak tüketilir. Alkol ve viski hammaddesi olarak da kullanılır. İnce, uzun, esnek ve saydam olan çavdar sapları da çatı kaplaması, şilte dolgusu, örme şapka, kâğıt ve mukavva yapımında kullanılır. Çavdarın gıda ve sanayi alanında etkin bir şekilde rol alabilmesi için kaliteli üretiminin olması gerekmektedir. Bu kalite çevresel faktörler sebebiyle bozulmaktadır. Bölgesel sulama havzasındaki kirlilik çavdar bitkisinin kalitesini düşürmektedir [1, 2, 3].

Çevre kirliliği ilk defa kentsel yaşamın başlaması sonucu ortaya çıkmış ve endüstriyel gelişmeye paralel olarak da artmıştır. Özellikle yirminci yüzyılın ikinci yarısında, nüfus artışındaki hızlanmaya bağlı olarak artan çevre kirliliği, yaşam kaynaklarının daha fazla kirlenmesine neden olmuş ve sonuçta ekosistemin bozulması giderek çok daha ciddi bir hal almıştır. Doğal dengeyi bozan bu kirletici unsurlar içinde ağır metaller de yer almaktadır. Ağır metal deyimi, doğadaki tüm metalleri ve metaloitleri kapsamaktadır [4].

Ülkemizin Trakya bölgesinde yer alan en önemli su toplama havzalarından biri Meriç – Ergene su toplama havzasıdır. Bölgedeki sanayileşmenin son yıllarda artması ve ayrıca yoğun tarımsal faaliyetlerin etkisi ile bir kirlenme ortaya çıkmıştır. Bu bölgedeki gerek tarım ve gerekse sanayi için gerekli olan suyun çoğu Ergene Nehri ve onu besleyen derelerden sağlanmaktadır [5].

Çerkezköy'de organize sanayi sitesinde tekstil, beyaz eşya, elektronik eşya ve boya fabrikaları bulunmaktadır. Çorlu ile Lüleburgaz arasında yer alan ağır organize sanayiinde tekstil, cam, kâğıt, metal, yağ, gıda, deri, kimya fabrikaları bulunmaktadır. Kırklareli-Babaeski yolu etrafında küçük çaplı çeşitli fabrikalar bulunmaktadır. Ayrıca Havza da Alpullu şeker fabrikası, Pınarhisar da çimento fabrikası, Lüleburgaz'da da gaz çevrim santrali bulunmaktadır. Ergene havzasının çeşitli yerlerinde çok sayıda un fabrikası süt işletme tesisleri ve küçük çapta atölyeler yer almaktadır [6]. Ergene havzasında sanayi her geçen gün büyük bir hızla artmaktadır. Atık sularda bulunan

çeşitli ağır metallerin tohumların kromozomları üzerinde olumsuz etkileri olduğu araştırmalar sonucunda gözlenmiştir.

Bu araştırmada, *Secale cereale* L. Ergene Nehrinin üç değişik noktasından Nisan 2012-Temmuz 2012- Kasım 2012 tarihlerinde su numuneleri alınmıştır. Sudaki BOD, COD, Ç.O, Cu, Pb, Fe, Cd, Ni, Zn, pH, iletkenlik miktar değişimlerinin incelenmesi ve *S. cereale* tohumlarının kök hücrelerindeki mitoz bölünme sırasında meydana gelen kromozom anormalliklerinin gözlenmesi ve saptanması amaçlanmıştır.

# BÖLÜM 2

# KAYNAK ARAŞTIRMASI

## 2.1. Suyun Kimyasal Özellikleri

### 2.1.1. Kimyasal Oksijen İhtiyacı (COD)

Kimyasal Oksijen İhtiyacı, suda kimyasal ve biyokimyasal oksitlenebilir madde miktarının bir ölçüsüdür. Kimyasal oksijen ihtiyacı (COD), evsel ve endüstriyel atık suların organik kirlilik derecesini belirlemede kullanılan en önemli parametrelerden biridir. Yüzey sularında; kirletilmemiş sularda COD 20 mg/l civarında iken, atık su deşarjı yapılan sularda 200 mg/l ve üzerindedir. Endüstriyel atık sularda ise 100-60000 mg/l arasında olabilmektedir [4].

### 2.1.2. Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOD)

Organik maddenin parçalanması sırasında oksijen tüketilmektedir. Karbonlu maddelerin ayrışmalarını sağlayan aerob bakterilerin, parçalanma sırasında kullandıkları oksijen miktarına denir. BOD' nin büyüklüğünü; parçalanan organik maddelerin konsantrasyonu, mikroorganizmaların sayısı, zehirli etkisi olan maddelerin biyokimyasal işlemleri etkiler. Kirletilmemiş suların BOD' si genellikle 2 mg/l ve daha altındadır. Kirletilmiş sularda ise BOD konsantrasyonu 10 mg/l'ye ulaşabilir. Evsel atıkların BOD değeri 600 mg/l, endüstriyel atıkların ise 2500 mg/l civarındadır. BOD değerinin küçük olması suyun temiz olduğunu veya mikroorganizmaların sudaki organik maddeyi kullanmadığını gösterir. Genellikle kirletilmemiş veya az kirletilmiş sularda BOD; COD' nin % 50'si kadardır. BOD' nin bu değerden düşük olması, ortamda zehirliliğin yüksek olması anlamına gelmektedir. Ancak BOD değeri, COD değerine eşit veya daha yüksek olamaz [7].

### 2.1.3. Çözünmüş Oksijen Değeri (Ç.O)

Oksijen suda orta derecede çözünebilen bir gazdır. Suyun deniz seviyesinde ve 1 atm. değerinde, oksijene doygunluk derişimleri 0°C'de 14,6 mg/L, 25°C 'de 8,4 mg/L'dir. Sudaki çözünmüş oksijen atmosferden ve suda yaşayan canlıların fotosentez yapmaları ile sağlanır.

Çözünmüş oksijenin suda varlığı, sucul hayatın devamı ve suyun kalitesi açısından temel öneme sahiptir. Bundan dolayı, oksijen en çok kullanılan su kalitesi parametresidir. Doğal sulardaki çözünmüş oksijen miktarı, sıcaklık, tuzluluk, suyun karışımı ve atmosferik basınç gibi fiziksel şartlara bağlı olarak değişir. Sıcaklık, tuzluluk arttıkça suda çözünen oksijen azalır [8].

Sudaki çözünmüş oksijen miktarı yaklaşık 0,5-1 mg/l'nin altına düştüğünde sulardaki tüm aerobik yaşam durur, anaerobik çürüme başlar ve ortamda kötü kokulu hidrojen sülfür, metan gibi gazlar oluşur. Minimum kabul edilebilir oksijen miktarları belirtmek uygun olmamakla birlikte, 4 mg/l'den düşük derişimlerin sudaki çoğu canlı üzerinde tahrip yaptığı gözlenmiştir [9].

### 2.1.4. pH

pH, sudaki hidrojen iyonu konsantrasyonu ölçüsüdür ve sudaki asit ve bazlar arasındaki dengeyi gösterir. Sudaki karbonat, hidroksit bikarbonat iyonları suyun bazikliğini, serbest mineral asitler ve karbonik asit ise suyun asitliğini arttırır. Doğal yeraltı sularının pH' ı 6,0–8,5 arasında değişir, fakat termal sularda düşük pH değerleri de görülebilir. Kirlenmemiş suların pH' ı 6,5–8,5 arasındadır. Asidik maden işletmeleri sularının drenajı ve nötralleştirilmemiş endüstriyel atık sular, suların pH' ını düşürür. Demir bakterilerinin üremesi pH' a bağlıdır. Bu bakteriler pH 5,5 – 8,2 arasında ürerler. Demir bakterilerinin çok hızlı üremesi " kırmızı su" oluşumuna yol açar. Kükürt kirliliğine uğramış sularda " çürük yumurta" kokusu oluşturan hidrojen sülfür gazının oluşumu pH 7,0'nin altında ise termodinamik olarak hızlanır. Suların renk yoğunluğu pH' ın yükselmesi ile artar. Arıtma işlemlerindeki çöktürme ve yüzdürme işlemlerinin verimliliği pH' a bağımlıdır. Bundan dolayı arıtma işlemlerinde pH ayarlaması yapılır. Su ortamlarının korunması için pH' ı 6,5 – 9,0 aralığında olmalıdır [10].

### 2.1.5. İletkenlik

İletkenlik suların içinde bulunan tuzların ve iyon miktarlarının bir göstergesidir. İletkenliğin yüksek olması bu sularda tuz miktarının yüksek olduğunu veya tuzluluğa yol açan iyonların fazla olduğunu gösterir. Evsel ve endüstriyel atık suların yüzeysel sulara deşarjı sonucu bu sulardaki tuz konsantrasyonları yükselir ve tuz içeriği fazla olan bu suların sulamada kullanılması problem oluşturmaktadır. Bu nedenle sulama sularının elektriksel iletkenliklerinin yüksek olmaması gerekir, ama en fazla 300 μS /cm kadar olabilir [11].

Elektriksel iletkenlik (kondüktivite), suyun elektrik akımını iletebilme özelliğinin sayısal olarak ifadesidir. Su analiz sonuçları verilirken (μS/cm) cinsinden 25 °C sıcaklıktaki değeri hesaplanarak belirtilir. Suların elektriksel iletkenliği, iyonların sudaki toplam derişimine ve sıcaklığa bağlıdır. Sıcaklık artışı ile suların elektriksel iletkenlikleri de artar. Sudaki iyonların derişimi arttıkça elektriksel iletkenlik de artar, dolayısıyla elektriksel iletkenlik ölçümleri sudaki toplam iyon derişimi hakkında iyi bir göstergedir [12].

Doğal haldeki yüzey sularının elektriksel iletkenliği 50 – 1500 μS/cm arasında değişir. Yeraltı sularının elektriksel iletkenliği yüzey sularına oranla daha geniş aralıkta değişir. Yeraltı sularının iletkenliği bazı bölgelerde deniz suyunun yaklaşık iletkenliği olan 50000 μS/cm'ye ulaşabilmektedir. Sanayideki kirliliğin yüksek olduğu dere ve akarsularda 4500- 5000 μS/cm civarlarında okunabilmekte buna bağlı olarak da tuzluluk ve diğer kimyasal parametrelerde dolayısıyla COD değerinde artış göstermektedir. Atık suların iletkenliği, atık suları üreten kaynağın özelliklerine bağlıdır. Bazı endüstriyel atık sularda 10000 μS/cm'nin üzerinde iletkenlik değerleri gözlenmektedir [13].

## 2.2. Kirli Sularda Bulunabilen Ağır Metaller

Doğal sularda başlıca iyonlar ($Ca^{+2}$, $Mg^{+2}$, $Na^{+}$ , $HCO_3^{-}$, $Cl^{-}$) olup suyun içerdiği çözünmüş maddelerin % 90'ını oluştururlar. Doğal sular, bu majör iyonlar dışında eser düzeyde ağır metaller içerir [14,15,16].

Ağır metaller kök, gövde ve fide büyümesi, çimlenme, fotosentez oranı, enzim aktiviteler, protein sentezi, iyon alımı ve benzeri olayları önemli ölçüde ve genelde olumsuz yönde etkilerinden dolayı bitkisel üretimde verim ve kalitenin azalmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan, topraktaki ağır metallerin en tehlikeli yanı, bitkilerin yapılarına girmeleri ve gıda zinciri olarak tanımlanan olay sonucunda zincirin üst halkasını oluşturan insan vücuduna ulaşmalarıdır [17,18,19]. Kurşun, kadmiyum vb. ağır metaller insan vücudunda belirli limitlere geldiğinde birçok problemlere ve hatta zehirlenmelere neden olmaktadır [4].

Demir dışındaki diğer ağır metaller sularda genellikle 1 mg/L'den düşük derişimlerde bulunurlar. Doğal sulara evsel ve endüstriyel atık sular ve madencilik faaliyetleri atıkları aracılığıyla bazen önemli miktarda ağır metaller katılır. Madencilik faaliyetleri ortaya çıkan katı atıkları yıkanması sonucu sulara Fe, Cu, Pb, Cr, Zn, Mn gibi metaller karışır [20,21,22].

### 2.2.1. Kurşun

Canlı bünyesinde toplanarak toksin etkisi artan bir element olduğundan içme sularında eser halde bile bulunmamalıdır. Genellikle Pb içeren borulardan suya geçebilir. Pb suyun renk, koku, bulanıklık ve lezzetini bozmaz. Kurşun yaklaşık %40 metal, %25 alaşım ve %35 kimyasal bileşik içinde kullanılır [23,24]. Kirlenmiş sulardaki Pb konsantrasyonu 0,1 mg/l den az ise suda yaşayan canlılar bundan pek etkilenmezler. İnsanlardaki Pb'nin toksin etkileri vücudun hassaslaşması, kuvvetten düşme, uykusuzluk, kabızlık, zihin bulanıklığı, böbrek hastalıkları ve felç gibi hastalıklara neden olur. Başta egzoz gazları, mutfak kapıları, cilalı kap yüzeyleri, plastik ve benzeri eşyalarda bulunur [25].

### 2.2.2. Bakır

Normalde sularda çok çok az bulunur. Cu suya ancak su şebekesindeki borulardan, kalaysız bakır kaplardan asidik suların çözmesiyle geçer. Suda maksimum 1,5 ppm bulunabilir. Yüksek Cu konsantrasyonu zehirlenmelere neden olur [26].

### 2.2.3. Demir

Demir göreceli olarak zehirsiz sayılmaktadır. Buna rağmen sulardaki yüksek demir konsantrasyonu mikro floranın büyük ölçüde değişmesine neden olur. Demir oksit, demir hidroksit ve iki değerlikli demir bileşikleri fazla zararlı değildirler. Çeşitli demir bileşikleri sert olmayan sularda pH' ı düşürmek suretiyle balıklara zehir etkisi yaparlar. Demir hidroksit balıkların solungaçlarını tıkayarak ölmelerine sebep olur [27].

### 2.2.4. Kadmiyum

Kadmiyum ve bileşiklerinin çözeltileri zehirlidir. Ağır metaller içerisindeki en tehlikeli ve toksin maddelerden biri kadmiyumdur [28]. Çevremizdeki kadmiyum kaynakları; kadmiyum içeren boyalar, sigara dumanı, plastik katkı maddeleri, Kadmiyum sülfür ve çinko üreten tesislerdir. Piller çöpe atıldığı zaman depo sahasında bozularak kadmiyum ve bileşikleri serbest hale geçerek suya karışır. Bu madde insanlarda yüksek tansiyona, kalp hastalıklarına, akciğer kanserlerine ve anemiye neden olur [29,30].

### 2.2.5. Nikel

Nikel bitkiler için üreaz ve hidrogenaz enzimlerinin yapısında ve aktivitesinde yer alır; azot metabolizması için gereksinim duyulan temel bir elementtir. Nikel bitkilerde çok düşük miktarlarda yararlı olduğu halde; artan endüstriyel faaliyetler, mineral ve organik gübreler, kimyasal ilaçlar, yerleşim yeri ve endüstri atıkları ile ekolojik çevrede miktarı birikerek artmakta bunun sonucunda olumsuz etki yapmaktadır [31]. Nikelin olumsuz etkisi, fotosentez ve solunumu engellemesi; hücre zarı geçirgenliğini azaltması; foto sentetik elektron taşınımını engellemesi; hücre de peroksidaz ve üreaz aktivitesini düşürmesi; protein sentezini, klorofil ve azot düzeyini azaltması; hücre su dengesini değiştirmesi gibi fizyolojik ve biyokimyasal işlemlerin aksamasından kaynaklanmaktadır [32,33,34].

### 2.2.6. Çinko

Belirli konsantrasyonlarda çinko sulardaki mikro florayı olumsuz yönde etkiler. Bakır ve nikel, çinkonun zehir etkisini arttırırlar. Diğer metallerle çok sayıda alaşımın yapısına katılır. Otomotiv endüstrisinde, elektrikli gereçler, oyuncak, diş dolgusunda, deodorantlarda, pillerde ve kaynak işlerinde kullanılır [35].Çinko noksanlığında bitkilerde protein sentezinin gerilediği ve buna bağlı olarak amino grup ve amin birikiminin arttığı bilinmektedir. Amino asitlerin ve diğer çözünür azot bileşiklerinin birikmesi köklerin topraktan yapacağı azot alımı üzerine olumsuz etki yapabilir. Bu şekilde çözünür azot bileşiklerinin bitkide birikmesi, bitkinin azotla beslenme düzeyinin yeterli olduğu bilgisini köke ileterek kökün beslenme ortamında azot alımını sınırlandırmasına ve sonuçta bitkide gizli azot noksanlığının çıkmasına sebep olur. Bu

durumda ortaya çıkan azot eksikliği hem bitki büyümesinin gerilemesine hem de danede yeterince protein sentezlenememesine yol açmaktadır.

## 2.3. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği

Akarsuların ana bileşen iyon ve eser bilesen içerikleri ve diğer fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi günümüzde büyük önem taşımaktadır[36]. Ülkemiz için belirlenen Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ndeki değerler Tablo. 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2. 1'de sınıflandırma için geçerli su kalite parametreleri ve bunlara ait sınır değerleri Sınıf I, II, III ve IV için ayrı ayrı verilmiştir. Bir su kaynağının bu sınıflardan herhangi birine dahil edilebilmesi için bütün parametre değerleri, o sınıf için verilen parametre değerleriyle uyum halinde bulunmalıdır [37].

Sınıf I : Yüksek kaliteli su,

Sınıf II : Az kirlenmiş su,

Sınıf III : Kirli su,

Sınıf IV : Çok kirlenmiş su

**Tablo 2.1:** Su kalite sınıfları [37]

| **Su Kalite Parametreleri** | | **Su Kalite Sınıfları** | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | I | II | III | IV |
| Fiziksel ve inorganik kimyasal parametreler | pH | 6.5- 8,5 | 6.5- 8,5 | 6.0- 9,0 | 6.0-9,0 |
| | Çözünmüş oksijen (mg $O_2$/l)[a] | 8 | 6 | 3 | <3 |
| Organik parametreler | COD (mg/l) | 25 | 50 | 70 | > 70 |
| | BOD (mg/l) | 4 | 8 | 20 | > 20 |
| İnorganik kirlenme parametreleri[b] | Kadmiyum (µg Cd/l) | 3 | 5 | 10 | > 10 |
| | Kurşun (µg Pb/l) | 10 | 20 | 50 | > 50 |
| | Bakır ( µg Cu/l) | 20 | 50 | 200 | > 200 |
| | Nikel (µg Ni/l) | 20 | 50 | 200 | > 200 |
| | Çinko (µg Zn/l) | 200 | 500 | 2000 | > 2000 |
| | Demir (µg Fe/l) | 300 | 1000 | 5000 | > 5000 |

(a)-Konsantrasyon veya doygunluk yüzdesi parametrelerinden sadece birisinin sağlanması yeterlidir.

(b)-Bu gruptaki kriterler parametreleri oluşturan kimyasal türlerin toplam konsantrasyonlarını vermektedir.

## 2.4. Bitkilerde Mitoz Bölünme

Mitoz bölünme, kromozom sayısının korunmasının en önemli karakteristiğidir ve DNA'nın replikasyonu ile sağlanmaktadır. Tek hücrelilerde ebeveyne benzer bireyleri oluşturarak çoğalmayı, çok hücrelilerde ise büyüme, gelişme, hasar gören bölümlerin onarımı ve çoğalmaları hücre bölünmesiyle sağlanır.

Çok hücreli organizmalar diploit kromozom sayısına sahiptirler ve kromozom sayısı bakımından büyük değişiklik göstermektedirler. Kromozom seti ya da karyotip denilen bir bireyin kromozom sayısı, şekli ve büyüklüğü aynı türe ait her bireyin somatik hücrelerinde bellidir. Somatik kromozom sayısı 2n ile gösterilmektedir. Örneğin *S. cereale*' nin kromozom sayısı 2n= 14'dür. Kromozomlar hücre bölünmesi sırasında kısalıp yoğunlaştıkları için sayılabilirler. Kromozom morfolojisinin

incelenmesi ve kromozom sayımı yapılabilmesi için en uygun hücreler mitozun meta faz safhasındaki hücrelerdir.

**Hücre Siklusu**

Ökaryotik hücrelerde DNA sentezi sürekli değildir. Hücre bölünmesinden önce sentez işlemi gerçekleşir. DNA sentezi ve hücre bölünmesi arasındaki ilişkinin analizi, bütün hücrelerin büyüme ve bölünme yeteneğine sahip olan memeli hücre kültürlerinde yapılmıştır. Bütün bu çalışmalar DNA sentezinin, Ökaryotik hücrelerde hücre siklusunun sentez evresi olarak adlandırılan S fazında olduğunu ortaya koymuştur. S fazından önce ve sonra birer zaman aralığı bu yüzden ortaya çıkar. Hücre Siklusu $G_1$(ilk aralık), S(sentez), $G_2$(ikinci aralık) ve M(mitoz) olmak üzere dört evreden meydana gelir. $G_1$,S ve $G_2$ evrelerinin hepsine birden interfaz adı verilir. İnterfaz diğer bir deyimle mitoza hazırlık evresidir. İnterfazın $G_1$ evresinde; hücre için gerekli RNA ve proteinler sentezlenir, DNA için sentez hazırlığı yapılır. S evresinde; RNA sentezi devam ederken protein sentezi de en yüksek düzeye ulaşır. DNA sentezi yapılarak DNA miktarı iki katına çıkar. $G_2$ evresinde; DNA sentezi tamamlanmıştır fakat RNA ve protein sentezi $G_1$ evresindeki kadar olmamakla birlikte devam eder [38].

Dokulardaki birçok bölünmeyen hücre (dinlenme durumundaki fibroblastlar gibi), S evresinden hemen önce, yeteri kadar büyümemişlerse, hücre siklusunu durdururlar. Böylece dinlenme durumundaki hücrelere $G_o$ durumunda (veya $G_o$ hücresi) denir. $G_o$ birkaç gün, birkaç hafta sürebilir hatta hücre bölünmekten tamamen vazgeçebilir [39].

**M Evresi Olayları**

M evresi geleneksel olarak 5 evreye ayrılır. İlk 4 evre; profaz, metafaz, anafaz, telofaz, 5.evre ise telofazı takiben gerçekleşen sitokinez' dir. Sitokinez gerçekte anafazda başlar ve mitotik siklusunun sonuna kadar devam eder.

**1.Profaz (Prophase)**

Bu safhada nukleusun içerisindeki kromatin kromozomlar halini alır. Kromatin ipliklerin sayısı her tür için sabittir. Profazın başından itibaren her kromozomun kromatid adı verilen iki iplikten oluştuğu görülür. Fakat bu iki iplik henüz bölünmemiş olan sentromer tarafından bir arada tutulur. Kromozomlar profazın başında nukleusun içinde her tarafa eşit bir dağılım gösterirler. Safhanın sonuna doğru ise nukleusun zarına yaklaşırlar ve böylece nukleusun merkezi boş kalır. Profaz sırasında kromozomların hücre içindeki yönelimleri belli değildir. Bununla birlikte her bir sentromer her iki yanında kinetokorlar gözlenir. Bunlar kromozomun yöneliminde önemlidir. Profaz ilerledikçe kromozomlar daha büyük çaplı spiraller yaparak kısalıp kalınlaşırlar. Profazın sonunda ise nukleoluslar git gide küçülür ve kaybolur. Nukleolus bölgesi, her nukleusun içinde en az bir tane bulunan ve ribozomların üretilmesinde rol oynayan bölgelerdir [40].

**2. Metafaz (Metaphase)**

Metafaz iki alt evrede ele alınabilir:

a)Prometafaz: Prometafaz çekirdek lamına proteinlerinin fosforile olması sonucunda çekirdek zarının yıkılıp ortadan kalkması ile başlar. Bu evre sırasında kromozomlar sitoplazmada gelişigüzel dağılmıştır. Kinetokorlara bağlanan mikrotübüller, mitotik iğ mikrotübülleri olarak; kinetokorlara tutunmayan mikrotübüller ise polar (kutupsal) mikrotübüller olarak adlandırılır. Polar mikrotübülleri, mitoz sırasında iki kutup arasındaki mesafeyi koruduğuna inanılır. Mitotik iğ mikrotübülleri, kromozomların göçüne yardımcı olurlar.

b)Metafaz: Bu evrede kromozomlar kinetokorlar ve onları farklı kutuplara bağlayan kinetokor mikrotübülleri sayesinde metafaz plağında yer alırlar [41].

**3.Anafaz (Anaphase)**

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

### 4.Telofaz (Telophase)

Telofazda kromozomlar kutuplara ulaşmıştır, çekirdek lamınaları defosforile olmuştur ve çekirdek zarı tekrar yapılmıştır. Kromozomlar gevşer ve interfaz hücrelerdeki gibi heterokromatin ve ökromatin şeklinde düzenlenir. Yoğunlaşmış haldeki kromatinler yaygınlaşır, nukleolus görünmeye başlar, böylece mitoz sonlanır.

### 5.Sitokinez (Cytokinesis)

Sitoplazma, ayrışma (cleavage) olarak adlandırılan bir yöntemle bölünür. Bu olay genellikle anafaz esnasında başlar. Hücrenin orta bölgesinde (ekvator bölgesinde) denk gelen kısmındaki hücre zarı, aktin ve miyozin flamentlerden oluşan halkaların etkisiyle, iplik eksenine dik ve iki yeni nukleus arasında bir ayrışma oluğu oluşturur. Bu oluk ipliğe yaklaşana kadar gittikçe daralır ve sonunda bu dar bölge iyice daralıp kaynaşarak iki yeni hücrenin oluşumunu sağlar [38,42].

Su kirliliğinin sucul organizmalar üzerindeki etkisi kirleticinin fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik yapısı ile boşaltıldığı bölge sularının sakin veya akıntılı oluşuna göre değişebilir. Bu etki doğrudan veya dolaylı olarak kısa veya uzun vadede kendini gösterebilir. Örneğin, pestisit, deterjan, ağır metal gibi toksin maddeleri içeren kirleticiler doğrudan etkiye, suyun sıcaklığını değiştirerek ortamdaki $O_2$, $CO_2$ ve pH değişimlerine neden olan termik kirlenme ise dolaylı etkiye sahiptir [43].

Bitkiler besin zincirinin ilk halkasını oluşturduğundan dolayı, gıda üretiminde tarımsal verimi artırmak başlıca amaç olmuştur. Son yıllarda tarımsal alanların ağır metal kontaminasyonunda görülen artış, bu metallerin bitkiler üzerindeki zararlı etkileri ile ilgili çalışmalara ilgiyi artırmıştır. Çinko ve bakır gibi ağır metallerin proteinlerin ve enzimlerin katalitik ve yapısal bileşenleri olarak, normal bitki büyüme ve gelişmesi için kofaktör olarak gerekli olduğu bilinmektedir. Ancak bu mikro besinler ile kadmiyum, nikel ve kursun gibi ağır metallerin fazlalığı bitkilerde toksin etki yapmaktadır [44]. Kirleticilerin bitkilerde kromozom aberasyonlarına sebep olduğu bulunmuştur.

# BÖLÜM 3

# MATERYAL VE METOD

## 3.1.Materyal

### 3.1.1.Çalışma Materyali

Bu araştırmada, *Secale cereale* L.(çavdar) tohumları (Şekil 3.1:) kullanılmıştır. Çavdar yüksek oranda çimlenme ve kök oluşturma yeteneğine sahip olması ve dolayısıyla kök ucu meristem bölgesinden mitotik hücre elde edilebilmesi, kromozom sayısının az ve kromozom boyutlarının büyük olması nedeniyle kimyasalların toksin etkilerinin belirlenmesi için birçok araştırmada kullanılmıştır [1].

Araştırmamızda kullanılan *Secale cereale L.* tohumları Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından temin edilmiştir.



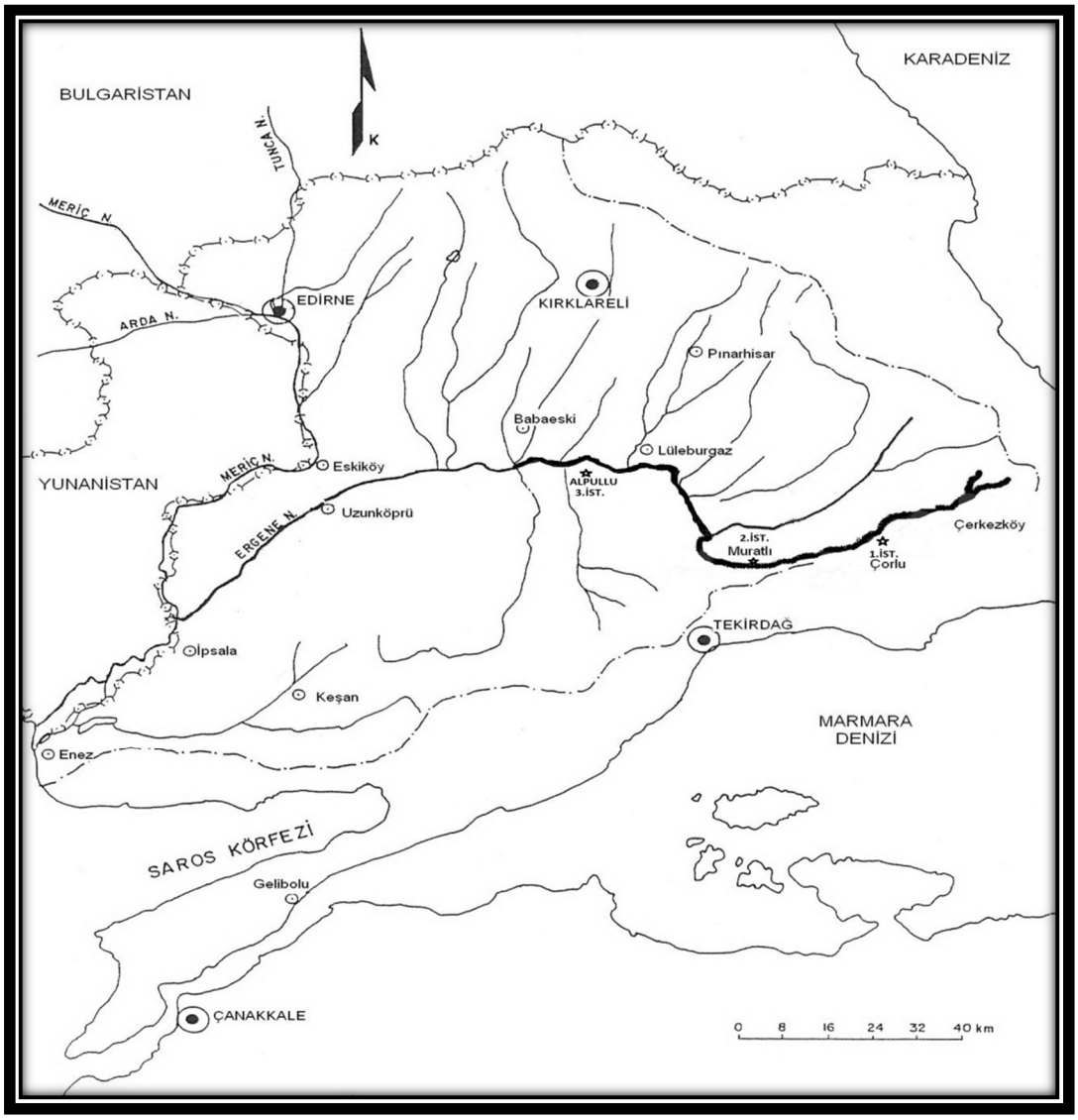
**Şekil 3.1:** *Secale cereale* tohumlarının genel görünümü

### 3.1.2. Çalışma Alanı

Ergene nehri' nin üç istasyonundan su örneği alınmıştır.

Belirlenen üç istasyon:

1. İstasyon: Çorlu köprüsü (Ulaş beldesi)
2. İstasyon: Muratlı köprüsü
3. İstasyon: Alpullu (Alpullu yeni köprü ayağı)




**Şekil 3.2:** Ergene havzası haritası [45]

## 3.2 Metot

### 3.2.1.Su Numunelerinin Alınması

Şekil 3. 2' de görüldüğü üzere Ergene Nehri'nin üç farklı yerinden Nisan-Temmuz-Kasım 2012 tarihleri arasında numune alınmıştır. Alınan su örneğinin, alındığı yerin bütün özelliklerini taşıması için polietilenden yapılmış temiz şişeler kullanıldı. Örnek alınan şişe, örnek su ile birkaç defa çalkalandı. Şişe içinde hava kalmayacak şekilde ağzına kadar doldurularak şişe üzerine aşağıdaki bilgiler yazıldı. 24 saat içerisinde bir istasyon için alınan üç şişe örnekten ikisi kendi laboratuvarımıza, kalan bir şişede Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü'ne kimyasal analiz için bırakılmıştır.

1.Örnek alınan yerin adı ve tarihi

2.Örnek alınan yerin özellikleri

Alınan numunelerde aşağıdaki parametreler analiz edilmiştir.

1- Ç.O

2- $BOD_5$

3- COD

4- Cu

5- Pb

6- Fe

7- Cd

8- Ni

9- Zn

10- İletkenlik

11- pH tayini

### 3.2.2. Su Analiz Yöntemleri

Örneklerin iletkenlik ve pH değerleri kendi laboratuvarımızda ölçülmüştür. İletkenlik Senso Direct Marka Con200 cihazı ile ölçüm yapılmıştır. pH ise Senso Direct Marka ph200 cihazı ile ölçülmüştür. Kimyasal analizlerde sudaki BOD, COD, Ç.O, Cu, Pb, Fe, Cd, Ni, Zn miktarları ölçülecek değerleridir.

Kimya Bölümünde yapılan analizlerde ise:

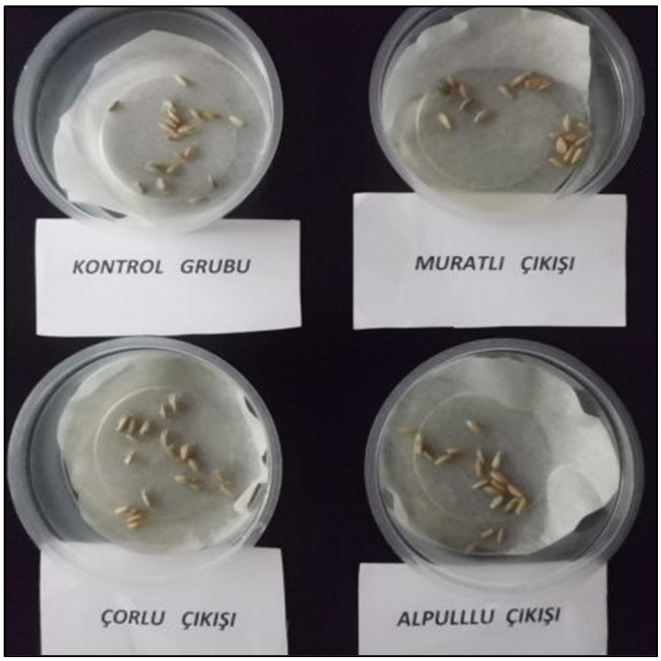
1. Çözünmüş oksijen (Ç.O) değeri Senso Direct Oxi200 Marka Aqua Lytic cihazı ile ölçülmüştür. COD (suyun kimyasal oksijen ihtiyacı) ise önce termo reaktörde reaktifler katılıp iki saat 148°C'de tutulup sonra oda sıcaklığında soğuyana kadar bekletilir. Soğuduktan sonra spektro fotometrede ölçümü yapılır. Kullanılan spektro fotometre: Thermo Spectronic Marka, Helios Aqoamate Cihazı ile ölçüm yapılmıştır. Kullanılan termo reaktör de TR 320 cihazı ile ölçülmüştür.

2. $BOD_5$ (beş gün bekletildikten sonraki biyolojik oksijen ihtiyacı) değeri inkübatörde 20°C'de beş gün bekletildikten sonraki oksijen değeridir. Markası Enolab MB 80 olan inkübatör ile tespit edilmiştir.

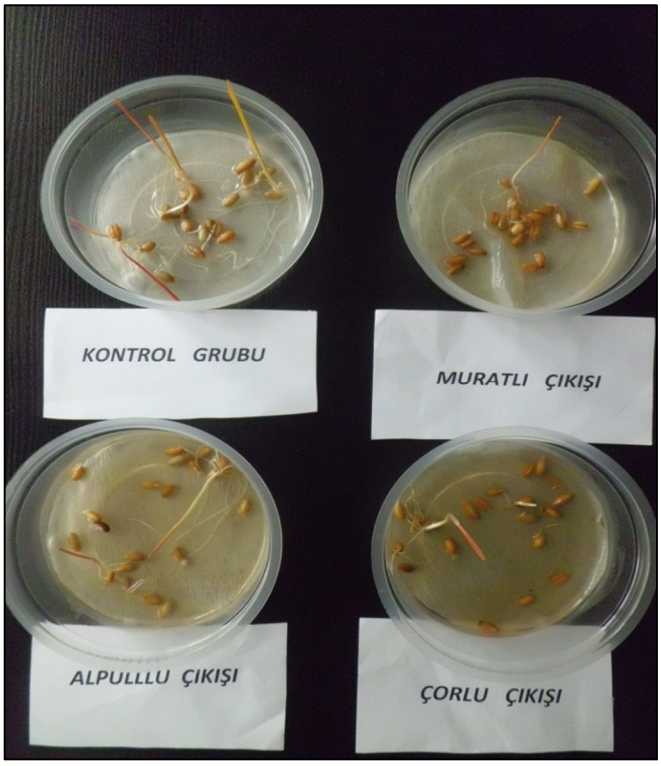
3. Cu, Pb, Fe, Cd, Ni, Zn değerleri de atomik absorbsiyon ile tespit edilmiştir. Her bir elementin Merck firmasından tedarik edilen 1000 mg/L stok çözeltisinden kalibrasyon standartları hazırlanmıştır. Kalibrasyon eğrisi oluşturularak sudaki metal değerleri tespit edilmiştir.

### 3.2.3. Tohumların Çimlendirilmesi

Alınan su örnekleri, uygun kaplara eklenerek üzerlerine kurutma kâğıtları ve tohumlar eklenerek oda sıcaklığında kökler 1,5 - 2 cm olana kadar çimlendirilmeye bırakılmışlardır. Üç grubun yanında bir de kontrol grubu olmak üzere toplam dört deney düzeneği oluşturulmuştur.




**Şekil 3. 3**: Petri kaplarına ekilmiş tohumlar




**Şekil 3. 4**: Tohumların dördüncü gündeki çimlenme durumları

### 3.2.2. Çalışmada Kullanılan Kimyasal Maddelerin Hazırlanışı

#### 3.2.2.1. Fiksasyon, Hidroliz ve Boyama İşlemleri İçin Kullanılan Kimyasalların Hazırlanışı

**a) Fiksatifin Hazırlanması**

Çalışmamızda *S. cereale'* nin çimlenmiş kök hücrelerinde dokuların tespit edilmesi için Carnoy fiksatifi kullanılmıştır. Carnoy fiksatifi hazırlanırken aşağıdaki maddeler ve değerler dikkate alınmıştır.

**Carnoy Fiksatifi (Farmer Sıvısı)**

| | |
|---|---|
| Glasiyal asetik asit | 1 kısım |
| %100 etil alkol | 3 kısım [46]. |

**b) Hidroliz İşlemi İçin 1 N HCI Hazırlanması**

Çalışmamızda 1 N HCI hazırlanırken aşağıdaki değerler dikkate alınmıştır.

**1 N HCI**

% 37'lik HCI' den 82. 5 ml alınıp saf su ile 1000 ml'ye tamamlanmıştır [47].

**c) Boyanın Hazırlanması**

Kök ucu hücrelerini belirgin duruma getirip, ayırt etmek için boyama işlemi yapılmaktadır. Çalışmamıza uygun seçtiğimiz boya asetoorseindir. Asetoorsenin hazırlanması aşağıda verilmiştir.

**Asetoorsein**

45 ml kaynatılmış asetik asit içine 2 gr orsein atılıp eritilmiş ve soğumaya bırakılmıştır. Eriyik soğuyunca 55 ml saf su eklenerek, süzülmüştür [48].

### 3.2.3.Fiksasyon, Hidroliz ve Boyama

**Fiksasyon**

Çavdar kök ucundan itibaren yaklaşık 1-2 cm uzunluğunda kesilen materyaller Carnoy fiksatifine alınarak 12 saat +4 $^0$C'de bekletilip, daha sonra kökler kullanılıncaya kadar %96'lık alkol içerisinde buzdolabında muhafaza edilmiştir [49].

**Hidroliz**

Meristem dokusu hücrelerini birbirlerinden ayırıp mikroskobik incelemelerde hücrelerin daha iyi gözlenebilmelerini sağlamak amacıyla kökler % 96'lık alkol içerisinden çıkarıldıktan sonra 1N HCI içerisine alınarak 60 $^0$C' de etüvde 20 dakika hidroliz edilmiştir [41].

**Boyama**

Hidroliz işleminden sonra kökler önce distile su içerisine alınıp, oradan saat camına 1N HCI' den 1 damla ve % 2'lik asetoorseinden 9 damla eklenerek, ispirto ocağından geçirilmiştir. Daha sonra lam üzerine alınan kök uçlarının uç kısımları alınmış ve asetoorseinle ezilerek boyanmıştır [50].

### 3.2.4.Mikroskobik Analizler

Preparatlar, Olympus marka mikroskopta 100X büyütmede incelenmiştir. Belirlenen kromozom aberasyonları Nikon E200 model kameraya uyumlu mikroskop kullanılarak fotoğraflanmıştır. Kök ucu meristem hücrelerinde mitoz evreleri incelenerek kromozom aberasyonları, daha önce yapılmış kromozom aberasyon çalışmaları esas alınarak belirlenmiştir [51,7,52,53,54,55,1,56 57,58,59,60,61,62].

# BÖLÜM 4

# SONUÇLAR VE TARTIŞMA

## 4.1. SONUÇLAR

### 4.1.1. Su Analizlerinin Sonuçları

Tablo 4. 1, Tablo 4. 2. ve Tablo 4. 3.'de görüldüğü gibi, pH, kurşun, kadmiyum, demir, bakır, nikel, çinko, elektriksel iletkenlik, çözünmüş oksijen, biyolojik oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı bakımından 3 ayrı istasyondaki ve kontrol grubundaki (saf su) değerleri analiz edilmiştir.

**Tablo 4.1:** Nisan-2012 tarihinde alınan su örnekleri analiz sonuçları

| Deneyin Adı | 1.Çorlu | 2.Muratlı | 3.Alpullu | Kontrol |
|---|---|---|---|---|
| Ç.O (mg/L) | 1.82 | 3,88 | 4,68 | 8,98 |
| $BOD_5$ (mg/L) | 13 | 12 | 16 | 4,3 |
| COD (mg/L) | 235 | 65 | 83 | - |
| Cu (mg/L) | 0,074 | 0,039 | 0,050 | - |
| Pb(mg/L) | 0,211 | 0391 | 0,456 | - |
| Fe (mg/L) | 1,140 | 0,198 | 0,347 | - |
| Cd (mg/L) | 0,036 | 0,078 | 0,022 | - |
| Ni (mg/L) | 0,833 | 0,777 | 0,578 | - |
| Zn (mg/L) | 0,083 | 0,035 | 0,038 | - |
| pH | 7,99 | 8,09 | 8,06 | 7 |
| İletkenlik (µS/cm) | 4,234 | 1,586 | 2,241 | 0,548 |

07.08.2012 tarihinde alınan su örneği analiz sonuçları Tablo 4. 2 ’de karşılaştırılmıştır.

**Tablo 4.2:** Temmuz-2012 tarihinde alınan su örnekleri analiz sonuçları

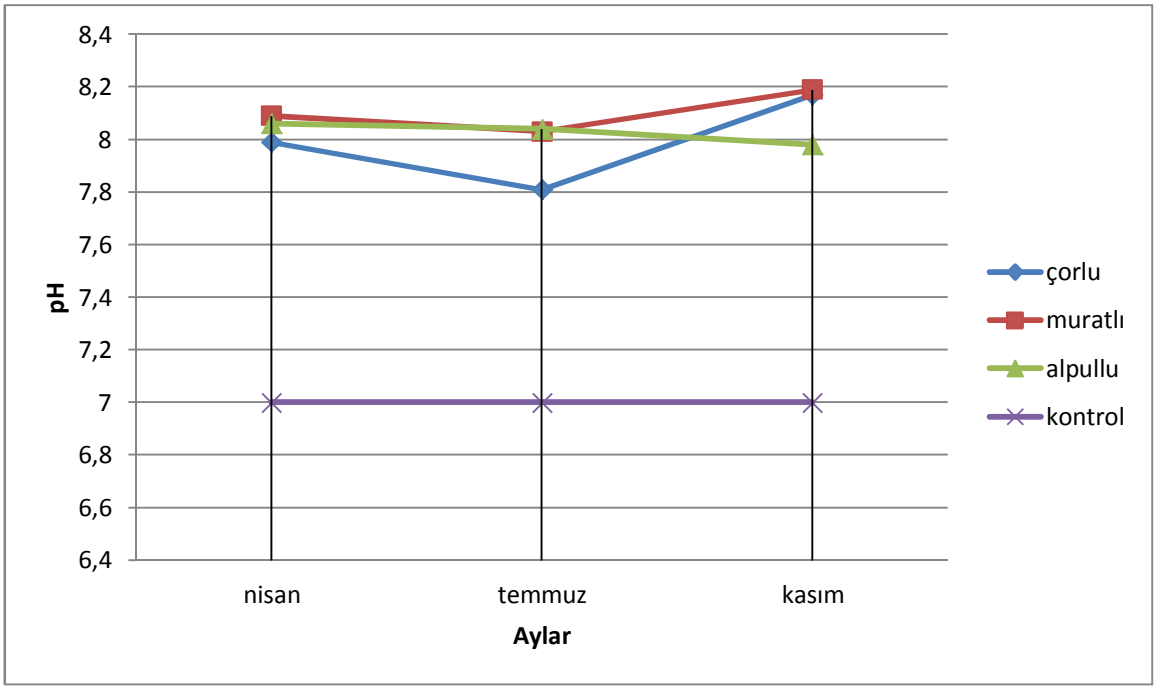
| Deneyin Adı | 1.Çorlu | 2.Muratlı | 3.Alpullu | Kontrol |
|---|---|---|---|---|
| Ç.O (mg/L) | 1,03 | 1,22 | 1,37 | 8,98 |
| $BOD_5$ (mg/L) | 58 | 49 | 49 | 4,3 |
| COD (mg/L) | 206 | 325 | 207 | - |
| Cu (mg/L) | 0,301 | 0,307 | 0,121 | - |
| Pb (mg/L) | 0,344 | 0,223 | 0,099 | - |
| Fe (mg/L) | 0,977 | 1,064 | 0,279 | - |
| Cd (mg/L ) | 0,553 | 0,524 | 0,476 | - |
| Ni (mg/L) | 1,527 | 1,270 | 0,923 | - |
| Zn (mg/L) | 0,098 | 0,094 | 0,039 | - |
| pH | 7,81 | 8,03 | 8,04 | 7 |
| İletkenlik (µS/cm) | 1,42 | 1,57 | 1,52 | 0,548 |

26.11.2012 tarihinde alınan su örneği analiz sonuçları Tablo 4.3 ’de karşılaştırılmıştır.

**Tablo 4.3:** Kasım-2012 tarihinde alınan su örnekleri analiz sonuçları

| Deneyin Adı | 1.Çorlu | 2.Muratlı | 3.Alpullu | Kontrol |
|---|---|---|---|---|
| Ç.O (mg/L) | 8,59 | 8,51 | 7,56 | 8,98 |
| $BOD_5$ (mg/L) | 82 | 27 | 64 | 4,3 |
| COD (mg/L) | 331 | 158 | 204 | - |
| Cu (mg/L) | 0,063 | 0,137 | 0,092 | - |
| Pb ( mg/L) | 0,421 | 0,409 | 0,226 | - |
| Fe (mg/L) | 3,036 | 0,941 | 2,344 | - |
| Cd (mg/L) | 0,221 | 0,126 | 0,125 | - |
| Ni (mg/L) | 0,216 | 0,169 | 0,358 | - |
| Zn (mg/L) | 0,022 | 0,330 | 0,049 | - |
| pH | 8,17 | 8,19 | 7,98 | 7 |
| İletkenlik (µS/cm) | 4,04 | 1,35 | 2,39 | 0,548 |

pH sonuçları bakımından su örnekleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Kontrol grubu dâhil, üç defa alınan üç su örneği de su kirliliği kontrol yönetmeliğine göre pH 6,5-8,5 arasındadır(Şekil 4.1:). Ergene nehrinin suyu bazik özellik göstermektedir. Kirliliğin artmasıyla renginde koyulaşma ve kokusunda artma görülmesi pH’ ın yüksek olmasına bağlanabilir.




**Şekil 4.1:** Üç istasyondan alınan üç su örneğinin pH değerleri

Biyolojik oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı ve çözünmüş oksijen, parametreleri birlikte değerlendirilmesi gereken parametrelerdir. Üç ayrı tarihte alınan su örneklerinden bu üç değer dikkate alındığında, canlılar için toksik etki düzeyinde olduğu tespit edilen Temmuz-2012'de alınan 1.istasyon olan Çorlu su örneğidir.

Bakır, kadmiyum ve nikel bakımından, Temmuz-2012 tarihinde alınan1. ve 2. istasyonlardaki su örneklerinde bulunan miktarlarının sınır değerlerden yüksek olduğu bulunmuştur. Çevre bakımından bakırın sınır değeri 0,2 mg/L olmasına karşın, 1.istasyonda 0,301 mg/L, 2. İstasyonda 0,307 mg/L olarak tespit edilmiştir. Kadmiyumun sınır değeri 0,01 iken 1.istasyonda 0,553mg/L, 2.istasyonda 0,524 mg/L tespit edilmiştir. Nikelin ise sınır değeri 0,2 mg/L iken 1.istasyonda 1,527 mg/L, 2. İstasyonda 1,270 mg/L olarak tespit edilmiştir.

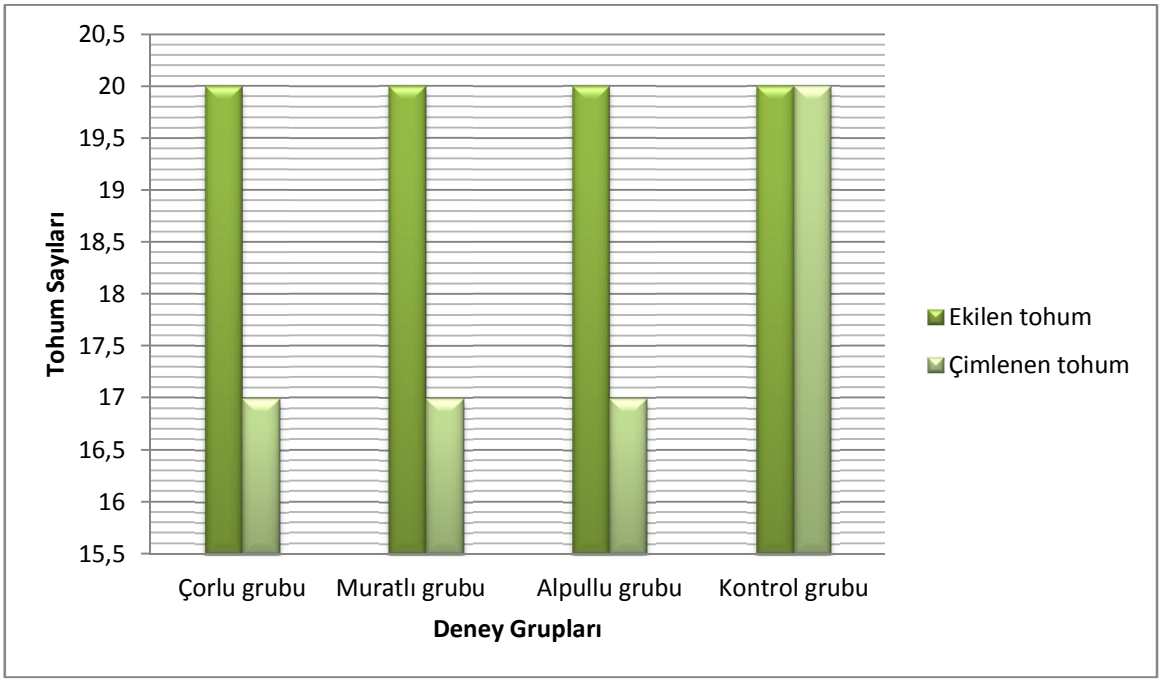
Su örneklerinin çinko miktarları bakımından, analiz sonuçlarından elde edilen değerinden, çevre için tehlike oluşturmadığı sonucu çıkarılmaktadır.

### 4.1.2. Çimlenen Tohum Sayılarının Sonuçları

Üç su örneği ve bir kontrol grubu olmak üzere yapılan çimlendirilme işlemi ile çimlenen tohum sayıları hesaplanmıştır. Her ortamda 20 tohumla çimlendirme yapılmıştır. Dört gün sonundaki çimlenen tohum sayıları tespit edilmiştir.

**Tablo 4.4:** Nisan- 2012'de alınan su örnekleri ve kontrol grubu ile yapılan çimlenmenin tohum sayılarına etkisi

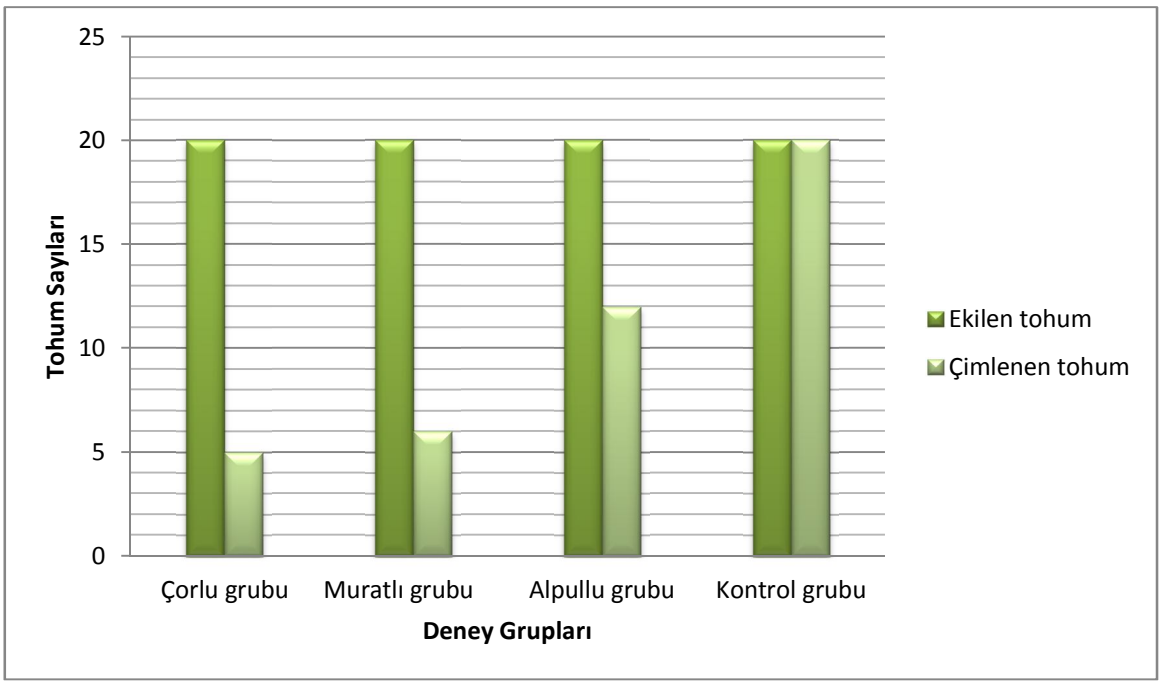
| Deney grubu | Ekilen tohum | Çimlenen tohum |
|---|---|---|
| Çorlu grubu | 20 | 17 |
| Muratlı grubu | 20 | 17 |
| Alpullu grubu | 20 | 17 |
| Kontrol grubu | 20 | 20 |




**Şekil 4.2:** Nisan- 2012'de alınan su örnekleri ve kontrol grubu ile yapılan çimlenen tohum sayıları

**Tablo 4.5:** Temmuz- 2012'de alınan su örnekleri ve kontrol grubu ile yapılan çimlenmenin tohum sayılarına etkisi

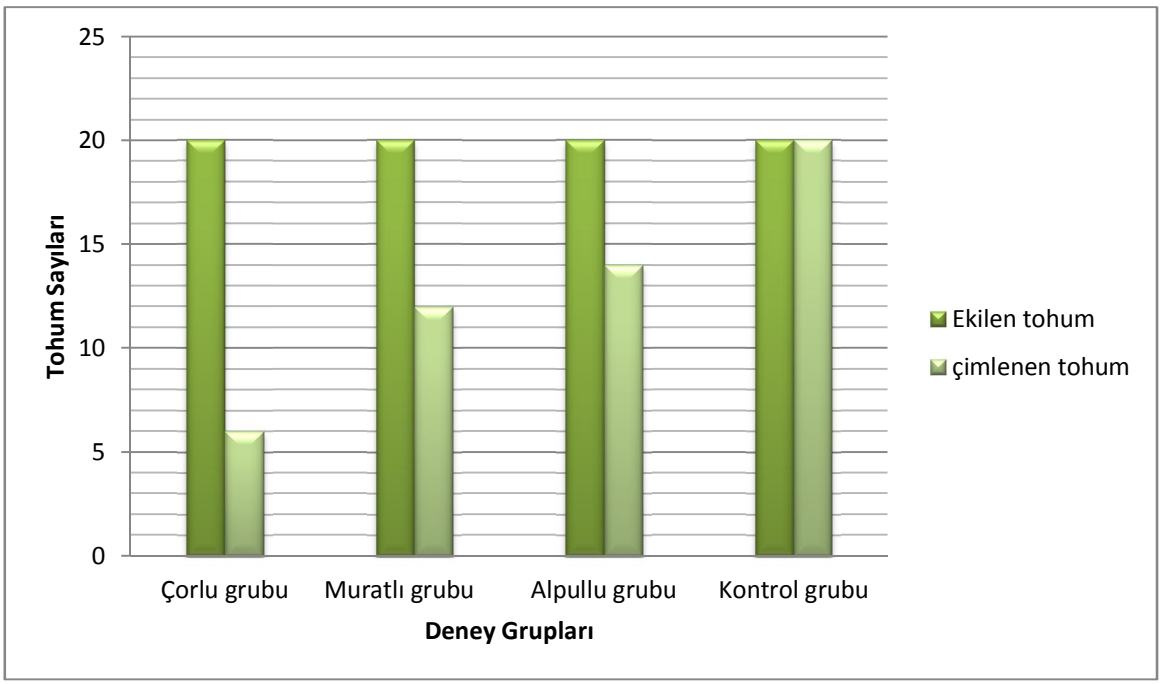
| Deney grubu | Ekilen tohum | Çimlenen tohum |
|---|---|---|
| Çorlu grubu | 20 | 5 |
| Muratlı grubu | 20 | 6 |
| Alpullu grubu | 20 | 12 |
| Kontrol grubu | 20 | 20 |




**Şekil 4.3:** Temmuz- 2012'de alınan su örnekleri ve kontrol grubu ile yapılan çimlenen tohum sayıları

**Tablo 4.6:** Kasım-2012'de alınan su örnekleri ve kontrol grubu ile yapılan çimlenmenin tohum sayılarına etkisi

| Deney grubu | Ekilen tohum | Çimlenen tohum |
|---|---|---|
| Çorlu grubu | 20 | 6 |
| Muratlı grubu | 20 | 12 |
| Alpullu grubu | 20 | 14 |
| Kontrol grubu | 20 | 20 |




**Şekil 4.4:** Kasım- 2012'de alınan su örnekleri ve kontrol grubu ile yapılan çimlenen tohum sayıları

Ergene nehrinden alınan Nisan- 2012'deki su örnekleri ile yapılan çimlendirmelerde, üç istasyonda da çimlenen tohum sayılarının en yüksek olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.2). Kirliliğin yoğun olduğu zaman olarak düşünülen Temmuz-2012'de alınan su örneklerinin analizlerinden tespit ettiğimiz verilerimize göre çimlenen tohum sayılarının azaldığı görülmüştür (Şekil 4.3). Temmuz- 2012 su örneklerinden, birinci istasyondan üçüncü istasyona gittikçe sanayileşmenin de azalmasıyla çimlenen tohum sayılarında artış gözlenmiştir. Kasım- 2012'de alınan su örneklerinde de aynı şekilde azaldığı görülmüştür (Şekil 4.4). Kasım- 2012'de alınan su örneklerinde sudaki koku oranı da Temmuz- 2012'de ki gibi yoğun değildir. Kirliliğin Temmuz- 2012'de ki kadar yoğun olmadığına ulaşabiliriz.

### 4.1.3. Verilerin İstatistiki Analizleri

Çalışma sonucunda elde edilen verilere göre SPSS (Statistical Package for the Social Science) programı kullanılarak varyans analizleri uygulanmıştır. Veri ortalamaları arasındaki önemli düzeydeki farklılıklar, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir [33,34].

**Tablo 4.7:** Su analiz sonuçları ile çimlenen tohum sayıları arasındaki istatistiki değerler

| | ÇO | pH | iletkenlik | BOİ | KOİ | Cu | Pb | Fe | Cd | Ni | Zn | ÇTS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ÇO | 1 | | | | | | | | | | | |
| pH | ,654 | 1 | | | | | | | | | | |
| iletkenlik | ,231 | ,153 | 1 | | | | | | | | | |
| BOİ | ,249 | -,119 | ,123 | 1 | | | | | | | | |
| KOİ | -,043 | -,036 | ,408 | ,705* | 1 | | | | | | | |
| Cu | -,499 | -,539 | -,474 | ,326 | ,443 | 1 | | | | | | |
| Pb | ,529 | ,356 | ,029 | -,154 | -,372 | -,246 | 1 | | | | | |
| Fe | ,594 | ,138 | ,601 | ,750* | ,658 | -,074 | ,085 | 1 | | | | |
| Cd | -,546 | -,460 | -,445 | ,538 | ,508 | ,842** | -,434 | -,061 | 1 | | | |
| Ni | -,923** | -,775* | -,352 | -,030 | ,127 | ,727* | -,375 | -,442 | ,708* | 1 | | |
| Zn | ,294 | ,284 | -,342 | -,221 | -,081 | ,255 | ,203 | -,124 | -,049 | -,230 | 1 | |
| ÇTS | -,785* | -,592 | -,438 | -,606 | -,486 | ,218 | -,382 | -,811** | ,130 | ,666 | -,134 | 1 |

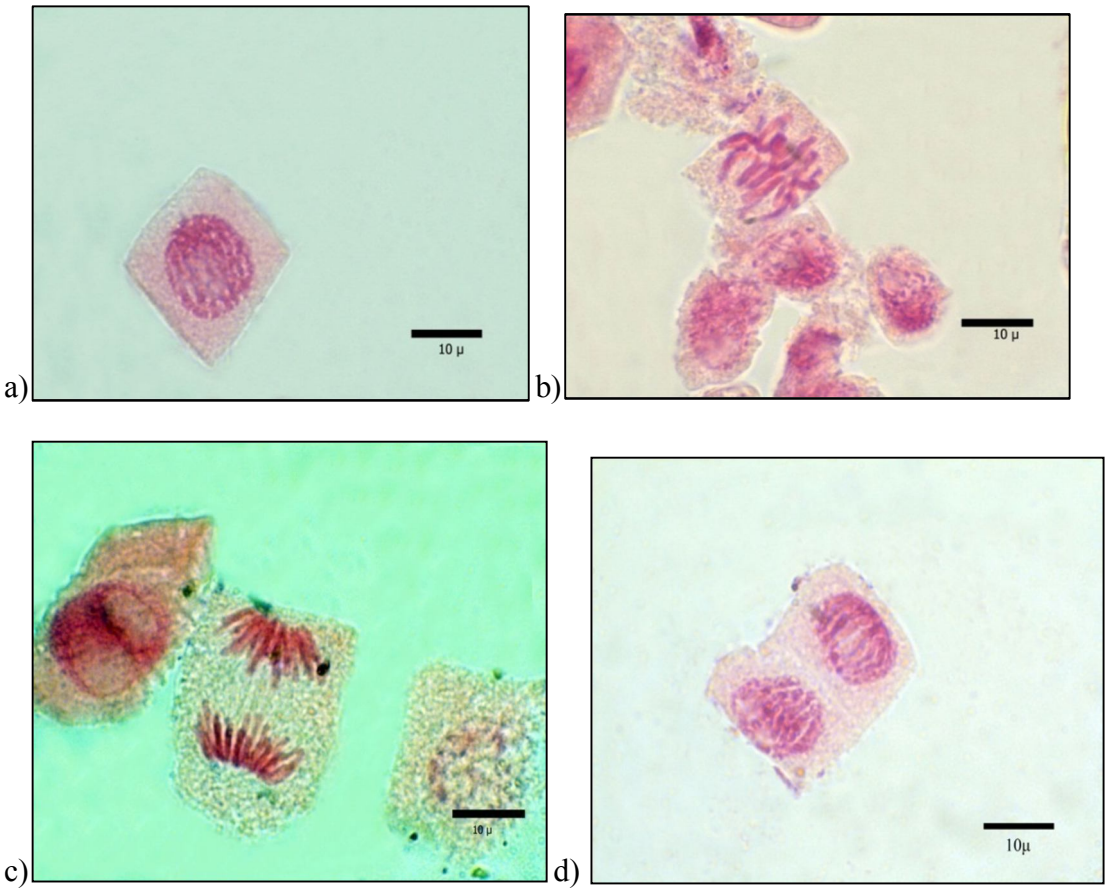
**: $p<0,01$

*: $p<0,05$

### 4.1.4. Ağır metallerin Kromozom Aberasyonları Üzerine Etkisi

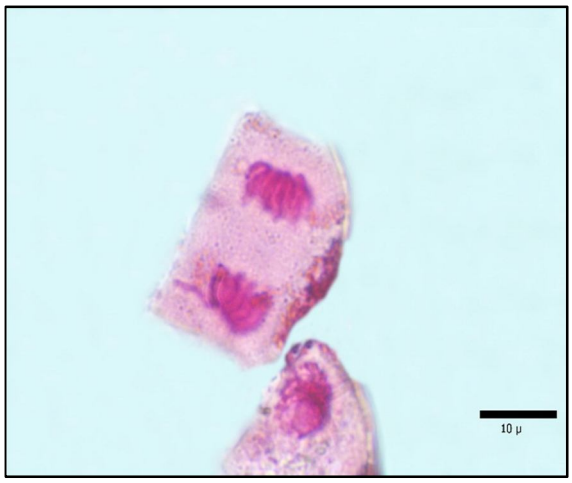
Ağır metallerin *S. cereale* kök ucu meristem hücrelerinde metafaz-anafaz kromozom aberasyonlarına neden olduğu belirlenmiştir. Gözlenen kromozom aberasyonları şunlardır; birinci istasyondan alınan örneklerde vargant kromozom, kalgın kromozom ve anafazda köprü, ikinci istasyondan alınan örneklerde anafazda köprü, C-mitoz, metafazda tabla kayması, vakuolizasyon, üçüncü istasyondan alınan örneklerde C- mitoz, anafazda yanlış kutuplaşma, metafazda yapışıklık, vakuolizasyon olarak belirlenmiştir.

Kontrol uygulamasında, metafazda tabla kayması, vakuolizasyon, anafazda yanlış kutuplaşma belirlenmezken, diğer üç su örneklerinde belirlenmiştir. Kontrol grubunda gözlenen tüm normal safhalar anormalliklerle karşılaştırmak amacıyla fotoğraflanmıştır (Şekil 4.5).




**Şekil 4.5:** *Secale cereale* kök ucu hücrelerinde kontrol grubunda mitoz bölünme evreleri **a.** profaz, **b.** metafaz, **c.** anafaz, **d.** telofaz

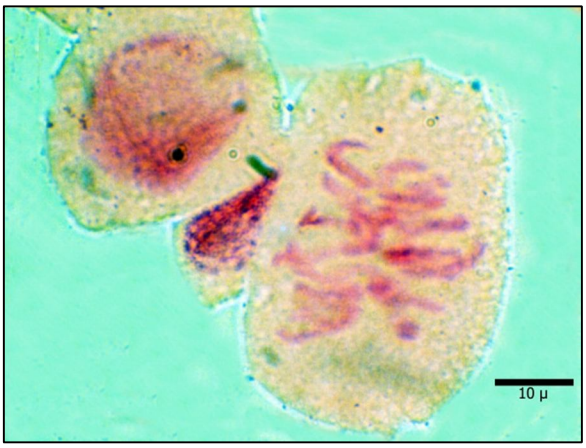
**Nisan -2012'de alınan su ile muamele edilmiş gruplara ait mitotik fotoğraflar**




**Şekil 4.6:** *S. cereale'* de mitotik anafazda vagrant kromozom (1. İstasyon)

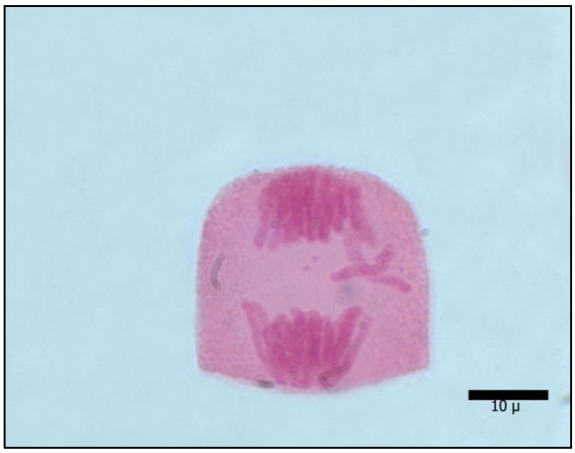



**Şekil 4.7:** *S. cereale'* de mitotik anafazda köprü (2. İstasyon)

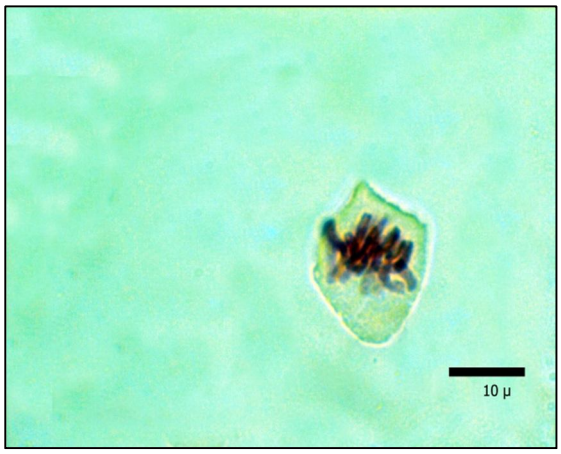



**Şekil 4.8:** *S. cereale'* de mitotik C-mitoz (3. İstasyon)

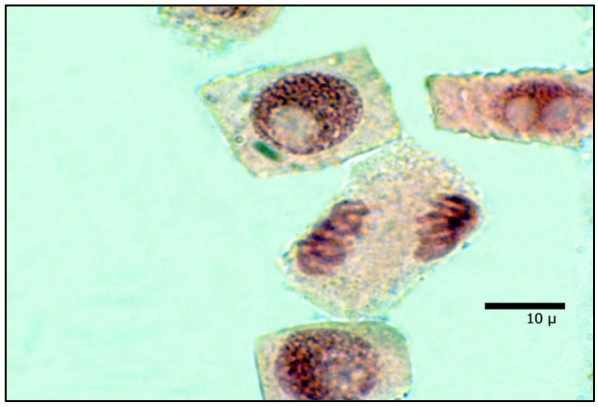
**Temmuz -2012'de alınan su ile muamele edilmiş gruplara ait mitotik fotoğraflar**




**Şekil 4.9:** *S. cereale'* de mitotik anafazda vagrant kromozom (1. İstasyon)

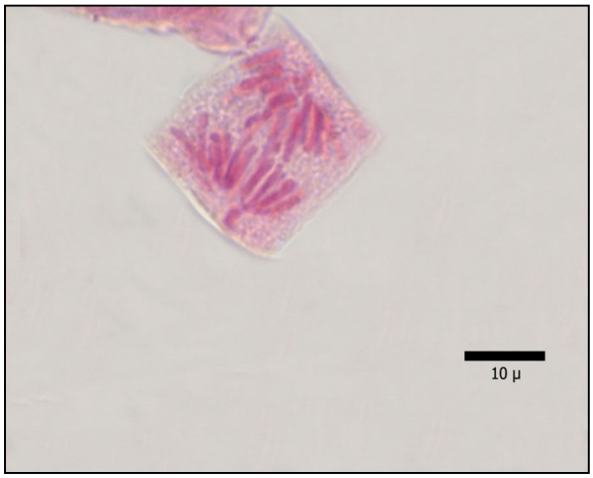



**Şekil 4.10:** *S. cereale'* de mitotik metafazda tabla kayması (2. İstasyon)

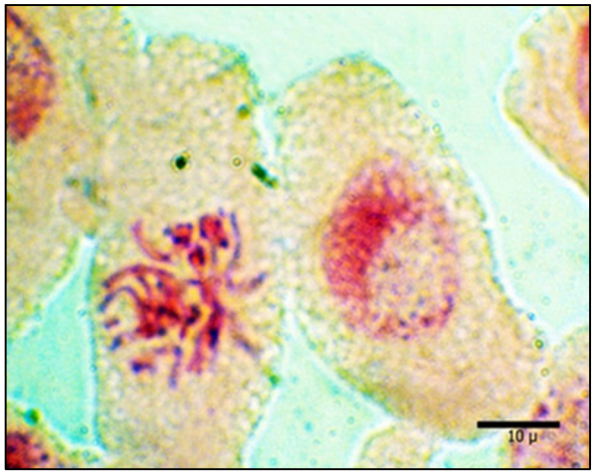



**Şekil 4.11:** *S. cereale'* de mitotik anafazda yanlış kutuplaşma ve vakuolizasyon (3. İstasyon)

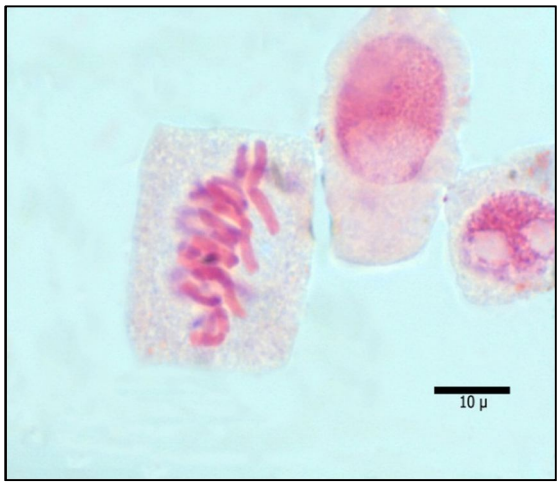
**Kasım -2012'de alınan su ile muamele edilmiş gruplara ait mitotik fotoğraflar**




**Şekil 4.12:** *S. cereale'* de mitotik anafazda köprü ve kalgın kromozom (1.istasyon)




**Şekil 4.13:** *S. cereale'* de mitotik C-mitoz (2.istasyon)




**Şekil 4.14:** *S. cereale'* de mitotik metafazda yapışıklık ve vakuolizasyon (3.istasyon)

## 4.2. TARTIŞMA

İnsanların bilinçli veya bilinçsizce akarsuları kirletilmesi, ekolojik dengeyi ve doğal güzellikleri yok etmektedir. Gelecek nesillere sağlıklı ve yaşanılır bir çevre bırakmak, su kalitesini korumak ve ekonomik geleceğimizi garanti altına almak için; kirliliğin boyut ve yayılım alanının artması engellenmelidir. Ayrıca su kirliliği kontrol çalışmalarına hız vermek, somut bir biçimde kirleticiler ile onların ekosisteme olan etkilerini ortaya koymak, çözüm önerilerini üretip en kısa sürede uygulamak gerekmektedir [18,63].

Bu araştırmada, Ergene nehrinin üç farklı noktasından alınan suyun *S. cereale* tohumlarında çimlenme ve kök ucu mitoz bölünmeye etkileri incelenmiştir.

Her bitki türünün çimlenmesi için gerekli olan sulama su kriterleri farklıdır. Eşik değerin üzerindeki miktarlar bitkiye zarar verdiği için çimlenme geriliği yapmaktadır. Araştırmamıza benzer bir çalışma Yürür ve Turgut tarafından yapılmış ve bitkilerde çimlenme geriliği tespit edilmiştir [23]. Araştırmamızın sonucunda kontrol grubu ile deney gruplarımızın çimlenme miktarları arasında farklar tespit edilmiştir. Kullanılan Ergene suyu örneklerinin çimlenme miktarını azalttığı gözlenmiştir.

Ergene nehrinin üç farklı istasyonundan alınan su örneklerinde COD değerleri limit değerin (>70mg/L) üzerinde bulunmuştur ve bu değerler aylara göre farklılık göstermektedir. Sanayileşmenin artmasıyla nehre organik atık girişi artmaktadır. En yüksek değerler Temmuz- 2012'deki 1. ve. 2. İstasyonların su örneklerinde tespit edilmiştir. Bu ölçüm sonuçları yükseltgenebilen organik ve inorganik maddeler tarafından belirli oranda nehrin kirlendiğini göstermektedir.

Sanayideki kirliliğin fazla olduğu alanlarda iletkenlik 4500- 5000 µS/cm civarlarında okunabilmekte buna bağlı olarak da tuzluluk ve diğer kimyasal parametrelerde dolayısıyla COD değerinde artış göstermektedir [13]. Bulgularımızda Nisan- 2012'deki 1. istasyonda en yüksek iletkenlik değerimiz 4234 µS/cm'dir. Buna bağlı olarak COD miktarının da 235 mg/L olduğu gözlenmiştir.

Klasterska ve ark. [56]'a göre çinko, kadmiyum, bakır gibi ağır metaller tohumların çimlenmesi esnasında amilaz ve peroksidazizo enzimlerinin sayısını arttırmış, tohumların çimlenme yüzdelerini azaltmıştır. Çalışmamızda Temmuz-2012 ve Kasım-2012'de alınan su örneklerinde ki kadmiyum, bakır gibi ağır metal değerleri çimlenen tohum sayılarını azaltması, Klasterska [56] bulguları ile paralellik göstermektedir.

Kasım- 2012'de alınan su örneğinin 1.istasyonunda demir (3,036mg/l), kurşun (0,421mg/l), Temmuz- 2012'de alınan su örneğinin 1.istasyonunda nikel (1,527mg/l),

kadmiyum (0,553mg/l), 2.istasyonda bakır (0,307mg/l) en yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.2, Tablo 4.3). Bulgularımızda Temmuz-2012'de ki bu değerlerin çimlenen tohum sayılarını etkilediği gözlenmiştir.

Sanayinin 1. İstasyondan 3. İstasyona doğru gittikçe azalması kirliliği de etkilemiştir. 1. ve 2. İstasyonlarda nehre, boya, tekstil, gıda üretimi yapan endüstriyel kuruluş atıklarının kanallar vasıtasıyla karışmaktadır [14]. Kumar ve ark. [64]' nın yaptığı çalışmada alınan su örneklerinin istasyonlarının kara yollarına yakın olması bölgedeki benzin istasyonlarının kurşunun artmasında etkili olduğu bulunmuştur. Bizim çalışmamızda da genel olarak 1. ve 2. İstasyonlarda sanayinin yoğun olmasıyla birlikte kara yollarına yakın olması sebebiyle kurşun miktarında artış göstermiştir.

Nehir sularında eser miktarda bulunan Cd, pillerde, çeliklerin kaplanmasında, boya sanayinde, PVC üretiminde, elektronik sanayinde, tarım ilaçlarında ve fosforlu gübrelerin yapısında bulunmaktadır. Köleli ve Kantar [44] sudaki kadmiyum sınır değerinin 3µg/l olduğunu, fosforlu gübrelerin kadmiyum düzeyini arttırdığını bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmalarda Temmuz-2012'de alınan üç su örneğinde de kadmiyuma benzer şekilde nikel değeri de istasyonlarda yüksek bulunmuştur. Hazar [5] yaptığı çalışmada Ergene Nehri'nde yüksek düzeyde nikel tespit etmiştir. Bu yüksek düzeydeki Ni kirliliğine kimyasal ürünler ve suni gübrelerin yağmur suları ile yıkanarak nehre karışması ile açıklanabilir. Bulgularımız, Hazar [5] bulguları ile paralellik göstermektedir.

Ergene Nehri suyunda belirlenen ağır metal düzeyleri benzer çalışma sonuçlarına [5] göre değişkenlik göstermiştir. Bu değişkenlik, nehrin debisi, yağışlar, sıcaklık ile birlikte dönemsel ve bölgesel değişiklik gösteren evsel ve endüstriyel atıklar, tarımsal faaliyetler (gübreleme ve ilaçlama) ve havzanın jeo-morfolojik yapısı ile yakından ilgilidir.

Sitotoksik maddelerin hücrelerin mitoz kromozomlarının davranışlarına olan etkilerini incelemek için kullanılan sitotoksik maddeler hormonlar, antibiyotikler, ağır metaller vb. olabilir. Ağır metallerin birçoğu hücrelerde sitotoksik etki yapar. Sitotoksik etkiler şöyle özetlenebilir; kromozom köprüleri, anafazda çok kutupluluk ve eşit olmayan dağılım, kromozomların kutuplara geç çekilmesi gibi kromozom davranışlarında bozukluklara, sitoplazmada ve nukleus da vakuol oluşumuna hücredeki morfolojik bozukluklara ve hücre ölümüne neden olabilir [65].

Bu araştırmada, *S. cereale* kök ucu meristem hücreleri üzerinde Ergene nehrinin üç istasyonun sitotoksik etkileri incelenmiştir. Çalışmamızda, Ergene nehri suyundaki ağır metallerin sitotoksik etkisine bağlı olarak Nisan- 2012, Temmuz- 2012 ve Kasım-2012 tarihlerinde örnek alınmıştır. Birinci istasyondan alınan örneklerde vagrant kromozom, kalgın kromozom ve anafazda köprü, ikinci istasyondan alınan örneklerde anafazda köprü, C- mitoz, metafazda tabla kayması, vakuolizasyon, üçüncü istasyondan

alınan örneklerde C- mitoz, anafazda yanlış kutuplaşma, metafazda yapışıklık, vakuolizasyon olarak belirlenmiştir.

Çalışmamızda, ağır metallerin *S. cereale* kök ucu meristem hücrelerinde metafazda tabla kayması ve anafazda yanlış kutuplaşma şeklindeki düzensiz evre oluşumunun, Immonen ve Kabarity [54,55]'e göre kromozomların hareket mekanizmasında veya ekvatoral plaktaki yerleşimlerindeki düzensizlikten olduğu tespit edilmiştir.

Ağır metallerin *S. cereale* kök ucu meristem hücrelerinde gözlenen bir diğer kromozom aberasyon tipi de metafazda yapışıklıktır. Çördük [7]'e göre yapışıklığın kromozomal DNA'nın parçalanması veya depolimerizasyonundan dolayı olabileceği ileri sürülmüştür. Högstedt ve ark. [66] göre yapışıklık, inter- kromozomal kromatin fibrillerin dolaşmasının sonucu olarak kromozomlar arasında subkromatid bağlantılarının oluşmasıyla meydana geldiği bildirilmiştir. Grant [67]'a göre yapışıklık, tek bir kromozom ve kromatidin hatalı sarmalanması sonucu oluşur. Sonuç olarak kromozom liflerinde bir karışma olur ve kromozomlar kromatid köprüleriyle birbirlerine bağlanmış olur. Yapışık kromozomlar, ağır metallerin toksik etkilerini yansıtmakta ve genellikle geri dönüşümsüz olup, hücrenin ölümüne neden olmaktadır. Bulgularımızda Kasım-2012'alınan su örneklerinden 3. İstasyonda demir değerinin yüksek bulunmasının metafazda yapışıklığa neden olması Grant' ın çalışmasıyla paralellik göstermektedir.

Ergene suyunun üç farklı istasyonu ile çimlendirilen *S. cereale* kök ucu meristem hücrelerinde anafazda kalgın kromozom gözlenmiştir. Kalgın kromozom, hücrenin farklı kutuplarına hareket etmekte geç kalan kromozomlardan kaynaklanmaktadır. Patil ve Bhat [68], kalgın kromozomların iğ ipliklerinin organizasyonunda veya fonksiyonlarındaki bir bozukluktan oluşabileceklerini ileri sürmüşlerdir. Ayrıca asentrik fragmentlerde kalgın kromozom olarak kabul edilmektedir. Bulgularımızda Kasım-2012'de alınan örneklerden birinci istasyondaki Fe değerlerinin olması gerekenin çok üzerinde olması, kromozomların kutuplara hareketini geciktirdiği sonucuna bağlanabilir.

Araştırmamızda Temmuz-2012 ve Kasım-2012'de ki su örneklerinde 3. İstasyonda en sık görülen kromozom anormalliği vakuolizasyon' dur. Ağır metallerden demirin değerlerinin 0,3 mg/l olması gerekirkenKasım-2012'deki değeri 2,344mg/l ve Temmuz-2012'deki nikelin değeri 0,2 mg/l olması gerekirken 0,923 mg/l olması vakuolizasyona neden olabilmektedir.

Ergene nehri suyunun *S. cereale* kök ucu meristem hücrelerinde anafazda teşvik ettiği köprüler gözlenen bir diğer kromozom aberasyon tipidir. Badr' a göre kromozom köprülerinin oluşması, kromozom veya kromatid yapışmasından kaynaklanabilir [4]. Kromozomların yapışması kromatidlerin birbirlerinden ayrılmasını engellemekte ve köprülerle birbirlerine bağlı kalmalarına neden olmaktadır [55]. Çalışmamızdaki Nisan-

2012 ve Kasım-2012'de alınan su örneklerinde 1. ve 2. İstasyondaki değerler bu kromozom anormalliklerinin oluşmasına neden olmuştur. Sonuçlarımız, Badr [69] bulguları ile paralellik göstermektedir.

Ergene suyu ile çimlendirilen *S. cereale* kök ucu meristem hücrelerinde C- mitoz gözlenmiştir. Metafazda kromozomların düzensiz dağılmış olan hücre devresine C-mitoz denir. Şahan [4]'a göre ağır metallerin etkisi colchicine benzemektedir ve iğ ipliklerinin yapısını bozmaktadır. Buna bağlı olarak da sentromer bölünmesi gecikmekte ve kromozomlar replike olmuş fakat birbirlerinden ayrılmamış olarak hücre içinde dağınık durumda kalmaktadır. Yaptığımız çalışmada Temmuz-2012'de alınan ikinci istasyonda Ni değerinin ve Kasım-2012'de alınan üçüncü istasyonda Fe değerinin yüksek olması iğ ipliklerinin yapısını bozduğu sonucuna varılabilir.

Yapılan bu araştırmada mikroskobik gözlemler sonucu tespit ettiğimiz kromozom anormalliklerinin oluşum nedenleri genel olarak üç grupta toplanabilir [69]. İlk grupta yukarıdaki çalışmalarda ve kendi çalışmalarımızda gözlenmiş olan ağır metallerin iğ iplikleri gibi mitotik aygıtları etkilemesi sonucu meydana gelen mitotik kromozom anormallikleri sayılabilir. Bu grup içine C- mitoz, kalgın kromozomlar, vagrant kromozomlar dâhil edilebilir. Gözlenen anormalliklerin dahil olduğu diğer grupta, bölünme sırasında kromozomlarda, fizyolojik bir etkinin sonucu olarak meydana gelen kromozom yapışkanlıkları, tabla kayması, yanlış kutuplaşma sayılabilir. Üçüncü grupta da kromozom bozuklukları olarak kromozom köprüleri sayılabilir [70,52].

Bu araştırmada, Ergene nehri suyunun *S. cereale* kök uçlarındaki sitotoksik etkileri, diğer çalışmalarda kullanılan birçok çevresel kirleticilerin etkisine benzemektedir. Başta 1.istasyonla çimlendirilen su örneği olmak üzere araştırmamızda kullanılan üç istasyondan üç farklı zamanda alınan su örnekleri *S. cereale* kök uçlarında kromozom aberasyonları şeklinde sitotoksik etkilere neden olmuştur.

Ağır metaller yüksek değerlerde, insanlara doğrudan zarar verdiği gibi, birçoğu da hayvanlar ve bitkilerde birikmekte ve besin zinciri yolu ile insanlara geçebilmektedir. Yaptığımız araştırma sonucu Ergene nehrinde incelenen istasyonlardaki su örnekleriyle sulanan *S. cereale* tohumlarında çimlenme oranlarında değişimler gözlenmiştir. Kirliliğin daha çok olduğu sularla sulanan tohumlarda çimlenme oranlarında azalma görülmüştür. Ayrıca *S. cereale'* nin kök hücrelerinde kromozom yapısına zarar verdiği gözlenmiştir. Canlı organizmaların kromozom yapılarında bu şekildeki bozulmalar organizmaların normal gelişimlerini etkilemekte anormalliklere neden olabilmektedir. Çalışmamızda da Ergene suyu ile sulanan *S. cereale* tohumlarının kök uçlarında gözlenen kromozom anormallikleri bu bitkinin normal gelişimini etkileyebilir. Hatta bazı durumlarda bitkinin ölmesine veya olgunlaşamadan ölmesine neden olabilir düşüncesindeyiz. Bu durum üretimi yapılan diğer bitkiler için de söz konusu olabilir. Bu durumda Ergene suyundaki kirliliğin ergene suyu ile sulaması yapılan bitkilerde gelişim bozuklukları oluşturması söz konusu olacağından Ergene nehri suyu ile sulama

yapılmasının bitki sağlığı açısından olumsuzluklara yol açabileceği görüşüne varmış bulunmaktayız. Bu konuda bitki gelişiminin tamamını kapsayacak şekilde çalışmaların yapılmasında fayda olacağı kanısındayız.

# KAYNAKLAR


[1] Kaymak, F., "***Anadolu-83 çavdar çeşidinin (Secale cereale L.) Mitoz Bölünme devresinde kromozomlar üzerinde çeşitli muta genlerin ve atık maddelerin etkileri***", Tr. J. of Agricultural and Forestr, Vol.18: pp.501-505, 1994.

[2] Kobilyansky, V.D., ***Roj (Çavdar***), Kolas Yayınevi, Moskova,1982.

[3] Kün, E., ***Serin iklim tahılları***, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları,1983.

[4] Şahan, Y., ve F. Başoğlu, ***Ağır metal iyonlarının insan sağlığına etkisi***, 2003.

[5] Hazar, K., "***Ergene Nehri Kirlilik Raporu",*** D.S.İ. Genel Müdürlüğü, XI. Bölge Müdürlüğü, Edirne, 1997.

[6] ***Trakya Üniversitesi Ergene Havzası Çevre Düzeni Planı Projesi***, Edirne, 2002.

[7] Çördük. N., Akı C., "***Çanakkale Kanyak Fabrikası Atık Suyunun Vicia faba L. Kök Ucu Mitozu Üzerine Etkisi ve Total Protein Değişimleri"***, 26-30 Haziran 2006 XVIII, Ulusal Biyoloji Kongresi Kuşadası-AYDIN(Poster bildiri).

[8] Terry, L.A., ***Water Pollution***, 1996.

[9] Rodier, J., ***Analysis of Water***, John Wiley and Sons, 1975.

[10] Göksu M.Z. L., ***Su Kirliliği Ders Kitabı***, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, Adana,2003.

[11] Corbitt, R.A., ***"Standard Handbook of Environmental Engineering***",Mc Eraw – HillPublishCompany,1989.

[12] Cheremisinoff N.P., ***Water and Water Pollution Handbook***, CRC Pr Lic., January,2002.

[13] Doğan, M., Saylak, M, ***Su Kimyası***, Erciyes Üniversitesi Yayınları, Kayseri, 2000.

[14] Akman, Y., "***Çevre Kirliliği"***, Çevre Biyolojisi, Ankara, pp.144-167, 2000.

[15] Bellos D., Sawidis T., Tsekos I., ***Nutrient chemistry of River pinios.*** Thessalia, Greece, Environment International, 30: 105– 115, 2004.

[16] Pradyot, P., ***Handbook of Environmental Analysis,*** CRC/ Lewis Publishers Vol,53 pp.171-179, 1997.

[17] Brown P.H., Welch R.M., Madison J., ***Effect of nickel deficiency on solubleanion, amino acid and nitrogen levels in barley.*** Plant and Soil 125: 19-27, 1990.

[18] Çepel, N., ***Toprak kirliliği, erozyon ve çevreye verdiği zararlar***, Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı (TEMA) yayınları No.14, 1997.

[19] Olivares- Rieumont S., De la Rosa D., Lima L., Graham DW, D'Alessandro K., Borroto J., Martinez F., Sanchez J., ***Assessment of heavy metal***, Havana City, Cuba. Water Research, 39; 3945–3953, 2005.

[20] Anonymous, US. ***Environmental Protection Agency***, 1999.

[21] Asri F., Sönmez S., ***"Ağır Metal Toksisitesinin Bitki Metabolizması Üzerine Etkileri***" Ankara Üni. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Ankara, 1988.

[22] Inan H., ***Tarımsal Yayım***. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fak., Yay. no: 151, Ders kit. no:12, Tekirdağ, 1992.

[23] Yürür, N., ve Turgut, İ., ***Trakya-Marmara bölgesinde yetiştirilen buğday çeşitleri ve sorunları***. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi,1991.

[24] Hall, J.L., "***Cellular mechanisms for heavy metal detoxification and tolerance***," Journal of Experimental Botany, 1990.

[25] Hathaway GJ., Proctor NH, Hughes JP., Fischman ML., ***Proctor and Hughes chemical hazards of the work place.*** 3rd edition New York: Van Nostr and Reinhold; 1991.

[26] Yıldız M., Terzi H., Uruşak B., "***Bitkilerde Bakır Toksisitesi Ve Hücresel Cevaplar***" Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitü Dergisi, 2011.

[27] Begum A., Ramaiah M., Harikrishna Khan İ., Veena K., ***Heavy Metal Pollution and Chemical Profile of Cauvery River Water***. E-Journal of Chemistry, 6(1), 47-52, 2009.

[28] Saldivar De R. L., Luna, M., Reyes, E., Sato, R., And Fortoul, T. I., ***Cadmium Determination in Mexican***. Environ. Res., Vol.55 p. 91-96, 1991.

[29] Zhang, Y., Yang, X***., The toxiceffects of cadmium on cell division and chrosomal morphology of Hordeum vulgare,*** Mutation Research, Vol.312, pp.121-126, 1994.

[30] Valle B. L., and Ulmer D., ***Bio chemical effects of mercury, cadmium and lead***, Annual Review of Biochemistry, 41, 92-128, 1972.

[31] Zornoza P., Robles S., Martin N., ***Alleviation of nickel toxicity by ammonium supply to sunflower plants***. Plant and Soil 208: 221-226, 1999.

[32] Gajewska E., Sklodowska M., ***Antioxidative responses and proline level in leaves and roots of peaplants subjected tonickel stress.*** Acta Physiologiae Plantarum 27 (3): 329-339,2005.

[33] Göksu MZL., ***Su Kirliliği Ders Kitabı***. Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, Adana,2003.

[34] Soysal, M.İ., ***Biometrinin Temel Prensipleri***. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları, No. 95, 35s.1998.

[35] Mather K.C., ***Statistical Analysis in Biology***, London, p: 267, 1965.

[36] Doğan, M., Saylak, M, ***Su Kimyası***, Erciyes Üniversitesi Yayınları, Kayseri, 2000.

[37] ***T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği***, "www. çevre orman.gov.tr.

[38] Güneş H., V., ***Moleküler Hücre Biyolojisi***, Kaan kitapevi,2006.

[39] Bilge E., 1974, ***Genetik Ders Kitabı***. İstanbul Üniversitesi Yayınları,1974.

[40] Topaktaş, M., Rencüzoğulları, E***., Sitogenetik***, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.Tür.Çev.Sor.Vakfı,2010 .

[41] Kaçar, B., ve ark., ***Bitki Fizyolojisi***, Nobel Yayın Dağıtım,1998.

[42] Öney, S., ***Sıcaklık Stresi Altında Çimlendirilen Vicia Faba L. Cv. Eresen-87 Tohumlarında Mitotik İndeks, Hücre Döngüsü Ve Kromozom Davranışları Üzerine Etkileri,*** Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2009.

[43] Kocataş, A., ***Ekoloji ve Çevre Biyolojisi***, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No:142, sf.449-453, 1992.

[44] Köleli N., Kantar Ç., ***Fosfat Kayası, Fosforik Asit ve Fosforlu Gübrelerdeki Toksik Ağır Metal (Cd, Pb, Ni, As) Konsantrasyonu***. Ekoloji, Vol.14(55); p. 1-5, 2005.

[45] ***Trakya Üniversitesi Ergene Havzası Çevre Düzeni Planı Projesi***, Edirne, 2002.

[46] Ünal, M., Vardar F., İsmailoğlu, I., ***Hücre Biyolojisi Laboratuvarı***, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara,2008.

[47] Elçi Ş., ***Sitogenetikte Gözlemler ve Araştırma Yöntemleri***. Fırat Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Yayınları, Elazığ, 1982.

[48] Ozban, N., ***ders kitabı***. İstanbul Üniversitesi Basımevi,1982.

[49] Ozban, N., Özmutlu, Ö., ***Mikropreparasyon Yöntemleri***, İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Basım Evi, İstanbul,1994.

[50] Yakar-Tan, N., ***Bitki Mikroskopisi Kılavuz Kitabı I. ve II. Bölüm,*** İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Basım Evi, İstanbul, 1982.

[51] Cesur, A***., Tuzlu Koşullarda Çimlendirilen Arpa Köklerinde Hücre Döngüsü, Kromozom Yapısına Etkileri,*** Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2007.

[52] Fernandes, T.C.C., Mazzeo, D. E. C., Marin-Morales, M. A., ***Origin of nuclear and chromosomal alternations derived from the action of an aneugenicagent-Trifluralin herbicide,*** Ecotoxicology and Environmental Safety, Volume 72, Issue 6: 1680-1686, 2009.

[53] Grant, W. F., ***Chromosome Aberrations in Plants as a Monitoring System***, Enviromental Health Perspectives Vol. 27, pp. 37-43, 1978.

[54] Immonen, S., ***Androgenetic green plants from winterrye, Secale cereale L., of diverse origin***. Plant Breeding, Vol.118 pp.319-322, 1999.

[55] Kabarity, A., El-Bayoumi, A.S. and Habib, A.A., "***Effect of morphinesulp hate on mitosis,*** Biologia Plantarum, Vol.16,pp. 275-282, 1974.

[56] Klasterska, I., Natarajan, A. T. And Ramel, C., An ***Interperation of the Origin of Subchromatid Aberrations and Chromosome Stickiness as a Catogory of Chromatid Aberrations***. Hereditas, Vol.83: pp.153-162, 1976.

[57] Krauskopf KB., ***Introduction to geo chemistry***. International series in theearth and planetary sciences, McGraw-Hill, Tokyo, 1979.

[58] Liu, D., Jiang, W. and Li, M., "***Effects of trivalent and hexavalent chromium on root growth***" Enviromental Experimental Botany, Vol.42,pp.181-189, 1992.

[59] Mc Gill, M., Pathak, S. and Hsu T.C., "***Effect of ethidium bromide on mitosis and chromosomes: a possible material basis for chromosome stickness"***, Vol.47, pp.157-167, 1974.

[60] Milenkovic N., Damjanovic M., Ristic M., ***Study of Heavy Metal Pollution.*** Polish Journal of Environmental Studies, 14(6); 781-787, 2005.

[61] Nordensan, 1., Nordstöm, S., Sweins, A., Beckman, L., "***Chromosomal Aberrationsin Lead- Exposed Workers"***. Hereditas, 96:265-268, 1982.

[62] Soliman, M.I., "***Genotoxicity testing of neemplant (Azadirachtaindica A. Juss.) using the Allium cepa chromosome aberrationas say"***, Journal of Biological Sciences, Vol.1, pp.1021-1027, 2001.

[63] http:/www.kimyaevi.org

[64] Kumar, G., and Singh, R.P.,"***Sushila Nitrate assimilation and biomass production in Sesamumindicum L seedlings in a leaden riched environment***", Water Air Soil Pollution, Vol.66, pp.163-171, 1991.

[65] Tabur, S., Demir, K., ***Tuz Stresi Altında Çimlendirilen Arpa Tohumlarının Mitotik İndeks Ve Kromozom Anormallikleri,*** SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi(E-Dergi). 2008, Vol.3(2),pp.162-173,2008.

[66] Högstedt, B., Kolnig, A., Mitelman, F., Schutz, A., "***Correlation Between Blood-Lead and Chromosomal Aberrations"***.Lancet,Vol .2,pp.262, 1979.

[67] Grant, D.A., ***The present status of bigher plantbioas says of environmental mutagens***. Mutation Research, Vol.310, pp.175-185, 1997.

[68] Patil B.C., and Bhat T.G.I***., A comparative study of MH and EMS in the in duction of chromosomal aberrations on meristem***, Cytologia Vol.57, pp.259-264, 1992.

[69] Badr, A., ***Mitodepressive and chromo toxic activities of two herbicides***, Cytologia, Vol.48, pp.451-457, 1983.

[70] Darlington, C.D., and Mc Lesih, L., "***Action of maleic hydrazide on the cell***",Nature, Vol.167, pp.407-408, 1951.

# ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında İstanbul'un Bakırköy ilçesinde doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Kırklareli' de tamamladım. 2001 yılında Vize Lisesi (Yabancı Dil Ağırlıklı)'n den mezun oldum. 2002-2006 yılları arasında Balıkesir Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde lisans eğitimimi tamamladım.2006 yılında Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tezsiz Yüksek Lisans eğitimine başladım.