

GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KROM VE KLARİTROMİSİN UYGULAMALARININ
BUĞDAY (*Triticum aestivum* L. cv. Golia)
FİDELERİNDEKİ FİZYOLOJİK ETKİLERİ

BİYOLOJİ BÖLÜMÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

EMİNE GÜLTEKİN
MAYIS 2012

Krom ve Klaritromisin Uygulamalarının Buğday (*Triticum aestivum* L. cv. Golia) Fidelerindeki Fizyolojik Etkileri

**Gaziantep Üniversitesi
Biyoloji Bölümü
Yüksek Lisans Tezi**

Danışman

Öğr. Gör. Dr. Muhittin DOĞAN

**Emine GÜLTEKİN
Mayıs 2012**

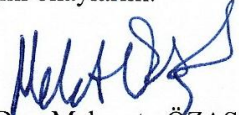
T.C.
GAZIANTEP ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANA BİLİM DALI

Tezin Adı: Krom ve Klaritromisin Uygulamalarının Buğday (*Triticum aestivum* L.
cv. Golia) Fidelerindeki Fizyolojik Etkileri

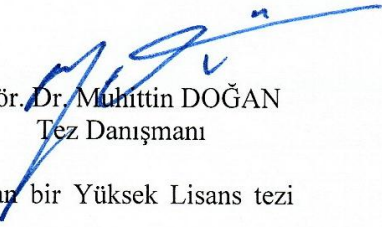
Öğrencinin, Adı Soyadı: Emine GÜLTEKİN
Tez Savunma Tarihi: 31.05.2012


Prof. Dr. Ramazan KOÇ
FBE Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları sağladığımı onaylım.


Prof. Dr. Mehmet ÖZASLAN
Enstitü ABD Başkanı

Bu tez tarafımda okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.


Öğr. Gör. Dr. Muhittin DOĞAN
Tez Danışmanı

Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri:

Prof. Dr. Saadet D. SAYGIDEĞER



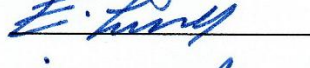
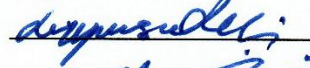
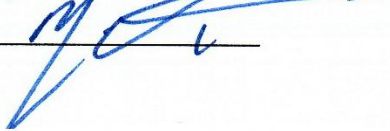
Yrd. Doç. Dr. Hasan AKGÜL

Yrd. Doç. Dr. Erdihan TUNÇ

Yrd. Doç. Dr. Önder YUMRUTAŞ

Öğr. Gör. Dr. Muhittin DOĞAN

İmzası

ÖZET

Krom ve Klaritromisin Uygulamalarının Buğday (*Triticum aestivum* L. cv. Golia) Fidelerindeki Fizyolojik Etkileri

GÜLTEKİN, Emine

Yüksek Lisans Tezi, Biyoloji Bölümü

Tez Yöneticisi: Öğr. Gör. Dr. Muhittin DOĞAN

Mayıs 2012, 57 sayfa

Bu çalışma, hidroponik olarak bir iklim odasında büyütülen ekmeklik buğday fidelerinin antibiyotik Klaritromisin ve krom elementinin tek ve kombine uygulamalarının fizyolojik etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Fidelerin kök ve gövdelerinin büyüme ve gelişmesi Cr ve Cr + Klaritromisin tarafından olumsuz şekilde etkilenmiştir. Ancak, yalnız Klaritromisin uygulaması, fidelerin gelişme ve büyümesini önemli derecede etkilememiştir. Fide yapraklarının pigment miktarları uygulamalar tarafından azaltılmıştır. Uygulamalar kıyaslandığında, düşük prolin miktarı 100 mg/L Klaritromisin'de belirlenmiştir. 100 mg/L Cr muamelesiyle kıyaslandığı zaman, daha düşük prolin miktarı 100 mg/L Cr + 100 mg/L Klaritromisin uygulamalarında bulunmuştur. Buğday fide kısımlarının toplam karbohidrat miktarları kombinasyon ve tüm uygulanan konsantrasyonlar tarafından arttırılmasına rağmen, protein miktarları genel olarak azaltılmıştır. Fide kök ve gövdelerinin H₂O₂ ve MDA 'nın miktarları özellikle 100 mg/L Cr ve 100 mg/L Cr+ 100 mg/L Klaritromisin uygulamaları tarafından arttırılmıştır. Fide kısımlarının element miktarları uygulamalar tarafından farklı şekilde etkilenmiştir. Sonuçlar göstermiştir ki, Klaritromisin uygulaması fidelerde önemli derecede etkili olmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Krom, klaritromisin, fizyolojik etkiler, buğday

ABSTRACT

Physiological Effects of chromium and clarithromycin applications on wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Golia) seedlings

GÜLTEKİN, Emine

M.Sc. in Biology Department

Supervisor: Dr. Muhittin DOĞAN

May 2012, 57 pages

The aim of the present study was to evaluate the physiological effects of single and combine application of chromium and antibiotic clarithromycin in the bread wheat seedlings, which were grown in a climate chamber as hydroponically. Growth and development of the seedlings roots and shoots were negatively affected by Cr and clarithromycin+Cr supply. Single clarithromycin treatment, however, did not significantly affect on growth and development of the seedlings. Pigment contents of the seedling leaves were reduced by applications. Among applications, low proline content determined at 100 mg/L clarithromycin. When compared to 100 mg/L Cr treatment, low proline content was found at 100 mg/L Cr + 100 mg/L clarithromycin applications. Although total carbohydrate contents of wheat seedling parts were increased by all applied concentrations and the combination, protein contents were generally decreased. Contents of malondialdehyde and H₂O₂ of seedling roots and shoots were especially increased by 100 mg/L Cr and 100 mg/L Cr + 100 mg/L clarithromycin applications. Element contents of seedling parts were differently affected by treatments. Results showed that clarithromycin application did not critically affect on the seedlings.

Key Words: Chromium, clarithromycin, physiological effects, wheat

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen danışman hocam Sayın Öğr. Gör. Dr. Muhittin DOĞAN'a,

Çalışmamıza desteklerinden dolayı Sayın Prof. Dr. Saadet DEMİRÖRS SAYGIDEĞER'e,

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim süresince bilgi ve desteğini gördüğüm diğer bölüm hocalarıma,

Çalışmalarında desteğini gördüğüm Sayın Uzman Biyolog Mustafa PEHLİVAN ve Arş. Gör. Fatih YAYLA'ya,

Manevi desteğini gördüğüm Sayın Biyolog Mehmet KAPI'ya

İyi ve kötü günlerimde yanımda olan, varlıklarından güç aldığım sevgili annem, babam ve kardeşlerime,

Teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER	SAYFA NO
ÖZET	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ	VI
TABLOLAR LİSTESİ	VIII
BÖLÜM 1: GİRİŞ	1
1.1. Krom	2
1.1.1. Çevrede Krom.....	2
1.1.2. Krom Alınımı, Taşınımı ve Birikimi.....	3
1.1.3. Kromun Bitki Büyümesindeki Etkileri.....	3
1.2. Antibiyotikler.....	6
1.2.1. Antibiyotiklerin Kullanım Alanları	7
1.2.2. Çevrede Antibiyotikler	10
1.2.2.1. Yüzey Suları	10
1.2.2.2. Yer altı Suları.....	10
1.2.2.3. İçme suları.....	11
1.2.3. Bitkilere Etkileri.....	11
1.3. Çalışmanın Amacı.....	12
BÖLÜM 2: LİTERATÜR ÖZETLERİ	13
2.1. Krom Uygulamasının Bitkilere Etkileri İle İlgili Çalışmalar.....	13
2.2. Antibiyotik Uygulamalarının Bitkilere Etkileri İle Çalışmalar.....	16
BÖLÜM 3: MATERYAL VE YÖNTEM	19
3.1. Materyal.....	19
3.1.1. Bitki Materyali.....	19
3.1.2. Besin Çözeltisi.....	19
3.1.3. Uygulanan Derişimler.....	20
3.2. Metod.....	20

3.2.1. Buğdayların Çimlendirilmesi.....	20
3.2.2.Buğdayların Deney Ortamına Alınması ve Uygulamanın Yapılması.....	20
3.2.3.Ölçümler ve tartımlar.....	21
3.2.4.Buğdayların Kök ve Otsu Gövdelerinin Element Miktarının Belirlenmesi.....	21
3.2.5.Fotosentetik Pigment Analizi.....	21
3.2.6. Hidrojen Peroksit Miktarının Belirlenmesi.....	22
3.2.7.Toplam Karbohidrat Miktarının Belirlenmesi.....	22
3.2.8. Toplam Protein Miktarının Belirlenmesi.....	22
3.2.9. MDA Miktarının Belirlenmesi.....	22
3.2.10. Prolin Miktarının Belirlenmesi.....	23
3.2.11. İstatistiksel Analiz.....	23
BÖLÜM 4:BULGULAR.....	24
4.1. Morfolojik Gözlemler.....	24
4.2. Büyüme Oranları.....	25
4.3. Kök ve Otsu Gövdelerin Krom Miktarları.....	27
4.4. Fide Yapraklarının Fotosentetik Pigment Miktarları.....	27
4.5. Kök ve Otsu Gövdelerin Hidrojen Peroksit Miktarları.....	28
4.6. Kök ve Otsu Gövdelerin MDA Miktarları.....	29
4.7. Kök ve Otsu Gövdelerin Prolin Miktarları.....	30
4.8. Kök ve Otsu Gövdelerin Protein Miktarları.....	31
4.9. Kök ve Otsu Gövdelerin Toplam Karbohidrat Miktarları.....	32
4.10. Kök ve Otsu Gövdelerin Besin Elementi Miktarları.....	33
BÖLÜM 5: TARTIŞMA VE SONUÇ.....	38
KAYNAKLAR.....	43

ŞEKİLLER LİSTESİ

SAYFA NO

- Şekil 1.1.** Klaritromisin kimyasal yapısı..... 7
- Şekil 4.1.** Klaritromisin, Cr ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin genel görünümü..... 24
- Şekil 4.2.** Klaritromisin, Cr ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin hasat anındaki görünümü..... 25
- Şekil 4.3.** Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövde uzunlukları..... 26
- Şekil 4.4.** Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövde taze ağırlıklarının (T.A) kuru ağırlıklara (K.A.) oranları..... 26
- Şekil 4.5.** Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin krom derişimleri..... 27
- Şekil 4.6.** Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday yapraklarının fotosentetik pigment miktarları. 28
- Şekil 4.7.** Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin H₂O₂ miktarı..... 29
- Şekil 4.8.** Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin MDA miktarları..... 30
- Şekil 4.9.** Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin prolin miktarları..... 31
- Şekil.4.10.** Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin protein miktarları..... 32

Şekil.4.11. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin toplam karbohidrat miktarları.....	33
Şekil.4.12. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin Zn miktarları.....	34
Şekil.4.13. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin Cu miktarları.....	34
Şekil.4.14. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin Mn miktarları.....	35
Şekil.4.15. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin Fe miktarları.....	36
Şekil.4.16. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin Ca miktarları.....	36
Şekil.4.17. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin K miktarları.....	37

TABLULAR LİSTESİ

SAYFA NO

Tablo 1.1. Etki mekanizmaları ve kimyasal yapılarına göre antibiyotik grupları.....	6
Tablo 3.1. Buğdayların su kültürü ortamında yetiştirmek için kullanılan besin çözeltisinin içeriği.....	19

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Günümüzün en önemli problemlerinden birisi insan sağlığını olumsuz yönde etkileyen çevre kirliliğidir. Çevre, doğa ve insan tarafından biçimlenen öğelerin ve koşulların tümüne verilen addır. İnsan ve çevre birbirini bütünleyen, karşılıklı etkileşim içinde olan kavramlardır. Yirminci yüzyılın sonlarından itibaren teknoloji devrimiyle birlikte artan hayat standartları ve beraberinde getirdiği sorunlar ekolojik dengemizi olumsuz yönde etkilemektedir. Son yıllarda hızlı nüfus artışı, enerji ve besin yetersizliği, çarpık kentleşme, insanların aşırı tüketim isteği ve hızla gelişen teknolojik ilerlemeler, çevre kirliliği sorununun önemini iyice hissettirir duruma getirmiştir. Bu sorunların çözüme ulaşmasında rol oynayan teknolojik gelişmeler insanlığın yararına birçok alternatif ve yeni ürün sunarken göz ardı edilemeyecek şekilde nitel ve nicel yönde atıklar oluşturmaktadır. Çevre kirliliği, canlıların ve bitkilerin ekolojik dengesini bozarak kronik hastalıklara ve bitkilerin yok olmalarına yol açmaktadır. Çevre kirliliğine neden olan etmenlerden olan ağır metaller, ekolojik dengeyi bozmakta ve canlı büyüme ve gelişmesini önemli oranda etkilemektedir (Ruis- Jiménez vd., 2003). Birçok kirlenmede olduğu gibi ağır metal kirlenmesinde de öncelikle etkilenen grup primer üreticiler olan bitkilerdir. Toprak çözeltisinde iyon halinde bulunan ağır metaller bitki kökleri tarafından alınabilmektedir. Fakat bazı araştırmalarda atmosferde bulunan ağır metallerin azda olsa yapraklar aracılığı ile alınabildiği belirtilmiştir (Lindberg vd., 1992; Marschner, 1995). Çevredeki ve topraktaki ağır metaller bitkilerin toprak üstü kısımları ile köklerinde birikmektedir. Ağır metallerin toksik etkileri insan sağlığını tehdit etmektedir. Ağır metaller bitkilerde belirli oranlarda bulunabilir fakat bunlar belirli sınırları geçerse toksik etkiye neden olabilmektedirler. Tarımsal üretimin yoğun olduğu bölgelerde ağır metallerin toksik etkilerinin araştırılması önemlidir. Çünkü ağır metaller ürünü etkileyerek insan sağlığını olumsuz yönde etkilerler (Spona ve Baum, 1993). Ağır metal kirliliğinin yanında, son yıllarda, çevrede antibiyotiklerin akıbeti ve oluşumu bazı ülkelerde yürütülen birçok araştırmalara konu olmuştur.

1.1. Krom

Krom elementi ilk olarak 1798 yılında Fransız kimyacı Vauquelin tarafından Sibirya kırmızı kurşun madeninde bulunmuştur. Krom (Cr), dünyada en fazla bulunan yedinci elementtir (Cervantes vd., 2001). Atom numarası 24'tür ve atom ağırlığı 51.996'dır. Krom 1877'den bu yana çelik alaşımlarında kullanılmaktadır. Ayrıca, 1926'dan bu yana krom kaplamada kullanılmaktadır. Krom metali gri renkte ve hassastır. Ayrıca cilalanabilir. Bu metal oksidasyona dirençlidir ve bu özelliği alaşımlarda kullanılmasına olanak sağlar.

Kromun çeşitli fitotoksik formları vardır ki bunlardan bazıları trivalent (kromik formu; Cr(III) veya Cr^{+3}) ve hegzavalent (kromat formu; Cr(VI) veya Cr^{+6}) formlarıdır. En toksik formu olan Cr(VI); kromat (CrO_4^{-2}) veya dikromat ($Cr_2O_7^{-2}$) oksidasyonları şeklinde genellikle oksijen ile ilişkili olarak oluşmaktadır. Krom oldukça toksik bir elementtir. Krom, membran hasarına, organellerin yapısal değişimlerine, metabolik aktivitede bozulmalara ve büyümede inhibisyona neden olmaktadır (Kimbrough vd., 1999). Krom stresine maruz kalan bitkilerde oluşan tekli (singlet) oksijen, süperoksit anyonu, hidroksil radikali ve hidrojen peroksit gibi reaktif oksijen türleri, lipitler, proteinler ve DNA gibi biyomoleküllerde oksidatif zarara neden olabilmektedir (Vajpayee vd., 2001).

1.1.1. Çevrede Krom

Krom kimya endüstrisi ve metal sanayisi gibi alanlarda oldukça fazla kullanılmasından dolayı kromun farklı bileşikleri çevreye hızlı bir şekilde yayılmaktadır. Krom bileşikleri deri işleme, paslanmaz çelik üretiminde, boya pigmenti ve kromik asit üretiminde büyük ölçüde kullanılmaktadır (Shanker vd., 2005). Krom, periyodik cetvelin VI B grubunda yer alan bir geçiş metalidir ve 100 elementten 26. sırada bulunmaktadır. Erime noktası 1857 °C olmasından dolayı metallere sertlik sağlanması amacıyla kullanılır, ayrıca bu özelliğinden dolayı zırhlı araç yapımında da kullanılmaktadır. En önemli kullanım alanı Ni ile beraber paslanmaz çelik oluşturmasıdır, kromosit tabakası çelik yüzeyi film gibi kaplar ve korozyona karşı dayanıklılık sağlar.

Bitki metabolizmasında herhangi bir rol oynamayan Cr (7.2 g/cm³), bitkiler için toksik bir element (Cervantes vd., 2001; Dixit vd., 2002) olup; toprak, su ve havada bulunmaktadır. Krom konsantrasyonu doğal olarak topraklarda ana materyale bağlı olarak 10-50 mg/kg aralığında bulunabilmektedir (Zayed vd., 1998). Kromun tatlı sulardaki konsantrasyonu genellikle 0.2-50 µg/L aralığındadır. Ancak, deri kaplama, tekstil, elektro kaplama birimleri gibi endüstrilerden krom elementinin boşaltılması sonucu yüzey sularında doğal olarak bulunması gereken miktardan daha fazlası bulunur. Atmosferdeki Cr konsantrasyonu ise oldukça farklılık göstermekte olup 5×10^{-6} - 1.2×10^{-3} µg/m³ arasında iken kirli alanlarda 0.015-0.03 µg/m³ arasındadır (Nriagu, 1988).

1.1.2. Krom Alınımı, Taşınımı ve Birikimi

Bitkiler için toksik bir element olması nedeniyle Cr alınımı için spesifik bir mekanizma bulunmamaktadır. Krom alınımı, bitki metabolizması için zorunlu diğer metallerin alınımında kullanılan taşıyıcılar ile gerçekleşmektedir. Kromun toksik etkisi, bu metalin alınımı, taşınımı ve birikimini belirleyen farklı iyonik formlarına bağlıdır. Zayed vd. (1998) kromat (CrO₄⁻²) şeklinde absorbe edilen Cr'un muhtemelen Fe(III) redüktaz enzimleri ile köklerde toksik olmayan Cr(III) formuna dönüştürüldüğünü ileri sürmüştür. Howe vd. (2003) köklerde Cr(VI)'un Cr(III)'a tamamen dönüştürülemediğini, Cr'un vasküler dokulara girebildiğini, Cr(III) ve Cr(VI) olarak yapraklara kolayca taşınabildiğini belirlemişlerdir. Bununla birlikte, hem Cr(VI) hem de Cr(III) simplast yol ile endodermisi geçmek zorunda olduğu için hücrelerdeki Cr(VI), düşük Cr(VI) konsantrasyonunda kök korteks hücrelerinde tutulan Cr(III)'a kolaylıkla indirgenebilmekte ve bu durum Cr(III)'un düşük toksisitesini kısmen açıklamaktadır. Vasküler bitkiler Cr(VI) redükleyici enzimleri içermemesine rağmen, bu enzimler bakteri ve funguslarda çok yaygın olarak bulunmuştur (Cervantes vd., 2001).

1.1.3. Kromun Bitki Büyümesindeki Etkileri

Bitkilerde Cr toksisitesi Fe⁺², Mn⁺², Cu⁺², Zn⁺² gibi iyonların değişen translokasyonu veya metal değiş tokuşunun sonucu olarak iyonik dengesizliğe neden olmaktadır (Shanker vd., 2005; Panda vd., 2002). Krom, büyüme ve gelişme, enzimler ve diğer

bileşikler üzerinde fitotoksik etki göstermektedir (Shanker vd., 2005; Vajpayee vd., 2009; Liu vd., 2008; Vernay vd., 2008; Scoccianti vd., 2006; Gupta vd., 2009).

Toksik seviyelerde Cr'a maruz kalan bitkilerde, fotosentez ve solunum gibi önemli metabolik olayların etkilenmesinden dolayı bitki büyümesinde azalma meydana gelmektedir (Shanker vd., 2005).

Krom toksisitesi bitkilerde tohum çimlenmesi ve radikula büyümesini azaltmaktadır (Panda vd., 2002). Krom toksisitesi α - ve β -amilaz aktivitesini azaltarak embriyo ekseninin gelişimi için gerekli şekerlerin taşınımını engellemekte ve tohum çimlenmesini inhibe etmektedir. Peralta vd. (2001) tohum çimlenmesinin ilk fizyolojik basamak olması nedeniyle Cr içeren bir ortamda tohum çimlenme yeteneğinin Cr toleransının belirlenmesinde indikatör olabileceğini bildirmiştir.

Karuppanapandian ve Manoharan (2008), Cr(VI)'un fitotoksik etkilerinin kökler kadar gövde dokusunda da oldukça belirgin olduğunu; oysa Cr(III)'un sadece kök dokusunda toksik olduğunu bildirmiştir. Shanker vd. (2005) diğer ağır metallere göre Cr'un kök uzunluğunu daha fazla inhibe ettiğini bildirmiştir. Krom stresi, kök hücrelerinde plazmolize ve solmaya neden olarak bitki köklerini etkileyebilmektedir (Mcgrath, 1995). Yüksek Cr konsantrasyonlarında kök büyümesindeki inhibisyon, besin ortamında Cr'un varlığında kökler tarafından suyun yeteri kadar alınamamasından kaynaklanmaktadır (Barcelo vd., 1986). Krom stresi altındaki pirinç fidelerinin kök uzunluğu kontrole göre 100 μ M Cr(VI) uygulamasında tüm sürelerde azalmıştır (Rout vd., 1997). Pandey vd., (2009) bezelye bitkilerinde yüksek Cr(VI) konsantrasyonunda (200 μ M) kök uzunluğundaki azalmayı %18 olarak belirlemiştir. Cr(VI) konsantrasyonundaki bir artış (0-500 μ M) ile *Brassica juncea* cv. Varuna'da bitki uzunluğunun 200 μ M'da yaklaşık %50 oranında azaldığı saptanmıştır (Gupta vd., 2009). Krom stresinin neden olduğu kök büyümesindeki inhibisyon kök hücrelerinin bölünmesi ve uzamasındaki inhibisyondan veya hücre döngüsünün uzamasından kaynaklanabilmektedir (Shanker vd., 2005). Bununla birlikte, kök hücrelerinin büyümesindeki inhibisyonun fotosentetik oran üzerine Cr'un primer etkisi olarak düşünülmektedir (Choudhury ve Panda, 2005). Kök büyümesindeki azalmanın kök yüzeyinin zarar görmesinden dolayı hücre içerisinin dışarı sızmasından ve kök tüylerinin ve epidermal hücrelerin zarar görmesinden

kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Castro vd., 2007). Scoccianti vd., (2006) Cr'un hücre çeperi ve plazma membranındaki bağlanma bölgelerinden Ca^{+2} gibi kationların yer değiştirmesine neden olarak hücre fonksiyonlarında bozulmalara yol açabileceğini belirtmiştir.

Yaprak büyümesi, (yaprak yüzey alanı gelişimi ve toplam yaprak sayısı) bitki verimini belirlemektedir. Hekzavalent krom uygulaması yaprak genişlemesini negatif olarak etkilemekte ve daha küçük yaprak oluşumuna neden olmaktadır (Dixit vd., 2002; Castro vd., 2007). Krom içeren deri sanayi atıklarının farklı konsantrasyonlarına (%25-100) maruz bırakılan *Gossypium hirsutum*, *Vigna mungo*, *Vigna unguiculata* ve *Lycopersicon esculentum* bitkilerinde yaprak yüzey alanının kontrole göre %25'lik konsantrasyonda artış gösterdiği, buna karşın %75 ve 100'lük konsantrasyonlarda ise bitkilerin öldüğü bildirilmiştir (Karunyal vd., 1994). Buğdayda bitki başına yaprak sayısı, besin ortamına 0.5 mM Cr ilave edildiğinde %50 azalmıştır (Sharma ve Sharma, 1993). Ağır metal stresi altında, yaprak yüzey alanındaki azalmanın nedenini açıklamak için muhtemel mekanizmalardan biri su kullanımının kısıtlanmasıdır (Radin ve Boyer, 1982). Tripathi ve Tripathi (1999) yaprak büyüme özelliklerinin ağır metal kirliliğinin uygun bir biyoindikatörü olduğunu ve toleranslı türlerin seleksiyonunda kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Bitkilerde yüksek verim kuru ağırlık bakımından biyokütle üretiminde bir artıştır. Bitkiler tarafından üretilen toplam kuru ağırlığın yaklaşık %80-90'ını karbon bileşikleri oluşturur (Bishnoi, 1993). Krom, kloroplast ve mitokondrinin yapı ve işlevlerinde oksidatif zarara yol açar ve kuru ağırlık üretimi üzerinde dolaylı bir etkiye sahiptir (Dixit vd., 2002; Subrahmanyam, 2008). Kromun toksik konsantrasyonlarında (0.1, 0.15 ve 0.25 mM), ekmeclik buğdayın farklı dokularında kuru ağırlıktaki azalmanın köke göre gövdede daha belirgin olduğu bildirilmiştir (Subrahmanyam, 2008). Hekzavalent krom konsantrasyonundaki bir artış (0-500 μ M) ile *Brassica juncea* cv. Varuna'da taze ağırlık önemli düzeyde azalırken, kuru ağırlık kontrole göre 500 μ M Cr uygulamasında yaklaşık %57 daha yüksek bulunmuştur (Gupta vd., 2009). *Vallisneria spiralis*'de Cr birikimi ve biyokütle üretimi ile ilişkili toksisite değerlendirilmesinde, 2.5 μ g/mL'nin üzerindeki Cr(VI) konsantrasyonlarında kuru ağırlık üretiminin olumsuz etkilendiği belirtilmiştir (Vajpayee vd., 2001). Zurayk vd., (2001) *Portulaca oleracea* bitkisinde tuzluluk ve

Cr(VI) birikiminin kuru ağırlıkta azalmaya neden olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte, sucul makrofit *Salvinia* türlerinde Cr stresinin kuru ağırlıkta azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Olguín vd., 2002; Prado vd., 2010).

1.2. Antibiyotikler

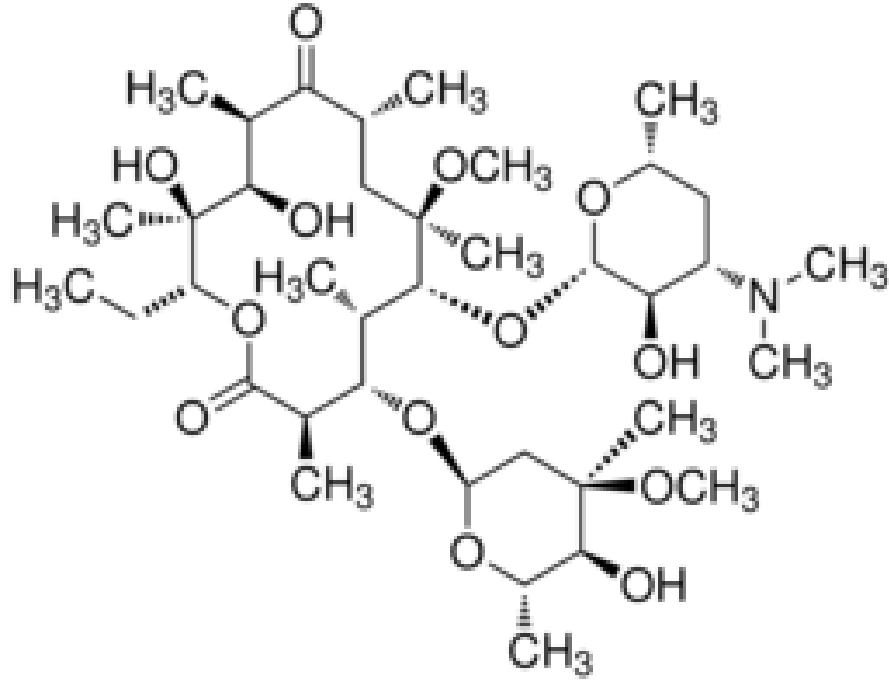
Antibiyotikler, özellikle topraktaki bakteri ve funguslar tarafından üretilen, diğer mikroorganizmalar üzerinde öldürücü veya üremelerini durdurucu etkileri olan mikrobiyal hücre metabolizmasının ürünleridir. Antibiyotikler, etki mekanizmalarına, hedef hücreye etkilerine, etki gösterdiği mikroorganizma grubuna, etki spektrumuna ve immunmodülatör etkilerine göre sınıflandırılmaktadır. Antibiyotikler etki mekanizmalarına ve kimyasal yapılarına göre 9 ana başlık altında sınıflandırılmaktadır (Demirden, 2005).

Tablo 1.1. Etki mekanizmaları ve kimyasal yapılarına göre antibiyotik grupları

β -Laktamlar	: Penisilin (amoksisilin), Sefalofosporin, Monobaktam
Tetrasiklinler	: Oksitetrasiklin ve Tetrasiklinler
Makrolid antibiyotikler	: Eritromisin
Aminoglikozidler	: Gentamisin, Tobramisin, Amikasin
Quinolonlar	: Siprofsaksin
Linkosamidler	: Klindamisin
Oksazolidler	: Linezolid
Sülfa antibiotikler	: Sülfisosazol
Sasilik peptidler	: Vankomisin, Polimiksinler

Makrolidler, ana yapısı makrolistik lakton halkası ve buna eklenmiş şekerlerden oluşmuş homojen yapılı bir antibiyotik grubudur. İçerdikleri lakton halkası sayısına göre sınıflandırıldıklarında 14 üyeli (eritromisin, klaritromisin gibi), 15 üyeli (azitromisin), 16 üyeli (spiramisin, midekamisin gibi) gruplarına ayrılmaktadır (Canibe vd., 2001; Çakmakçı ve Karahan, 1999).

Biz bu çalışmada, 14 üyeli Klaritromisin antibiyotiğini kullandık. Klaritromisin aside karşı dirençli, emilimi en iyi, yarı sentetik olan makroliddir. Bakterilerin protein sentezini inhibe eder. Klaritromisin, duyarlı bakterilerin 50S ribozomal alt ünitelerine bağlanarak protein sentezini engeller ve antibakteriyel etkinlik gösterir. Metaboliti olan 14-OH-Klaritromisin de klinik açıdan anlamlı antibakteriyel aktiviteye sahiptir. Klaritromisinin plazma yarılanma ömrü 3-4 saattir. Dozun yaklaşık %36'sı değişmemiş Klaritromisin, %10-15'i ise 14-OH-klaritromisin olarak idrarla atılır.



Şekil 1.1. Klaritromisinin kimyasal yapısı (www.sigmaldrich.com)

1.2.1. Antibiyotiklerin Kullanım Alanları

Son yıllarda artan antibiyotik kullanımı her alanda kendini göstermektedir. İnsan ve hayvan sağlığı, besinlerin korunması, balık gibi sucul canlıların sağlığı ve gelişimi, hastanelerde, ilaç sanayisinde ve bilimsel araştırmalar için yoğun olarak antibiyotikler kullanılmaktadır.

Hayvanların büyüme hızı ve verim gücü yemden yararlanma düzeyleriyle doğru orantılıdır. Yüksek verim elde edebilmek için hayvan sağlığını korumanın yanında yemden faydalanma yeteneğini de arttırmak gerekir. Bu doğrultudaki uygulamalardan bir tanesi de yem katkı maddeleridir. Uzun zamandan beri hayvan

sağlığını korumak ve büyüme faktörü olarak antibiyotikler yem katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Aydın ve Koçak, 1999; Bilal vd., 1999; Tuncer vd., 1999).

Hayvan tedavisinde genellikle tetrasiklin ve sülfonamid sınıfı antibiyotikler kullanılmaktadır. İnsan tedavisinde ise yaygın olarak tetrasiklin, sentetik penisilin ve makrolidler kullanılmaktadır. İnsan ve veterinerlik tedavisinde kullanımı tercih edilen antibiyotikler, değişik yollardan ekosistemlere girmektedirler. Tıbbi atıklar, kanalizasyon, endüstrideki aktiviteler, antibiyotik ve ilaç üreten endüstriler, gıda üretimi, ev gereçleri, ürünler üzerine uygulanan spreyleme, balık çiftlikleri, çiftlik hayvanlarının üretimi gibi faaliyetler antibiyotiklerin ana kaynaklarını oluşturmaktadırlar. Günümüzde antibiyotik kullanımı oldukça geniş bir aralığa sahiptir, insan ve hayvansal tıpta tedavi amacıyla oldukça sık kullanılmaktadır. Bu sebeple, tedavi amacıyla kullanılmakta olan antibiyotiklerin çevrede kalıcı konsantrasyonları bulunmaktadır.

Organizmalara uygulanan antibiyotikler %90'a varan oranlarda metabolize olmadan vücuttan atılmaktadırlar (Kemper, 2008). Bu sebeple doğadaki antibiyotik kirliliğinin ana kaynağı insan ve hayvan dışkıları olarak düşünülebilir. Çeşitli araştırmalar sonucu antibiyotiklerin çevrenin çeşitli kompartımanlarının yanı sıra hayvan dışkıları ve evsel atık su arıtma çamurunda bulunduğu belirlenmiştir.

Antibiyotikler alıcı ortamlarda ve konvansiyonel aerobik çamur sistemleri ile arıtılmadığı için arıtma tesisi çıkış sularında bulunmaktadır. Bunun sonucu olarak ekosistemdeki organizmalar ve biyolojik arıtma sistemlerindeki mikroorganizmalarda toksisite meydana getirirler ve ekolojik dengenin bozulmasına neden olurlar. Değişik ortamlarda birikme göstermesinin sebebi, antibiyotiklerin biyolojik ayrışabilirliklerinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır.

Antibiyotikler, hayvan yetiştiriciliğinde hastalıkların tedavisi ve kontrolünde yoğun şekilde kullanılmaktadır. 1949 yılında kanatlı hayvanlar üzerinde yapılan bir çalışma sırasında tesadüfen deneme hayvanlarında büyüme artışı gözlenmiştir ve antibiyotiklerin büyüme faktörü olarak kullanılmaya başlanmasına sebep olmuştur (Aydın ve Koçak, 1999).

Antibiyotiklerin yem katkı maddesi olarak kullanımıyla; hem büyüme hem de yemden yararlanmayı arttırmak, subklinik hastalıkları önlemek, bazı hastalıklara karşı koruyucu etki meydana getirmek, toksinleri engellemek, besin maddelerinin bağırsaklardan emilimini arttırmak hedeflenmiştir (Arpacık, 1999; Sarıca, 1999; Tuncer vd., 1999).

Antibiyotik kullanımının bazı dezavantajlarından ötürü kullanımlarına sınırlamalar getirilmiştir (Demirel ve Gürbüz, 1999). Düşük dozlarda kullanılan antibiyotikler bakterilerde direnç meydana getirmektedir. Ayrıca insanlar tarafından tüketilen hayvansal ürünler sağlık açısından risk oluşturabilen rezidü bırakmaktadırlar (Arda vd., 1992; Choct, 2003; Whitlock, 1986).

Antibiyotik kullanımının sindirim sisteminde bulunan patojen mikroorganizmalarla birlikte faydalı mikroorganizmalarında ölümüne neden olduğu bilinmektedir (Sarıca, 1999). Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak için, yem katkı maddesi olarak kullanılmakta olan antibiyotiklerin ve kemoterapötiklerin tedavi amacı ile kullanılmayan ve bağırsaklardan emilmeyen özellikte olmasına özen gösterilmesi önerilmektedir. Antibiyotik kullanımının dezavantajlarından dolayı alternatif uygulamaların araştırılmasına yönelinmiştir (Alp ve Kahraman, 1996; Demirel ve Gürbüz, 1999).

Probiyotikler, enzimler ve organik asitler alternatif olarak kullanılması düşünülen biyoteknolojik ürünlerdir (Aydın ve Koçak, 1999; Choct, 2003; Midilli ve Tuncer, 2001; Tuncer vd., 1999).

Antibiyotikler, fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak toprağa, sedimentlere ve yer altı sularına ulaşabilmektedir. Bazı araştırmacılar, antibiyotiklerin atık su arıtma sistemlerinde ve çevrede biyolojik olarak giderilemediğini saptamışlardır (Ternes, 1998; Kümmerer vd., 2000; Heberer, 2002).

1.2.2. Çevrede Antibiyotikler

1.2.2.1. Yüzey Suları

Antibiyotikler tarafından yüzey sularının kontaminasyonu ilk olarak 20 yıl önce İngiltere’de belirlenmiştir. Watts vd. (1982), nehir sularında 1 µg/L konsantrasyonlarda antibiyotiklerin tetrasiklin, sülfonamid ve makrolid gruplarından en az birini belirlemişlerdir. Bunu takiben, çeşitli diğer antibiyotikler aynı zamanda yüzey sularında 1 µg/L ‘den daha fazla konsantrasyonlarda bulunmuştur (Richardson ve Bowron, 1985; Pearson ve Inglis, 1993; Ternes, 1998; Hirsch vd., 1999). Örneğin, bir Alman araştırma grubu bir arıtma tesisinin kanalizasyon atık sularında ve Almanya’nın güneyinde küçük bir nehirde sırasıyla 0,56 ve 0,06µg/L konsantrasyonlarda kloromfenikol atıklarını belirlemişlerdir (Hirsch vd., 1999). Kloromfenikol şiddetli menenjit gibi oldukça nadir durumlarda insan tedavisi için kullanılmış ve Avrupa Komitesinde veterinerlikte kullanımı 1995’ten beri yasaklanmıştır. Bu bileşiğin oluşumu bazı besi çiftliklerinin nadir olarak kullanımına bağlanmıştır (BGVV, 1996).

Veterinerlik antibiyotikleri de toprak biyotasının yanı sıra yer altı suyu, sedimentler ve gübrede ölçülmüştür ve Almanya’da domuz büyüme çiftliklerinden gelen toprakta ölçülmüştür (Hamscher vd., 2000, 2001; Meyer vd., 2000, 2003; Campagnolo vd., 2002; Kolpin vd., 2002; Yang ve Carlson, 2003).

Tilosin, oleandomisin ve spiramisin gibi antibiyotikler İtalya’nın nehir sularında bulunmuştur (Zuccato vd., 2000). Alder vd. (2001) İsviçre yüzey sularında veterinerlikte kullanılan sülfametazin ve diğer antibiyotik gruplarını belirlemişlerdir ve toprağa uygulanan gübrede akış bu atıklara bağlanmıştır.

1.2.2.2. Yer altı Suları

Antibiyotikler, yer altı sularında neredeyse hiç bulunmamıştır ancak bulunduğu ise, genellikle sadece µg/L’den daha düşük konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Yer altı sularında veteriner antibiyotiklerin varlığı belirlenmiştir (Holm vd., 1995; Hirsch vd., 1999; Hamscher vd., 2000). Yer altı sularında çoğu antibiyotiğin bulunmasına

rağmen, kesimlik hayvan çiftliklerinde veya kanalizasyonla sulanan alanların birçoğu ile tarımsal alanlarda kullanıldığından, sınırlı miktarı aşmadığı bulunmuştur (0,02-0,05 µg/L; Hirsch vd., 1999). Yer altı sularında bulunan veteriner antibiyotikleri insan sağlığı için kullanılmaz.

Almanya'da tamamlanmış bir çalışmada, Hamscher vd., (2000) tarım topraklarından toplanan toprak su örneklerinde 0,1-0,3µg/L miktarda klorotetrasiklin, oksitetrasiklin, tetrasiklin ve tilosin sınırını belirlemiştir. Ayrıca, 500-4000µg/L arasında değişen konsantrasyonlarda oksitetrasiklin atıkları USA'da balık çiftliklerinde kemoterapi tedavisini takiben deniz sedimentlerinde gözlenmiştir (Capone vd., 1996).

1.2.2.3. İçme suları

Antibiyotiğe dirençli bakteri 1980'lerin başları 1990'ların sonunda içme sularında belirlemiştir. Araştırmacılar, bu bakterileri klasik mikrobiyal sayma metodu kullanarak içme suyu sağlayan sistemlerin dağıtım ağında ortaya çıktığını bulmuşlardır. Örnek noktadaki içme sularında artmış fenotipik direnç oranları aynı zamanda belirlenmiştir (Kümmerer, 2004; Scoaris vd., 2007).

1.2.3. Bitkilerde Etkileri

Tedavi edici ajanlar tarıma elverişli alanlardaki bitkiler tarafından alınabilirler. Böyle maruz kalma sonucunda bitkilerin büyüme ve gelişmesini etkileyebilir veya etkilemeyebilir. Başlıca etki toprakta hareketlilik, kinetikler, emilim, dozaj ve ajanların türüne dayanmaktadır. Bitkiler tarafından tedavi edici ajanların biyoakümülyasyonu ispatlanmıştır (Royse vd., 1975; Feinman ve Matheson, 1978; Migliore vd., 1995,1997, 1998).

Toprakta bitkilerde tedavi edici ajanların etkileri bitki türleri ve bileşenler arasında farklı görülmüştür. *Pinto beans* nodülyasyon, taze ağırlığında azalmaya yol açan oksitetrasiklin ve klorotetrasiklin tarafından negatif olarak etkilenmiştir ve Ca, K ve Mg alımında azalış olmuştur. Diğer yandan, aynı çalışmada, buğday ve turpun büyümesi oksitetrasiklin ve klorotetrasiklinin varlığında artırılmış ancak mısırın

büyümesi bu antibiyotikler tarafından etkilenmemiştir. Ca, K, Mg ve N'nin alımı bu antibiyotikler tarafından önemli derecede artırılmıştır (Batchelder, 1982).

1.3. Çalışmanın Amacı

Krom ve krom içeren bileşikleri çeşitli endüstriyel kullanımlara sahiptir. Deri sektöründe derinin hazırlık süreçlerinin başlaması ve sonlanmasında, buzdolabı çeliklerinin üretiminde, sondaj çamuru, elektrokaplama sanayisinde, katalitik üretimde ve kromik asidin üretiminde yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu antropojenik aktiviteler Cr'un geniş şekilde yayılmasına yol açmaktadır. Deri endüstrisinde kullanılan krom miktarı göz önünde bulundurulduğunda Cr'un toplam endüstrilerde kullanılan miktarının % 40'nı biyosfere bu sektör vermektedir.

Antibiyotikler günümüz ilaç sektöründe önemli bir grup olarak yer almaktadırlar. İnsanların tedavi edilmesinin yanı sıra hayvan sağlığının korunması ve üretim veriminin artırılması amacıyla da yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Organizmaya uygulanan antibiyotikler yüksek oranlarda metabolize edilmeden vücuttan atılırlar. Bu nedenle insan ve hayvan dışkı yüksek miktarda antibiyotik içerebilir. Yapılan çalışmalarla, antibiyotiklerin çevrenin çeşitli birimlerinin yanı sıra hayvan dışkısı ve evsel atık su arıtma çamurunda bulunduğu tespit edilmiştir. Antibiyotik üretim proseslerinden kaynaklanan atıkların, evsel atık suyun ve hayvan yetiştiriciliğinden kaynaklanan atıkların arıtımında uygulanan konvansiyonel yöntemlerinin antibiyotik gideriminde yetersiz olması çevrede antibiyotik kirliliğine neden olmaktadır. Bu maddeler fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak su kaynaklarına ve sedimentlere ulaşabilmektedirler. Literatürde yer alan bazı araştırmalarda antibiyotiklerin atık su arıtma sistemlerinde ve çevrede biyolojik olarak giderilemediği saptanmıştır. Antibakteriyel maddelerin yüksek derişimlerinin çevrede bulunması, canlılar üzerinde toksik etkiye neden olarak ekolojik dengenin bozulmasına, düşük derişimlerinin çevrede bulunması ise patojen ve patojen olmayan bakterilerin antibiyotik direnci kazanmasına neden olabilmektedir. Bu çalışma, buğday bitkisinde ağır metallere krom ve makrolid grubu antibiyotiklerinden olan klaritromisin ayrı ayrı ve kombine uygulamalarının bazı fizyolojik etkileri belirlenmek amacıyla yapılmıştır.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR ÖZETLERİ

2.1. Krom Uygulamasının Bitkilere Etkileri İle İlgili Çalışmalar

Son yıllarda ağır metaller üzerine yapılan çalışmalar özellikle bitkilerle olan etkileşimleriyle ilgili olan çalışmalarda yoğun bir artış gözlenmektedir. Bitki ve ağır metaller üzerine yapılan çalışmalarda;

Doğan vd. (2012), krom, kurşun ve krom-kurşun etkileşimlerinin nohut fideleri üzerindeki fizyolojik etkilerini çalışmışlardır. Nohut fideleri perlitli ortama ekilmiş ve 9 gün boyunca kontrollü şartlarda bekletildikten sonra su kültürü ortamına taşınıp 5 gün boyunca ortama adapte edilmişlerdir. Adaptasyondan sonra krom ve kurşun 10 ve 100 mg/L'lik derişimleri ile krom ve kurşunun 10+10 ve 100+100 etkileşimlerinin fidelerdeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Kök ve gövde gelişimi üzerine metaller ve bunların etkileşimlerinin olumsuz etkilerinin olduğunu gözlemişlerdir. Kontrole göre kök ve gövde gelişimlerinin azalmış olduğunu bulmuşlardır. Klorofil-a, klorofil-b ve toplam karotenoid miktarlarında değişimler meydana geldiğini gözlemişlerdir. Köklerde 10 mg/L Pb ve Cr ile 10+10 mg/L etkileşimlerinin prolin miktarları 100mg/L Pb ve Cr ile 100+100 mg/L etkileşimlerinden daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Genel olarak gövdelerin prolin miktarlarının köklerin prolin miktarından daha yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Doğan ve Sönmez (2012), *Triticum aestivum* L. cv. Basribey-95 ve Guadalupe'nin erken fide gelişimi üzerinde krom, nikel ve krom- nikel etkileşimlerin etkisini çalışmışlardır. Krom, nikel ve krom-nikel uygulamalarının 25 ve 50 µM derişimlerinin tohum çimlenmesi üzerine önemli bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Tohum çimlenmesi, Guadalupe'nin 100 µM 'lik Ni derişimleri hariç, krom, nikel ve krom-nikel uygulamalarının 100 µM 'lik derişimlerinde önemli düzeyde azalmış olduğunu belirlemişlerdir. Her iki derişiminde kök ve gövdede olumsuz etkilerinin olduğunu gözlemişlerdir. Kök ve otsu gövdelerin protein miktarlarının ise derişimlerin artışına bağlı olarak azalış gösterdiğini belirlemişlerdir. Konsantrasyona bağlı olarak prolin miktarında artışlar olduğunu bulmuşlardır.

Yıldız vd. (2010), hidroponik kültür ortamında sekiz arpa çeşidinin hegzavalent kroma karşı toleransını erken fide evresinde incelemişlerdir. Bu sekiz arpa çeşidinin kök ve gövde büyümesi üzerinde farklı konsantrasyonlarda (0, 75, 150 ve 225 μM) hegzavalent krom uygulanmıştır ve etkileri belirlenmiştir. Hegzavalant krom konsantrasyonlarının artışına bağlı olarak arpa çeşitlerinin kök, gövde uzunlukları ve taze ve kuru ağırlık oranlarının genel olarak azaldığını belirlemişleridir.

Zengin ve Munzuroğlu (2005), bazı ağır metallerin (Ni^{+2} , Cr^{+3} , Co^{+2} , Zn^{+2}) fasulye fidelerinin klorofil ve karotenoid pigmentleri üzerindeki etkilerini çalışmışlardır. Ağır metalleri klor tuzu halinde 7 günlük fasulye fidelerine uygulamışlardır. Fideleri her bir ağır metalin farklı konsantrasyonlarındaki ortamlara on gün süreyle gelişmeye bırakmışlardır. Krom uygulamasının fasulye yapraklarında önemli etkilerde bulunduğunu belirlemişlerdir. Karotenoidler dışındaki pigmentlerin miktarını azalttığını belirlemişlerdir. Uygulanan kromun derişimi arttıkça karotenoid dışındaki pigmentlerin kromdan etkilenme düzeyi artmıştır

Zengin (2006), *Phaseolus vulgaris* L. cv. Strike bitkisi kroma maruz bırakılmış ve artan krom konsantrasyonuyla kök, gövde ve yaprak büyümesinin inhibisyonu arasında pozitif yönde bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Uygulama sonuna doğru bitkilerin kök, gövde ve yapraklarında inhibitif etki açıkça gözlenmiştir.

Shanker vd. (2004), *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek. CO^4 bitkini kroma maruz bırakmışlar ve kontrole kıyasla kök ve gövde uzunluklarının azaldığını tespit etmişlerdir. Bu da bitkilerin kök, gövde ve yaprakları üzerinde metallerin önemli etkilerinin olduğunu göstermektedir.

Pandey ve Sharma (2003), lahana bitkisinin olası toksik elementlere karşı duyarlı olduğu bilinmektedir, bu çalışmada kromun su ilişkilerini ve demir metabolizmasındaki etkilerini araştırmışlardır. Lahana bitkisi aşırı kroma maruz kaldığı zaman köklerde yapraklardan daha fazla krom birikiminde artışa ve toksisite semptomlarının gelişmesine yol açmıştır. Azalan klorofil konsantrasyonunda ve katalaz, peroksidaz ve hem enzimlerinin aktiviteleri, aşırı krom etkisinin Fe eksiliğine benzer olduğunu bulmuşlardır. Bu değişiklikler trivalent kromla muamele edilen bitkilerdeki Fe birikimindeki azalmayla ilişkilidir.

Wang vd. (2003), çalışmalarında farklı seviyelerde ağır metal içeren toprakların bulunduğu saksılarda ürün yetiştirmişlerdir. Ürün ve topraklarda bulunan ağır metalleri belirli aralıklarla ölçmüşlerdir. Sonuç olarak, ürünün farklı bölgelerinde farklı ağır metal konsantrasyonları ve de kök> gövde> tohum, yaprak şeklinde sıralamanın olduğunu bulmuşlardır. Ağır metal alım sırasının da Zn, Cr >Cd, Cu> Pb şeklinde olduğunu belirlemişlerdir.

Vajpayee vd. (2001), tabakhane atıklarının bitki ıslahındaki rollerini ve *Vallisneria spiralis* bitkisinde kroma bağlı fizyolojik değişiklikleri çalışmışlardır. Kromla zenginleştirilmiş besin ortamında *Vallisneria spiralis* bitkisini büyütmüşlerdir ve bitkinin farklı kısımların önemli miktarda krom toplandığını belirlemişlerdir. Kromun en fazla miktarda *Vallisneria spiralis* bitkisinin köklerinde biriktirdiğini belirlemişlerdir (1050 µg/g kuru ağırlık) bunu takiben yapraklarda biriktiğini (697 µg/g kuru ağırlık) ve en az rizomlarda biriktiğini bulmuşlardır (437 µg/g kuru ağırlık). Kromun toplam klorofil miktarını azalttığını belirlemişlerdir. Krom aynı zamanda *Vallisneria spiralis* bitkisinin kök ve yapraklarının protein toksisitesine sebep olduğunu bulmuşlardır.

Jain vd. (2000),toprakta bulunan 500 ppm Cr(VI) fasulye tohumlarının çimlenmesini %48 oranında, 20 ve 80 ppm Cr(VI) bulunması ise şeker kamışı bitkisinde ise tomurcuk çimlenmesini %32-57 oranında azalttığını belirlemişlerdir.

Turner ve Rust (1971), soya fasulyesinde mineral beslenme ve büyüme üzerinde kromun etkilerini çalışmışlardır. Besin kültüründe büyütülen soya fasulyesine krom eklenmesi (0-5 ppm Cr(VI)), toplam Ca, K, P, Fe, ve Mn elementlerinin tepe noktasına kadar alınımını ve köklerde Mn, Fe, P, Mg, K elementlerinin alınımının azalmasıyla sonuçlandığını rapor etmişlerdir. Bu etkilerin genellikle 0.5 ppm kadar düşük krom uygulamalarında ortaya çıktığını belirlemişlerdir. Toprak kültüründe krom eklenmesi (0-60 ppm (VI)), soya fasulyesinin tepe noktalarına kadar Ca, K, P, B, Cu, Mg elementlerinin birikimini bozmuştur ancak Fe, Mn, Zn alınımını etkilememiş ya da çok az etkilemiş olduğunu bulmuşlardır. Bu etkileri ise genel olarak ilk 5 ppm krom uygulamasında görmüşlerdir

2.2. Antibiyotik Uygulamalarının Bitkilere Etkileri İle Çalışmalar

Doğan ve Gültekin (2012), sucul makrofitlerden olan su mercimeğinin antibiyotik uygulamalarına karşı göstermiş olduğu fizyolojik yanıtları çalışmışlardır. Çalışmada, sefalosporin ve klaritromisin antibiyotiklerinin farklı derişimleri (0, 10, 100, 1000 mg/L) kullanılmıştır. 10, 100 1000 mg/L'lik sefalosporin derişimlerin etkisinde prolin düzeylerinin kontrole kıyasla arttığını belirlemişlerdir. Klaritromisinin 10 ve 100 mg/L'lik derişimlerinde prolin miktarının arttığı ancak 1000 mg/L derişiminde ise azaldığını bulmuşlardır. Her iki antibiyotiğinde, 10 mg/L derişimlerinde toplam karbohidrat miktarında artışa, 100 ve 1000 mg/L derişimlerde ise toplam karbohidrat miktarında azalmaya neden olduğunu bulmuşlardır. Sefalosporin antibiyotiğinin tüm derişimlerinde çözülebilir protein miktarında azalmaya neden olduğunu, klaritromisin antibiyotiğinin ise 10 ve 100 mg/L derişimlerde çözülebilir protein miktarında artışa, 1000 mg/L derişimde ise azalışa neden olduğunu bulmuşlardır. Uygulanan antibiyotiklerin türüne ve derişimlerine bağlı olarak *Lemna minor*'ün farklı fizyolojik yanıtlar verebileceği sonucuna varmışlardır.

Doğan vd. (2012), farklı mercimek türlerinin büyüme ve gelişimi üzerine kloromfenikol, krom ve bunlarının etkileşimlerinin fizyolojik etkilerini çalışmışlardır. Çalışmada Seyran- 96, Yerli kırmızı ve Fırat- 87 mercimek çeşitleri kullanmışlardır. Perlitli ortama ekilen ve kontrollü şartlar altında 12 gün boyunca yetiştirilen mercimek fideleri su kültürü ortamına transfer edilmiş ve 8 gün boyunca bu ortama adapte edilmiştir. Daha sonra 9 gün boyunca 10 mg/L kloromfenikol ve 25 mg/L Cr ve bunların etkileşimleri altında yetiştirilmiştir. Uygulama dönemi boyunca yapılan morfolojik gözlemlerde özellikle Cr ve Cr +kloromfenikol etkileşimlerinin bitkilerde toksisite semptomları meydana getirdiğini belirlemişleridir. Her üç çeşidinde kontroldeki fidelerin kök uzunlukları Seyran- 96 > Yerli kırmızı > Fırat- 87 şeklinde olduğunu gözlemişlerdir. En düşük kök gelişiminin Yerli kırmızı ve Fırat- 87'nin 25 mg/L'lik derişiminde, Seyran-96'nın ise kloromfenikol-krom uygulamasında meydana geldiğini belirlemişlerdir. Üç mercimek çeşidinde prolin miktarları arasında ciddi farklılıklar belirlemişlerdir. Yerli kırmızı ve Seyran-96 çeşitlerinde prolin miktarlarının uygulamalar tarafından azaltıldığını bulmuşlardır. Fırat-87'de ise krom ve kloromfenikol-krom uygulamalarında prolin miktarının

artmış olduğunu fakat 10 mg/L'lik kloromfenikol uygulamalarında azalmış olduğunu bulmuşlardır.

Liu vd. (2008), üç farklı bitki (yulaf, pirinç, hıyar) büyümesi üzerinde seçilmiş altı antibiyotiğin (klortetrasiklin, tetrasiklin, tilosin, sülfametazol, sülfametazin, trimetoprim) etkisini çalışmışlardır. Antibiyotiklerin bitkinin tohum çimlenmesini olumsuz şekilde etkilediğini belirlemişlerdir, ancak kullanılan antibiyotikler arasında ve bitki türleri arasında etkilerin çeşitli olduğunu bildirmişlerdir. Bu bitkiler arasında yulaf çeşitli toksisite değerlerine rağmen altı antibiyotiğe karşı en hassas olan bitki olduğunu bulmuşlardır. Tetrasiklin ve sülfonamidlerin bitki tohum çimlenmesinde en fazla toksik olduğunu oysa tilosin ve trimetoprimin tohum çimlenmesinde en düşük toksisiteyi gösterdiğini belirlemişlerdir. Topraktaki pirinç büyümesini sadece sülfonamidler (sülfametazol ve sülfametazin) çok güçlü bir şekilde etkilemiştir. Diğer antibiyotiklerle muamele edildiği zaman pirinç büyümesinde kesin olmayan bir inhibisyon gözlemlenmiştir. Toprakta büyütülen hıyar bitkisinin antibiyotiklere pirinçten daha az hassas olduğunu bulmuşlardır.

Migliore vd. (2003), *Cucumis sativus*, *Lactuca sativa*, *Phaseolus vulgaris* ve *Raphanus sativus* gibi kültür bitkilerinde enroflaksin antibiyotiğinin alınımı ve fitotoksitesini çalışmışlardır. 50, 100 ve 5000 µg/L konsantrasyonlarda 30 gün maruz bırakıldıktan sonra primer kök, hipokotil, kotiledon ve yapraklarda etkilerini ölçmüşlerdir. 50 ve 5000 µg/L konsantrasyonlar, hem primer kök, hipokotil, kotiledon uzunluğunu hem de yaprakların sayısı ve uzunluğunu önemli şekilde değiştirerek bitkilerde hormesis ve toksisiteye neden olmuştur. Toksisite yüksek konsantrasyon (5000 µg/L) tarafından başlatılmış oysa hormesis düşük konsantrasyonlarda (50 ve 100 µg/L) ortaya çıkmıştır. Sürekli olarak hem toksisite hem de hormesis dört bitki türünde de bulunmuştur. Hem toksisite hem de hormesis bitkinin ilaç alınımından etkilenmesiyle ilgili olabilir. Bitkiler ciproflaksin içine doğru enroflaksin metabolize edebilir, ayrıca hayvanlarda olduğu gibi; *Cucumis*, *Lactuca* and *Phaseolus* biyolojik olarak depolanan enroflaksin antibiyotiğinin dörtte birini dönüştürebilir.

Mulo vd. (2003), yaptıkları çalışmada bezelye (*Pisum sativum* L.) bitkisi üzerinde çeşitli antibiyotikleri test etmişlerdir ve bezelye bitkisinin metabolik süreçlerinde antibiyotiklerin olası yan etkilerini çalışmışlardır. Prokaryotik doğasına rağmen

streptomisin antibiyotiğinin hem kloroplastta hem de sitozolde translasyonu engellediğini belirlemişlerdir. Hem prokaryot *hem de ökaryot hücrede protein sentezinin bir inhibitörü olan puromisin uygulanması* aydınlık evre üzerinde fotosistemII'nin bazı birkaçı fotoinhibisyonu ile sonuçlanmış olduğunu bulmuşlardır.

Humara vd. (1999), transformasyon süresinde bitki dokusundan *Agrobacterium tumefaciens* ortadan kaldırmak için toksik olan üç antibiyotik kullanılmışlardır, *Pinus pinea* L. morfogenezinde etkilerini belirlemek için test etmişlerdir. Bitki transformasyonu için genellikle kanamisin antibiyotiği tercih etmişlerdir ve de çok düşük dozajlarda bile çok güçlü şekilde rejenerasyonu inhibe ettiğini belirlemişlerdir.

Migliore vd. (1997), makrolid grubu linkomisin antibiyotiğinin *Artemia salina* üzerinde 3 saat maruz bırakıldıktan sonra toksik etkiler gösterdiğini bulmuşlardır.

Pollock vd. (1983), *Nicotiana plumbaginifolia* protoplast kökenli hücrelere 20 farklı antibiyotik uygulayarak toksik etkilerini incelemişlerdir. En az toksik etkinin beta-laktam grubuna ait antibiyotiklerde olduğu gözlemişlerdir. Bitkiler için toksik etkisi gözlenmeyen geniş spektrumlu sefalosprinler, karbenisisilin ve ampisilin antibiyotiklerinin antimikrobiyal aktivitede kullanılabileceğini belirlemişlerdir.

Batchelder (1981), havalandırılmış besin çözeltilisinde barbunya bitkisinin büyüme ve gelişmesi üzerinde oksitetrasiklin ve klorotetrasiklin antibiyotiklerinin etkisini etmiştir ve nispeten düşük antibiyotik konsantrasyonlarının besin çözeltilisinde bitki büyüme ve gelişmesini önemli derecede etkileyebildiğini göstermiştir.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Bitki Materyali

Araştırmada kullanılan ekmeclik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinden Golia'nın tohumları Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Gaziantep İl Müdürlüğünden temin edilmiştir. Çalışmalar başlayana kadar tohumlar +4 °C'de muhafaza edilmişlerdir.

3.1.2. Besin Çözeltisi

Buğday çeşitlerinin yetiştirilmesi için kullanılan besin çözeltisinin içeriği Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Buğdayların su kültürü ortamında yetiştirmek için kullanılan besin çözeltisinin içeriği (Öztürk vd., 2003).

Besin Tuzları		
1	K ₂ SO ₄	0,88 mM
2	KH ₂ PO ₄	0,25 mM
3	MgSO ₄	1,0 mM
4	Ca(NO ₃) ₂	2,0 mM
5	KCl.....	0,1 mM
6	H ₃ BO ₃	1,0 µM
7	MnSO ₄	0,5 µM
8	CuSO ₄	0,2 µM
9	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	0,02 µM
10	Fe-EDTA.....	100 µM
11	ZnSO ₄ .7H ₂ O.....	1,0 µM

3.1.3. Uygulanan Derişimler

Çalışmada kromun ($K_2Cr_2O_7$) ve Klaritromisinin 100 mg/L'lik derişimleri ile bunların 100 mg/L'lik kombinasyonları uygulanmıştır.

3.2. Metod

3.2.1. Buğdayların Çimlendirilmesi

Ekmeklik buğday çeşitlerinden Golia tohumlarının sağlam olanları dikkatli bir biçimde seçildi. Bu tohumlar daha sonra % 5'lik Sodyum hipoklorit ile sterilize edildi. Bu tohumlar daha sonra üçer defa distile sudan geçirilerek yüzeylerindeki hipoklorittten arındırıldı. Distile sudan geçirilen buğday tohumları kalsiyum nitrat ile ıslatılmış perlit ortamına ekildi. Buğdaylar çimlenene kadar daimi karanlık uygulandı. Günlük olarak çimlenme ortamları kontrol edildi ve ihtiyaç halinde distile su ile sulandı. Bu aşama 24 ± 1 °C'de yürütüldü.

3.2.2. Buğdayların Deney Ortamına Alınması ve Uygulamanın Yapılması

Çimlenme deneyinin 7. gününün sonunda, Golia fideleri besin çözeltisi içeren (Tablo3.1) havalandırılmış 2 litrelik kaplara (her kapta 24 fide) alındı. Besin çözeltisi hazırlamak için distile su kullanıldı. Su kültürü ortamları iki günde bir değiştirildi. Araştırma iklim dolabında (Snijders Scientific) (aydınlık/karanlık durumu 16/8 h, ışık seviyesi $\sim 120 \mu E.m^{-2}.s^{-2}$, sıcaklık 24 ± 1 °C). Fideler besin çözeltisinde 4 gün boyunca uyum sağladıktan sonra, 100 mg/L Cr ($K_2Cr_2O_7$), 100 mg/L klaritromisin ve 100 mg/L Cr + 100 mg/L klaritromisin uygulaması yapıldı. Çözelti uygulaması her iki günde değiştirildi. Fideler 6 günden sonra hasat edildi ve köklerin yüzeyine bağlanmış klaritromisin ve her hangi bir elementi kaldırmak için fidelerin kökleri üç kez distile su ile yıkandı. Fizyolojik analizlerde kullanılacak kök ve otsu gövdelerin taze örnekleri -80 °C'de derin dondurucuya yerleştirildi

3.2.3. Ölçümler ve tartımlar

Fide kökleri hasat işlemini takiben dikkatli bir biçimde bol distile su ile yıkandı ve filtre kağıdıyla kurularak hemen tartıldı. Böylece köklerin taze ağırlıkları belirlendi. Otsu gövdeler ise hasattan sonra tartılarak taze ağırlıkları belirlendi. Kök ve yeşil aksamaların kuru ağırlıklarını belirlemek için ise örnekler 80 °C’de sabit tartıma kadar kurutulmuş ve kuru ağırlıkları hassas terazi kullanılarak belirlenmiştir.

3.2.4. Buğdayların Kök ve Otsu Gövdelerinin Element Miktarının Belirlenmesi

Buğday çeşitlerinin kök ve otsu gövdelerinin element miktarını belirlemek için yaş yakma metodu kullanıldı. Kurularak öğütülmüş örnekler tartılıp 50 ml’lik erlene konuldu. Üzerine 10 ml konsantre nitrik asit ilave edildi. Erlenlerin ağzı balonla kapatılıp oda sıcaklığında birkaç gün bekletildi. Erlenler daha sonra ısı ayarlanabilen ısıtıcı tabla üzerinde düşük ısıda renkli buharlar kayboluncaya kadar yavaş yavaş ısıtıldı. Daha sonra ısı biraz yükseltildi. Erlenlerin üzerindeki balonlar alındı. Tortu kalıncaya kadar yavaş yavaş buharlaştırıldı. Erlenlere 10 ml HCl ilave edilerek aynı işlem yenilendi. Örneklerin tümü buharlaştıktan ve dipteki tortu kuruduktan sonra erlene konan örnek için 1 M’lik HCl ile sulandırıldı. Sulandırılan örneklerdeki element derişimleri atomik absorpsiyon spektrometresi (Perkin Elmer AA400) kullanılarak belirlendi.

3.2.5. Fotosentetik Pigment Analizi

Taze buğday yapraklarından 100 mg tartıldı. Örnekler porselen havanda 1-2 ml % 80’lik aseton ile yapraktan tüm klorofil alınıncaya kadar homojenize edildi. Daha sonra ekstraktın son hacmi 10 ml olacak şekilde % 80’lik asetonla tamamlandı ve 10000 rpm’de 10 dakika santrifüj edildi. Klorofil-a için 662 nm ve klorofil-b için 645 nm’de spektrofotometrede (Cintra 202) asetona karşı okundu. Klorofil-a ve klorofil-b hesaplamaları Lichtenthaler ve Wellburn (1983)’e göre yapıldı.

3.2.6. Hidrojen Peroksit Miktarının Belirlenmesi

H₂O₂ miktarı Sagisaka (1976) metoduna göre ölçüldü aşağıdaki modifikasyonla: 0,5 g taze dokular 50 mM K-fosfat buffer (pH 7.8)'de öğütüldü. Karışım 10 dakika 10000 rpm'de santrifüj edildi. Süpernatant toplandı. Oluşan süpernatantın 1.6 ml'si 0.4 ml 50% trikloroasetik asit (TCA), 0.4 ml 10 mM ferrous ammonium sulfate ve 0.2 ml 125 mM potasyum tiyosiyanat ile karıştırıldı. Karışım reaksiyonunun absorbanansı 480 nm'de okundu.

3.2.7. Toplam Karbohidrat Miktarının Belirlenmesi

Toplam karbohidratı belirlemek için, yukarıda elde edilen süpernatant kullanıldı. Süpernatantın 200µl'si test tüplerinde 5 mL Anthrone ayıracıyla karıştırıldı. Tüpler 5 dakika kaynayan sıcak su banyosuna yerleştirildi, ondan sonra hızlıca soğutuldu ve 620 nm'de koyu yeşil renkten yeşil renk okundu. Toplam çözünür karbohidrat daha sonra glikozun standart eğrisi kullanılarak değerlendirildi.

3.2.8. Toplam Protein Miktarının Belirlenmesi

Protein miktarı standart olarak ağır serum albümin kullanan Lowry vd., (1951) yöntemine göre belirlendi. 0,5 gram taze materyal 5 ml 0.1 M fosfor tamponunda (pH 7,4) homojenize edildikten sonra 12000 rpm'de 10 dakika santrifüj edildi. Süpernatanttan 0,3 ml alınıp, üzerine 3 ml alkali çözelti ilave edilip 15 dakika oda sıcaklığında bekletildi. Sonra 0,3 ml Folin-Ciocalteu ayıracı eklenerek 30 dakika oda sıcaklığında bekletilmiş ve 750 nm'de okundu. Standart olarak bovin serum albumin kullanıldı.

3.2.9. MDA Miktarının Belirlenmesi

Lipid peroksidasyonu Zhou (2001) metodu tarafından malondialdehide (MDA)'nın seviyesi ölçülerek belirlendi. Taze bitki dokuları %10'luk trikloroasetik asitte havan kullanılarak homojenize edildi. Homojenizat 10000 rpm'de 10 dakika santrifüj edildi. Sonra 2 ml homojenizattan alındı, 2 ml tiyobarbutirik asit eklenerek 95°C'de 30 dakika bekletildi. Bu bekleme süresi sonunda örnekler şok soğutma uygulamasına tabi tutuldu ve sonra 532, 600 ve 450 nm'de spektrofotometrede okundu.

3.2.10. Prolin Miktarının Belirlenmesi

Serbest prolin miktarının belirlenmesi Bates vd. (1973)'nin yöntemine göre yapıldı. Taze bitki materyali tartılmış ve % 3'lük 5 ml sülfosalisilik asit kullanılarak havanda homojenize edildi. Homojenizat 5000 rpm'de 10 dakika santrifüj edildi. Süpernatantın 2 ml'si 2 ml asit-ninhidrin ve 2 ml glasiyel asetik asitle test tüpünde karıştırıldı. Bu karışım 100 °C'de 1 saat su banyosunda bekletildi. Bu süre sonunda tüpler alınarak buz içerisine sokuldu ve reaksiyon sonlandırıldı. Reaksiyon karışımı 4 ml toluen ile ekstrakte edildi ve 15-20 saniye tüp karıştırıcıda çalkalandı. Toluene içeren renkli sıvı oda sıcaklığında bekletilmiş ve 520 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Cintra 202) okundu. Standart olarak *L*-Prolin kullanıldı.

3.2.11. İstatistiksel Analiz

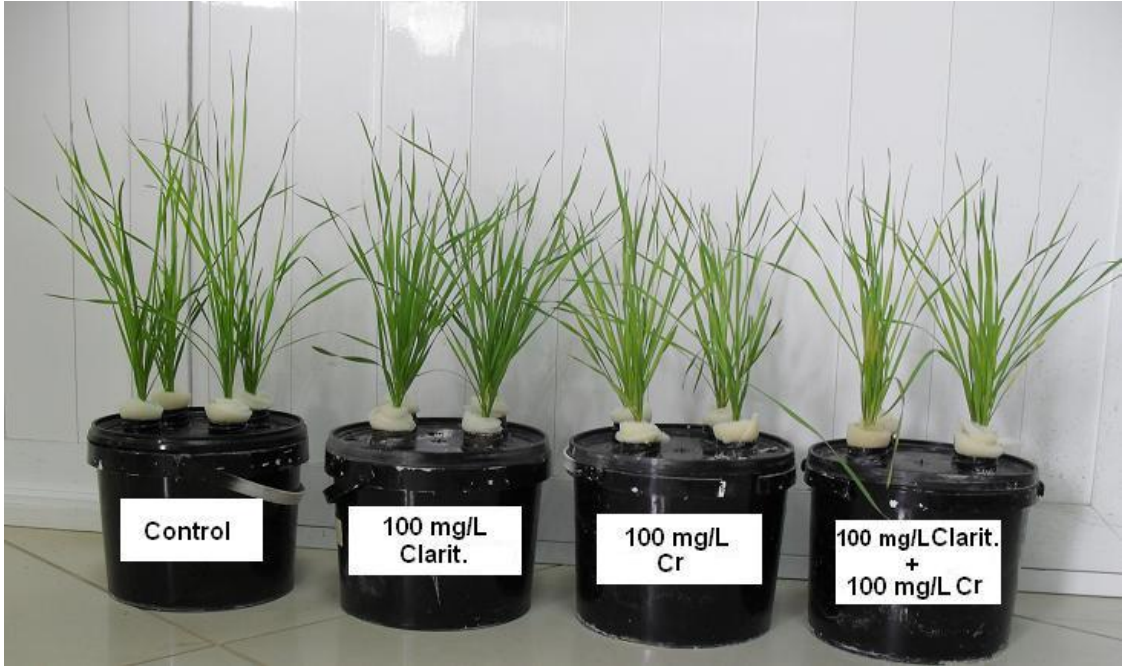
Elde edilen verilerin istatistiksel analizi SPSS paket programı kullanılarak yapılmıştır.

BÖLÜM 4

BULGULAR

4.1. Morfolojik Gözlemler

Su kültürü ortamında, kontrollü şartlarda yetiştirilen buğday fidelerinin kontrolü (muamelesiz) ile kıyaslandığında, Cr ve Klaritromisin + Cr uygulamalarının yapraklarında şiddetli toksisite semptomları görülmüştür (Şekil 4.1 ve 4.2). 100 mg/L Cr ve 100 mg/L Klaritromisin + 100 mg/L Cr uygulamalarının tipik toksisite semptomları yapraklarda kloroz ve nekrotik yaralanmalardır. Yaşlı yapraklarda ise kısmen sararma meydana geldiği görülmüştür. Yine kontrolle kıyaslandığında, nekroz, kloroz, yaprak bozulması gibi toksisite semptomlarının hiçbiri 100 mg/L Klaritromisin'de gözlenmemiştir.



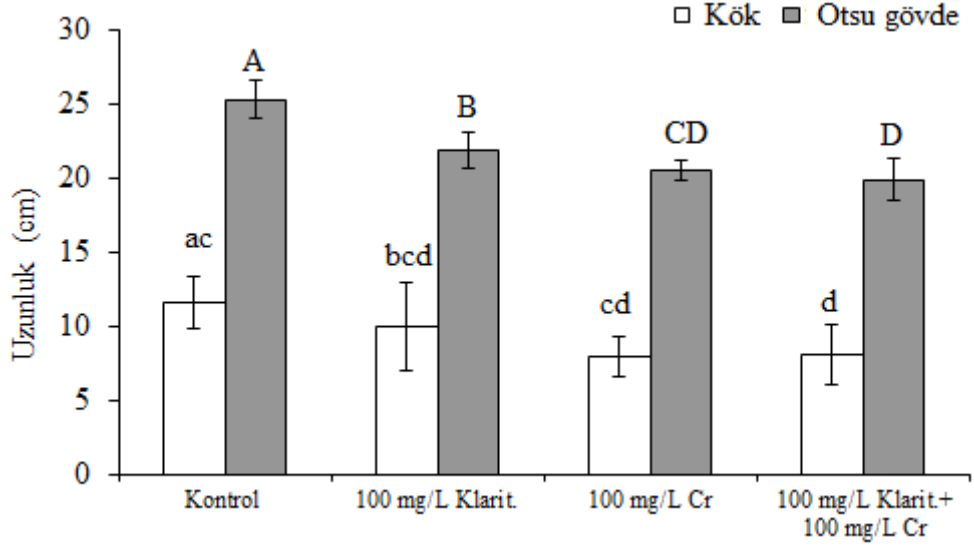
Şekil 4.1. Klaritromisin, Cr ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin genel görünümü.



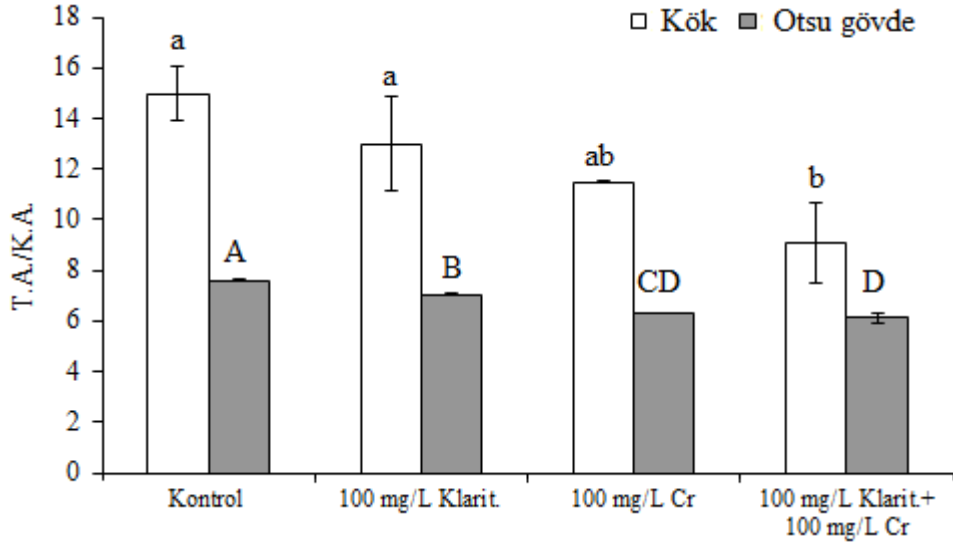
Şekil 4.2. Klaritromisin, Cr ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin hasat anındaki görünümü. Şekilde a; kontrol, b; 100 mg/L Klaritromisin, c; 100 mg/L Cr ve d; 100 mg/L Klaritromisin + 100 mg/L Cr

4.2. Büyüme Oranları

Şekil 4.3’de gösterildiği gibi, bütün uygulamalarda kök ve sürgün uzunluğunda genel bir azalma belirlenmiştir. Azalmalar, kontrol bakımından, 100 mg/L Klaritromisin, 100 mg/L Cr ve 100 mg/L Cr + 100 mg/L Klaritromisin kökler için, sırasıyla, 14.7%, 31.9% ve 31.0% ve sürgünler için 13.5%, 19.1% ve 21.0% olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde, taze ağırlık / kuru ağırlıklar tüm uygulamalar tarafından azaltılmıştır (Şekil 4.4). Kök ve sürgün için en düşük oranlar 100 mg/L Klaritromisin + 100 mg/L Cr uygulamasında sırasıyla, 39.4% ve 19.5% olarak belirlenmiştir.



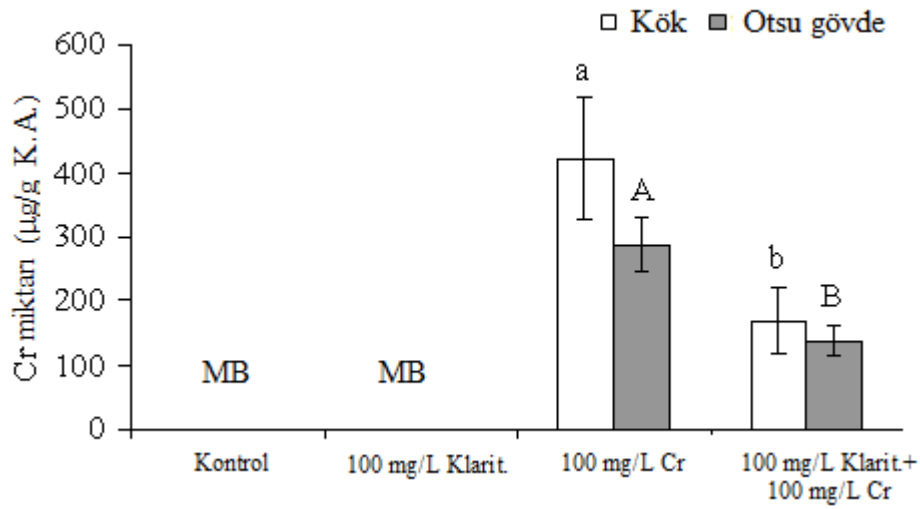
Şekil 4.3. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövde uzunlukları. Hata barları ortalamadan sapmayı gösterir. Barlar üzerindeki farklı harfler LSD testine göre $p < 0,05$ düzeyinde önemi belirtir.



Şekil 4.4. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövde taze ağırlıklarının (T.A) kuru ağırlıklara (K.A.) oranları. Hata barları ortalamadan sapmayı gösterir. Barlar üzerindeki farklı harfler LSD testine göre $p < 0,05$ düzeyinde önemi belirtir.

4.3. Kök ve Otsu Gövdelerin Krom Miktarları

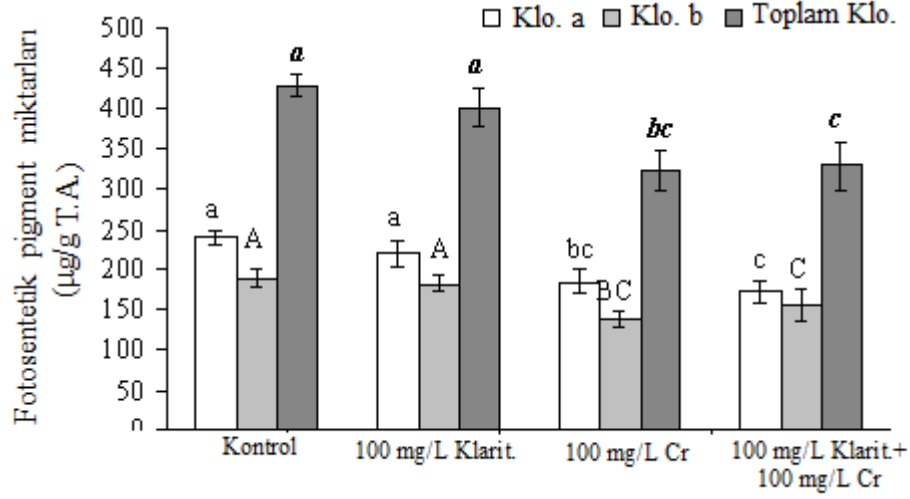
Şekil 4.5'te Klaritromisinsiz ve Klaritromisinli uygulamalardan sonra buğday fidelerinin kök ve sürgün dokularında bulunan Cr konsantrasyonları gösterilmektedir. Kontrol ve yalnız Klaritromisin uygulamalarındaki kök ve otsu gövdelerde Cr belirlenmemiştir. Kromlu uygulamalar kıyaslandığında, en yüksek krom miktarları 100 mg/L Cr uygulamasında belirlenmiştir. Fidelerin kök ve sürgünlerinin 100 mg/L Cr uygulamasındaki metal miktarları, 100 mg/L Klaritromisin + 100 mg/L Cr uygulamasıyla kıyaslandığında sırasıyla yaklaşık 2.5 ve 2.1 kat daha fazla bulunmuştur. ($p < 0.05$).



Şekil 4.5. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin krom derişimleri. Hata barları ortalamadan sapmayı gösterir. Barlar üzerindeki farklı harfler LSD testine göre $p < 0,05$ düzeyinde önemi belirtir. MB; metal bulunamadı.

4.4. Fide Yapraklarının Fotosentetik Pigment Miktarları

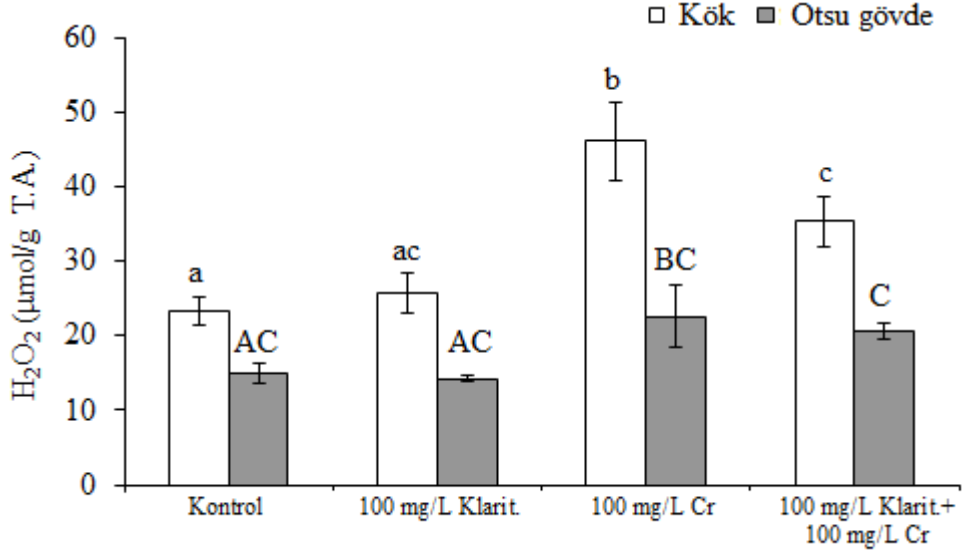
Fide yapraklarının klorofil miktarları Şekil 4.6'te görüldüğü gibi, uygulamalar tarafından azaltılmıştır. Klorofil-a, klorofil-b ve klorofil a+b miktarları kontrol bakımından, 100 mg/L Klaritromisinde önemli derecede değişmemiştir ($p > 0.05$). Ancak 100 mg/L Cr ve 100 mg/L Klaritromisin + 100 mg/L Cr uygulamalarında, klorofil-a, klorofil-b ve klorofil a+b miktarları önemli derecede azalmıştır.



Şekil 4.6. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday yapraklarının fotosentetik pigment miktarları. Hata barları ortalamadan sapmayı gösterir. Barlar üzerindeki farklı harfler LSD testine göre $p < 0,05$ düzeyinde önemi belirtir.

4.5. Kök ve Otsu Gövdelerin Hidrojen Peroksit Miktarları

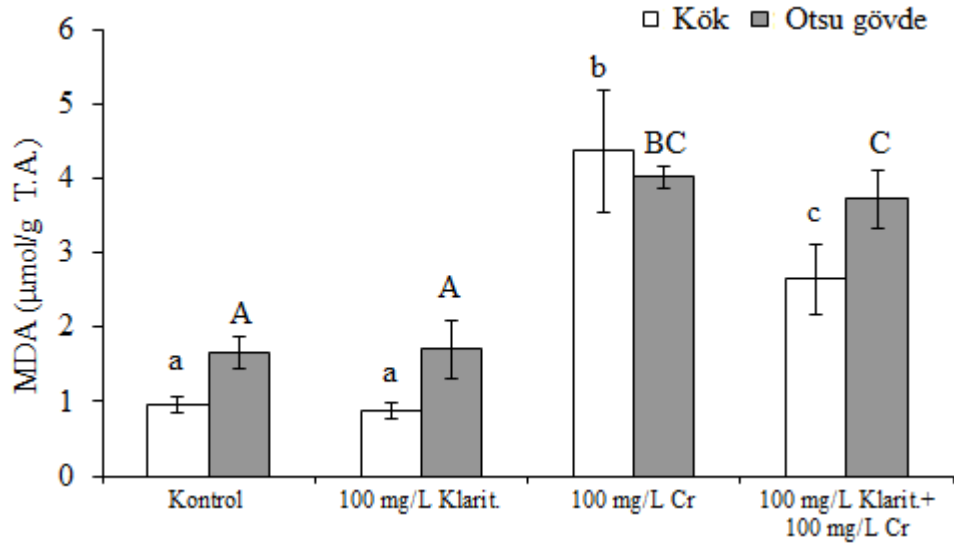
Krom, Klaritromisin ve bunların kombinasyonunun yol açtığı oksidatif stresi belirlemek amacıyla, kök ve sürgünlerin H_2O_2 ve MDA içerikleri belirlenmiştir. 100 mg/L Klaritromisin, 100 mg/L Cr ve 100 mg/L Cr + 100 mg/L Klaritromisin uygulamaları kontrolle kıyaslandığında (Şekil 4.7), sırasıyla 1.10 ($p > 0.05$), 1.97 ($p < 0.05$) ve 1.51 kat ($p < 0.05$) kök dokularında H_2O_2 'nin artmasına sebep olmuştur. Benzer olarak, 100 mg/L Cr ve 100 mg/L Cr + 100 mg/L Klaritromisin uygulamalarında, sürgün dokularının H_2O_2 miktarları kontrolle kıyaslandığı zaman 1.52 ($p < 0.05$) ve 1.37 kat ($p < 0.05$), düzeyinde arttığı belirlenmiştir. Ancak 100 mg/L Klaritromisin'de H_2O_2 miktarı önemsiz derecede azalmıştır ($p > 0.05$).



Şekil 4.7. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin H₂O₂ miktarı. Hata barları ortalamadan sapmayı gösterir. Barlar üzerindeki farklı harfler LSD testine göre p<0,05 düzeyinde önemi belirtir

4.6. Kök ve Otsu Gövdelerin MDA Miktarları

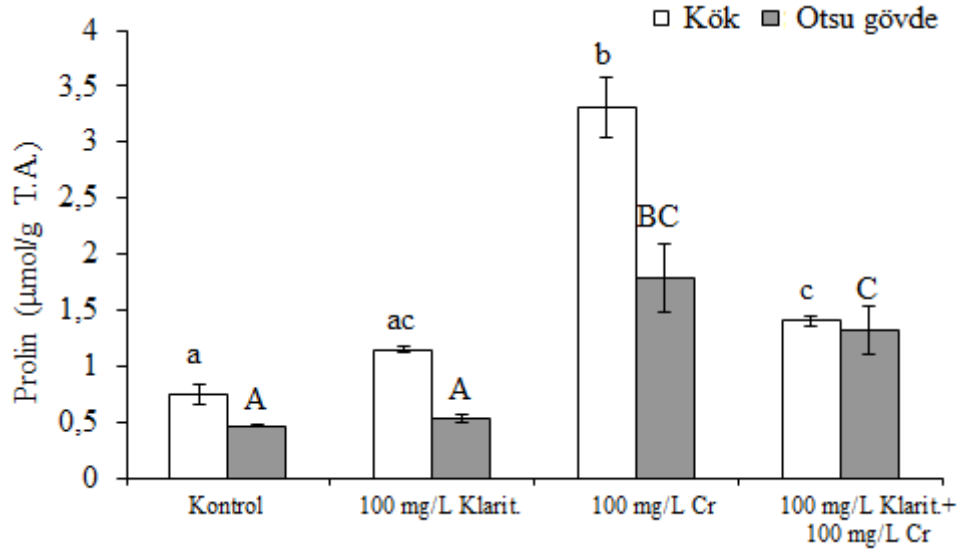
Şekil 4.8'de görüldüğü gibi, 100 mg/L Klaritromisin'de kökler hariç, fidelerin kök ve sürgün tüm uygulamalarında MDA miktarında bir artış gözlenmiştir. MDA miktarının en fazla artışı kontrole kıyasla, 100 mg/L Cr'a maruz kalan kök ve sürgünler için, sırasıyla (p<0.05), 356.2% ve 142.7% düzeylerinde bulunmuştur.



Şekil 4.8. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin MDA miktarları. Hata barları ortalamadan sapmayı gösterir. Barlar üzerindeki farklı harfler LSD testine göre $p < 0,05$ düzeyinde önemi belirtir

4.7. Kök ve Otsu Gövdelerin Prolin Miktarları

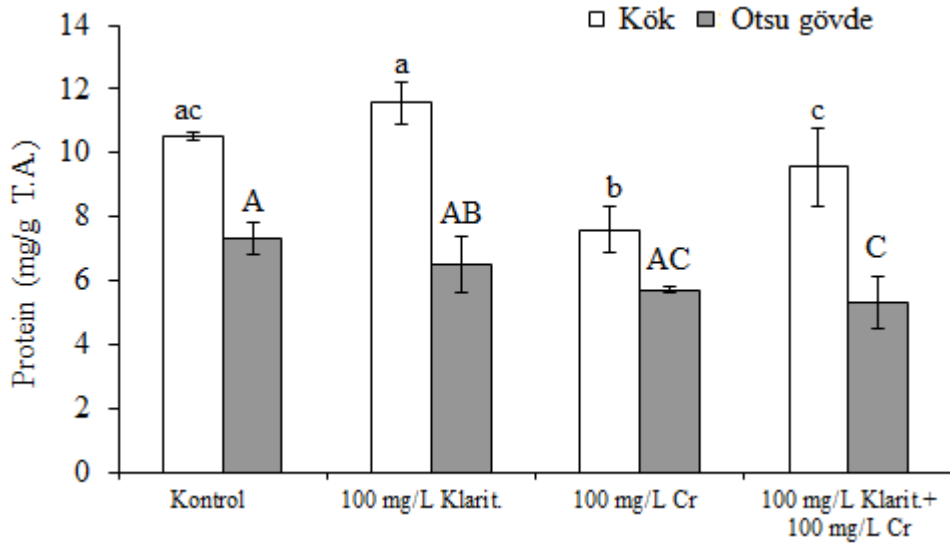
Kök ve sürgünler için serbest prolin, toplam protein ve toplam karbohidrat miktarları Şekil 4.9'da ortaya konmuştur. Prolin birikimi fidenin tüm kısımlarında muameleler tarafından arttırılmıştır. Ancak, 100 mg/L Klaritromisin uygulamasında, prolin miktarları önemsenmeyecek düzeyde artış göstermiştir ($p > 0.05$).



Şekil 4.9. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin prolin miktarları. Hata barları ortalamadan sapmayı gösterir. Barlar üzerindeki farklı harfler LSD testine göre $p < 0,05$ düzeyinde önemi belirtir

4.8. Kök ve Otsu Gövdelerin Protein Miktarları

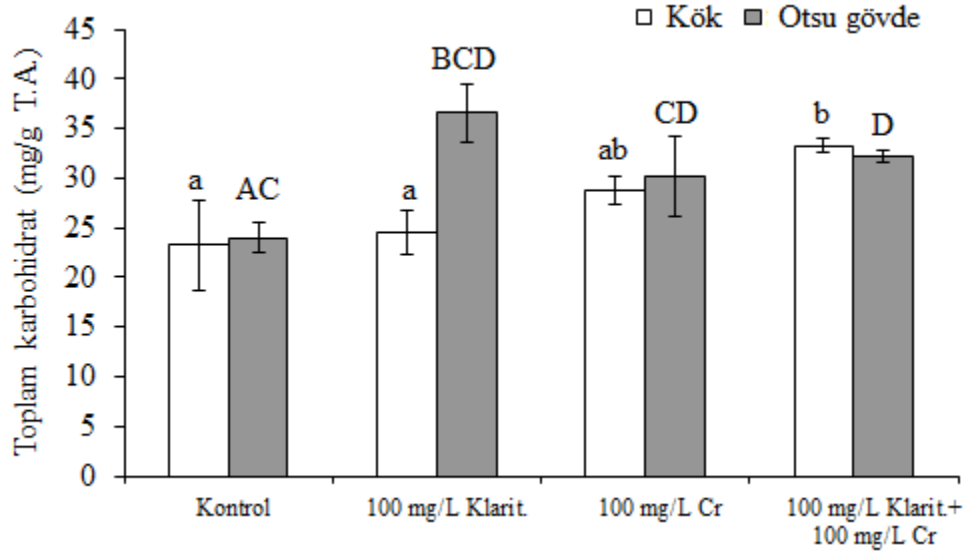
Kök ve gövdelerin protein miktarları, serbest prolin birikiminin aksine, 100 mg/L Klaritromisin hariç, tüm uygulamalar tarafından azaltılmıştır. En düşük protein miktarı, sürgünler için 5.31 mg/g olarak 100 mg/L Cr(VI)+ 100 mg/L Klaritromisin'de ve 7.58 mg/g olarak 100 mg/L Cr'da köklerde bulunmuştur.



Şekil 4.10. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin protein miktarları. Hata barları ortalamadan sapmayı gösterir. Barlar üzerindeki farklı harfler LSD testine göre $p < 0,05$ düzeyinde önemi belirtir

4.9. Kök ve Otsu Gövdelerin Toplam Karbohidrat Miktarları

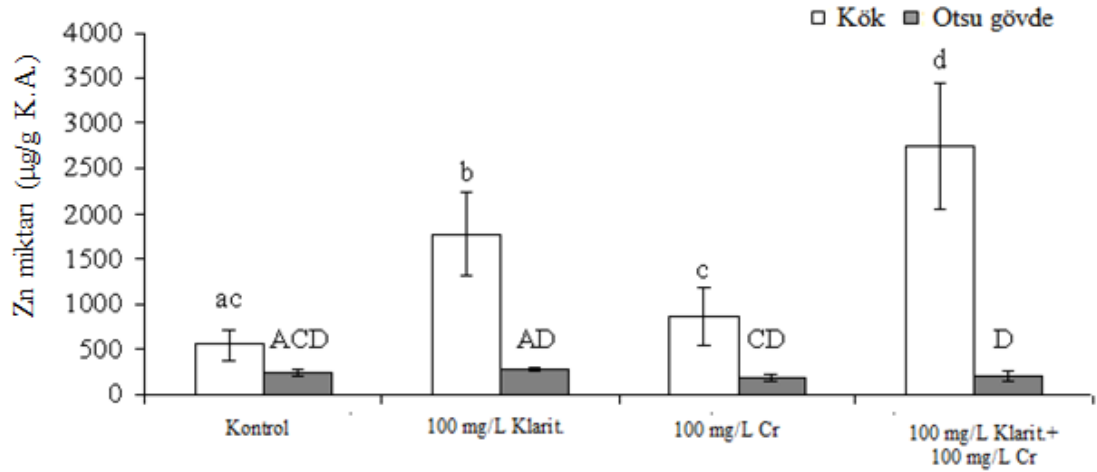
Kök ve gövdelerin toplam karbohidrat miktarının tüm uygulamalar tarafından arttırıldığı belirlenmiştir. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen fide köklerinin toplam karbohidrat miktarları kontrole göre sırasıyla 1,06 ($p > 0,05$), 1,24 ($p > 0,05$) ve 1,43 ($p < 0,05$) kat arttığı hesaplanmıştır. Yine aynı uygulamalardaki fide otsu gövdelerinin toplam karbohidrat miktarları da 1,52 ($p < 0,05$), 1,25 ($p < 0,05$) ve 1,34 ($p < 0,05$) kat arttırıldığı belirlenmiştir.



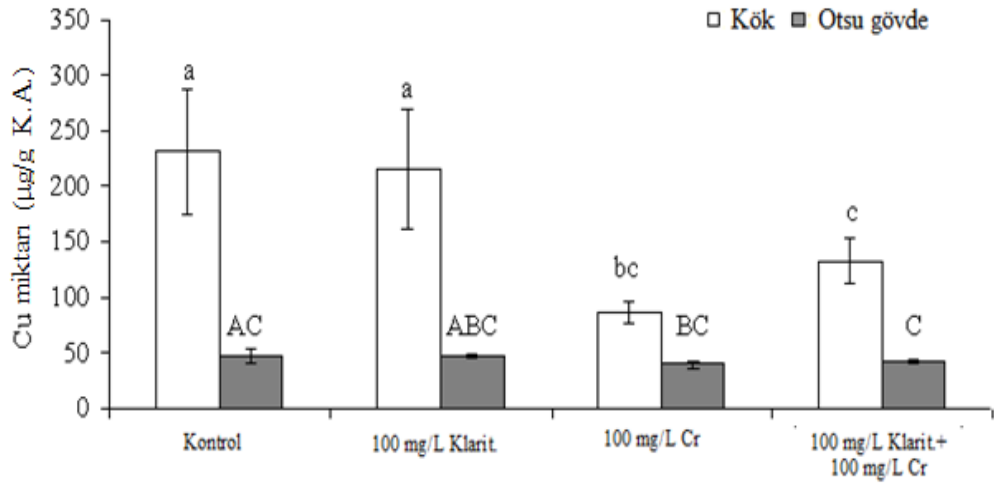
Şekil 4.11. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin toplam karbohidrat miktarları. Hata barları ortalamadan sapmayı gösterir. Barlar üzerindeki farklı harfler LSD testine göre $p < 0,05$ düzeyinde önemi belirtir

4.10. Kök ve Otsu Gövdelerin Besin Elementi Miktarları

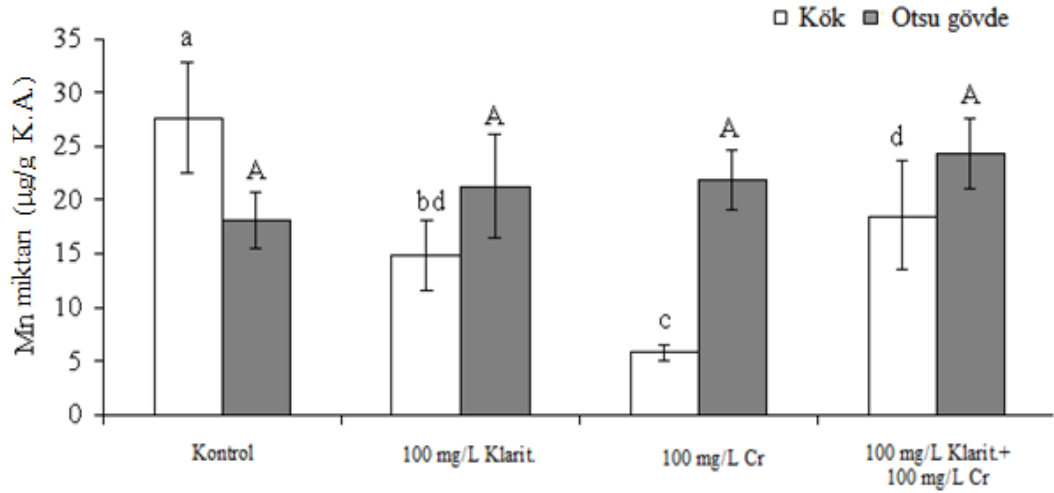
Uygulamalar besin alınımını farklı şekilde etkilemiştir. Köklerde Zn birikimleri tüm uygulamalar tarafından artırılmıştır (Şekil 4.12). 100 mg/L Klaritromisin, 100 mg/L Cr ve 100 mg/L Cr + 100 mg/L Klaritromisin’de artışlar sırasıyla ($p < 0,05$), yaklaşık olarak kontrolden 3.2, 1.6 ve 5.0 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ancak, sürgünlerin Zn miktarları önemli derecede değişmemiştir ($p > 0,05$). Köklerde Zn birikiminin aksine, Cu miktarları, 100 mg/L Klaritromisin ile muamele edilen sürgünler hariç azalmıştır (Şekil 4.13). Azalmalar 100 mg/L Klaritromisin, 100 mg/L Cr ve 100 mg/L Cr + 100 mg/L Klaritromisin kökler için, sırasıyla, 6.9% ($p > 0,05$), 62.4% ve 42.4% ($p < 0,05$) olarak belirlenmiştir. 100 mg/L Cr ve 100 mg/L Cr + 100 mg/L Klaritromisin’de sürgünler için azalmalar kontrol bakımından, sırasıyla, 16.0% ve 11.4% olarak bulunmuştur. Köklerin Mn miktarları, tüm uygulamalar tarafından önemli derecede azaltılmıştır ($p < 0,05$), sürgünlerdeki miktarlar, önemsenmeyecek derecede arttırılmıştır ($p > 0,05$)(Şekil 4.14).



Şekil 4.12. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin Zn miktarları. Hata barları ortalamadan sapmayı gösterir. Barlar üzerindeki farklı harfler LSD testine göre $p < 0,05$ düzeyinde önemi belirtir

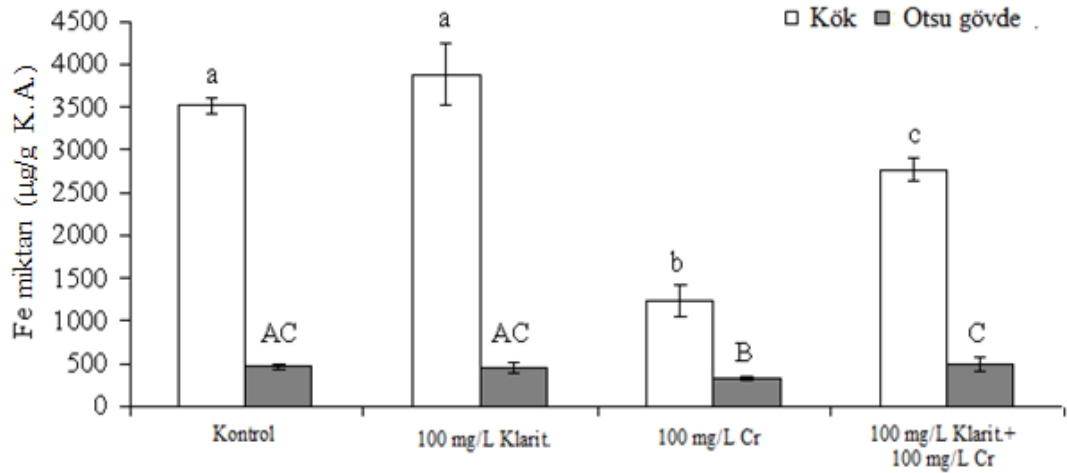


Şekil 4.13. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin Cu miktarları. Hata barları ortalamadan sapmayı gösterir. Barlar üzerindeki farklı harfler LSD testine göre $p < 0,05$ düzeyinde önemi belirtir

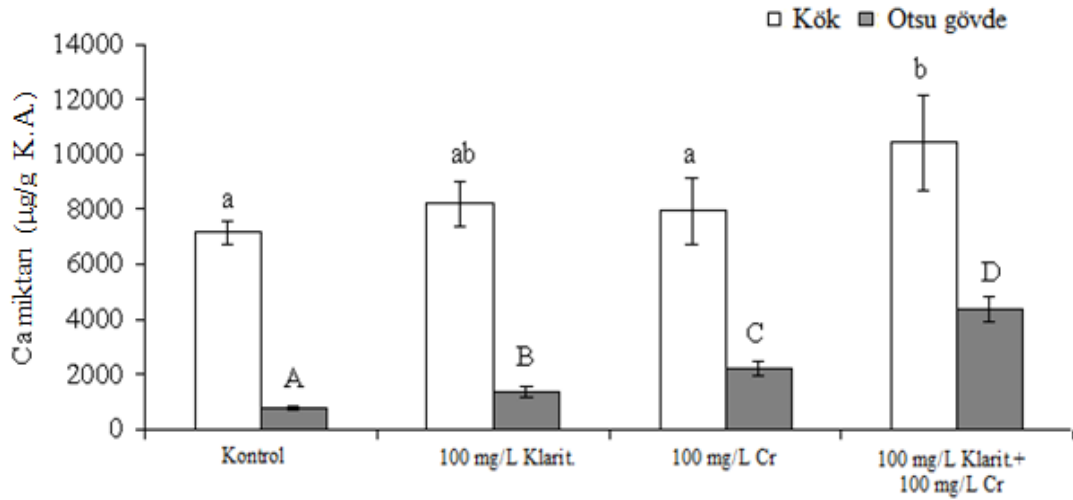


Şekil 4.14. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin Mn miktarları. Hata barları ortalamadan sapmayı gösterir. Barlar üzerindeki farklı harfler LSD testine göre $p < 0,05$ düzeyinde önemi belirtir.

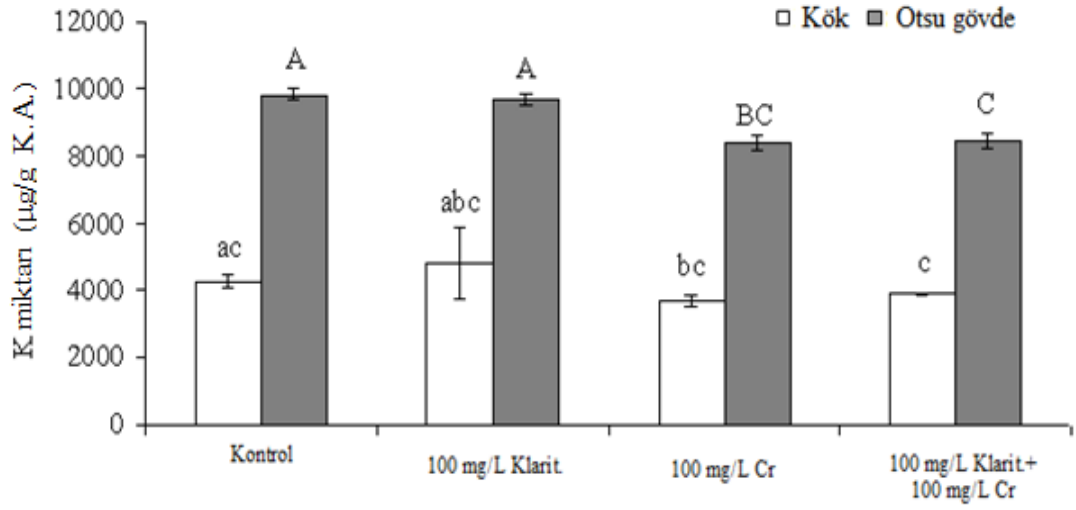
Kök ve sürgünlerin Fe, Ca, K miktarları Şekil 4.15’de gösterilmektedir. 100 mg/L Klaritromisin’de köklerin Fe miktarı %10.5 ($p > 0.05$) gibi önemsiz bir derecede arttırılmıştır. Ancak 100 mg/L Cr ve 100 mg/L Cr + 100 mg/L Klaritromisin’de miktarlar, sırasıyla, 64.9% ve 21.1% olarak azalmıştır. Ca miktarları hem kök hem de sürgünlerde arttırılmıştır. Kök ve sürgünler için en fazla artış 100 mg/L Cr + 100 mg/L Klaritromisin’de, sırasıyla, 45.8% ve 453.2% olarak belirlenmiştir. Köklerin K miktarları 100 mg/L Klaritromisin hariç, azalmıştır. 100 mg/L Cr ve 100 mg/L Cr + 100 mg/L Klaritromisin’de sürgünlerin K miktarları, sırasıyla, 1.2% ($p > 0.05$), 14.8% ve 14.2% ($p < 0.05$) olarak azalmıştır.



Şekil 4.15. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin Fe miktarları. Hata barları ortalamadan sapmayı gösterir. Barlar üzerindeki farklı harfler LSD testine göre $p < 0,05$ düzeyinde önemi belirtir



Şekil 4.16. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin Ca miktarları. Hata barları ortalamadan sapmayı gösterir. Barlar üzerindeki farklı harfler LSD testine göre $p < 0,05$ düzeyinde önemi belirtir



Şekil 4.17. Klaritromisin, krom ve bunların kombinasyonlarının etkisinde yetiştirilen buğday fidelerinin uygulama sonu kök ve otsu gövdelerin K miktarları. Hata barları ortalamadan sapmayı gösterir. Barlar üzerindeki farklı harfler LSD testine göre $p < 0,05$ düzeyinde önemi belirtir

BÖLÜM 5

TARTIŞMA VE SONUÇ

Toksisite semptomları 100 mg/L Klaritromisin’de gözlenmemiştir. Ancak, kontrole kıyaslandığında, buğday fidelerinin özellikle yapraklarında gözlenen semptomların Cr ve Cr+Klaritromisin toksisitesine karşı oldukça hassas olduğu görülmüştür. Gözlemlenen bu semptomlar, muhtemelen Cr ve Klaritromisin+Cr uygulamalarının hücresel seviyede birkaç biyokimyasal parametreyi etkilemesinden dolayı olmuş olabilir. Yine yapılan gözlemlere göre, Klaritromisinin kromun toksik etkisini kısmen azalttığı belirlenmiştir.

Metal birikimi, bitki türleri ve organları arasında değişiklik gösterdiği gibi, sıcaklık, pH, suda çözünmeyen iyonlar ve kontamine metal partiküllerinin taşınımı gibi sayısız abiyotik faktörlere bağlıdır (Lewis, 1995; Lewander vd., 1996). Alınan ağır metaller bitkide homojen olarak dağılmazlar. Yani farklı organların ağır metal birikim yetenekleri de farklı olabilir (Saygideger vd., 2004). Bulgularımıza göre, fide kısımları ve uygulamalar arasında Cr konsantrasyonunda farklılık olduğu belirlenmiştir. Krom kök dokularında sürgün dokularından daha fazla birikmiştir. Diğer yandan, Cr alımı Klaritromisin uygulaması tarafından azaltılmıştır.

Genelde, fidelerin kök ve sürgünlerinin büyüme ve gelişmesi Cr ve Klaritromisin+Cr tarafından önemli derecede etkilenmiştir. Tek Klaritromisin muamelesi fidelerin büyüme ve gelişmesi üzerine önemli derecede etki etmemiştir. Ancak Batchelder (1981), havalandırılmış besin ortamında büyüyen benekli fasulye bitkilerinde oksitetrasiklin ve klorotetrasiklinin etkilerini test etmiştir ve düşük antibiyotik konsantrasyonlarının önemli derecede bitki büyüme gelişmesi etkileyebileceğini göstermiştir. Diğer yandan, bazı araştırmacıların bulgularına göre, antibiyotik uygulamalarının negatif etkileri aynı zamanda bitki türleri arasında da farklıdır (Batchelder, 1982; Farkas vd., 2007). Büyüme ve gelişme verilerimize göre, antibiyotik Klaritromisin, Cr+Klaritromisin kombinasyonunda Cr’un toksik etkilerini azaltmamıştır. Krom bileşikleri bitkilerde oldukça toksiktir ve ayrıca büyüme ve gelişmelerine zararlıdır. Bitki ağırlığında azalma, bitkilerin kısımlarındaki besin

elementi eksikliğinin sonucu meydana gelmiş olabilir. Buna ilaveten, köklerde kromun birikimi ve sürgün fidelerine kromun taşınımı hücresel metabolizmada doğrudan bir etki yapabileceği söylenebilir (Shanker vd., 2005).

Görülen bu makroskobik bozukluklardan önce, fide dokularındaki uygulamalar sonucu hücresel seviyede bazı parametreler kısmen bozulmuştur. Bunlardan biri klorofil miktarıdır. Elde edilen verilere göre, klorofil miktarları Klaritromisin uygulamaları altında önemli miktarda değişmemiştir. Krom uygulaması, CO₂ fiksasyonu, elektron transportu, fotofosforilasyon ve enzim aktiviteleri bakımından fotosentezi etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. *Ocimum tenuiflorum* L. zerine krom uygulanması sonucunda fotosentetik pigmentlerin seviyeleri önemli derecede azaltılmıştır (Rai vd., 2004). Benzer sonuçlar çalışmamızda da gözlenmiştir. Yani buğday fidelerinin klorofil biyosentezine kromun toksisitesinin bir etkisi olabilir. Azalmış fotosentetik pigmentlere yol açan bozulmuş δ -aminolavulinik asit dehidrataz aktivitesi kromla muamele edilmiş bitkilerde gözlenmiştir (Vajpayee vd., 2000).

Oksidatif stres, önemli bir patofizyolojik olay olarak bilinmektedir (Melchiorri vd., 1996). nceki alışmalar göstermiştir ki, Cr ve antibiyotik uygulamaları reaktif oksijen türlerinin (ROT) oluşumunu tetikleyerek oksidatif strese yol açmaktadır (Asha vd., 2007; Panda, 2007). ROT'lar arasında, hidrojen peroksit (H₂O₂), O₂'nin iki elektron redüksiyon ürünüdür. H₂O₂ potansiyel olarak reaktif bir oksijen, ancak serbest bir radikal değildir (Halliwell vd., 2000). H₂O₂ seviyeleri 100 mg/L Klaritromisin uygulamasıyla kıyaslandığı zaman, 100 mg/L Cr ve 100 mg/L Cr + 100 mg/L Klaritromisin uygulamalarında daha düşük olduğu bulunmuştur. Verilere göre, H₂O₂ oluşumu Cr ve Cr+Klaritromisin uygulamalarında kök ve sürgünlerde uyarılmış oksidatif stresin açık bir kanıtı olabilir. Bulguları doğrulamak için, fide kısımlarının lipid peroksidasyonu incelenmiştir. Lipid peroksidasyonu, lipidlerin oksidatif bozulmasının bir göstergesidir. MDA lipid peroksidasyonun daha sık kullanılan indikatörlerinden birisidir. H₂O₂ miktarlarında gözlendiği gibi, fide kök ve sürgünlerin MDA miktarları 100 mg/L Cr ve 100 mg/L Cr + 100 mg/L Klaritromisin uygulamaları tarafından arttırılmıştır. Sonuçlar göstermiştir ki oksidatif stres Cr uygulamalarında ortaya çıkmıştır. Ancak stres 100 mg/L Cr + 100 mg/L Klaritromisin uygulamasında antibiyotik uygulaması tarafından kısmen azaltılmıştır.

Serbest prolin birikimi bitkilerde abiyotik ve biyotik stres faktörlerinin geniş bir yanıtı olarak gözlenmiştir (Hare ve Cress, 1997). Kök ve sürgünlerin prolin miktarı, tüm uygulamalar tarafından artırılmıştır. Uygulamalar arasında, 100 mg/L Klaritromisinde en düşük prolin miktarı belirlenmiştir. 100 mg/L Cr muamelesiyle karşılaştırıldığı zaman, 100 mg/L Cr + 100 mg/L Klaritromisin uygulamalarında düşük prolin miktarı belirlenmiştir. Bitki hücresinde prolinin birçok önemli rolü vardır. Ağır metal toksisitesi altında prolin birikiminin fonksiyonel önemi, su dengesinin korunması, hidroksil radikallerin temizlenmesinin yanında (Chen ve Goldsbrough, 1994) sitoplazmada metal şelatlama da (Kocsy vd., 2000) dahil olabilir.

Fide dokularının protein miktarı Cr ve Cr+ Klaritromisin muameleleri tarafından azaltılmıştır. Diğer yandan, kök ve sürgünlerin protein miktarları Cr uygulamasında Cr+Klaritromisinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ancak, protein miktarı, yalnız Klaritromisin uygulaması tarafından önemsiz derecede artırılmıştır. Kromun, bitkilerde protein miktarını azalttığı rapor edilmiştir (Vajpayee vd., 2000; Rai vd., 2004). İlk araştırmacılar tarafından ileri sürülen, protein bozulması krom stresi altında etkinleşen proteaz veya katabolik enzimlerin artmış aktivitesinin sonucu olarak düşünülebilir. Bunun yanında, krom buğday fidelerinde lipid peroksidasyona sebep olmuş ve proteinlerin fragmentasyonu reaktif oksijen türlerinin toksik etkilerinden dolayı, protein miktarının azalmasına yol açmış olabilir (Davies, 1987).

Karbohidratlar bitkilerde depo ve yapısal materyallerin önemli bileşenleridir. Buğday fide kısımlarının toplam karbohidrat miktarı fidelerin köklerinde 100 mg/L Klaritromisin hariç, uygulanan tüm konsantrasyonlarda ve kombinasyonda önemli bir artış göstermiştir.

Zn, Fe, Cu, Mn, gibi ağır metaller metabolizma için gerekli olan birçok enzimin bileşenleri olmasının yanında, bitki büyümesi için de gereklidir. Pb, Cd, As, Cr ve Al gibi diğer metaller belli eşik seviyeleri üzerinde toksisite gösterir ve biyolojik olarak gerekli değildir (Dixit vd., 2002). Krom, bazı gerekli elementlerle aynı yapıda olduğundan dolayı, kompleks bir yolda bitkilerin mineral beslenmesini etkileyebilir. İnorganik besin elementlerinin birikimi ve alımı ile Cr'un etkileşimleri araştırmacılar tarafından ciddi düzeyde dikkate alınmıştır. Krom uygulaması soya fasulyesinin köklerinde K, Mg, P, Fe ve Mn'nın alımını azaltmıştır. Aşırı krom Fe, Mo, P ve N

alınımını olumsuz yönde etkilemiştir (Turner ve Rust, 1971). Barcelo vd., (1985) fasulye bitkilerini besin çözeltilerindeki kroma maruz bıraktıklarında, bitki kısımlarında P, K, Zn, Cu and Fe translokasyonu negatif yönde etkilediğini belirlemişlerdir. Tabakhane atıklarıyla sulama yapılması bazı tarım mahsullerinde mikro besin eksikliğine sebep olduğunu rapor etmişlerdir (Gupta ve Sujatha, 1996).

Tedavi edici ajanlar tarım alanlarına ulaştığında bitkiler tarafından alınabilir. Böyle maruz kalma, bitkilerin büyüme ve gelişmesini etkileyebilir veya etkilemeyebilir. Bu etkiler başlıca ajanının absorpsiyonuna, dozuna ve türüne bağlıdır. Bitkiler tarafından tedavi edici ajanların biyoakümüasyonu ispatlanmıştır (Royse vd., 1975; Feinman ve Matheson, 1978; Migliore vd., 1998). Kromun aksine, bitki mineral beslenmede antibiyotik uygulamalarının etkisi hemen hemen hiç araştırılmamıştır. *Phaseolus vulgaris* Ca, K ve Mg'nin azalan alımı, taze ağırlık ve nodülasyonda azalmaya sebep olan oksitetrasiklin ve klortetrasiklin tarafından negatif olarak etkilenmiştir. Diğer yandan, aynı çalışmada, kırmızı turp ve buğdayın büyümesi oksitetrasiklin ve klorotetrasiklin'nin varlığında arttırılmış, oysa mısırın büyümesi bu antibiyotikler tarafından etkilenmemiştir. Ca, Mg, K ve N'nin alımı da bu antibiyotikler tarafından önemli derecede arttırılmıştır (Batchelder, 1982). Çalışmamızda, köklerin Zn, Fe, Ca ve K miktarları 100 mg/L Klaritromisin uygulaması tarafından arttırılmıştır, ancak köklerde diğer elementler azalmıştır. Diğer yandan, Zn, Cu, Mn ve Ca miktarları uygulamalar tarafından sadece sürgünlerde arttırılmıştır. Klaritromisin+Cr uygulaması mineral beslemeyi etkilemiştir. Yalnız Cr ve Klaritromisin uygulamaları dikkate alındığında, Klaritromisin+Cr kombinasyonundaki mineral miktarları, sürgünlerde Fe miktarları hariç, 100 mg/L Cr'deki gibi etkilenmiştir.

Sonuçlar göstermiştir ki, 100 mg/L Klaritromisin fidelerin fizyolojisinde önemli değişikliğe neden olmamıştır. Diğer yandan, buğday fidelerinin kök ve sürgünlerinde MDA ve H₂O₂'nin miktarlarında artışların olması, özellikle 100 mg/L Cr + 100 mg/L Klaritromisin ve 100 mg/L Cr uygulamalarında oksidatif strese neden olduğunu göstermiştir. Buğday fide kısımlarının tamamının mineral miktarları uygulamalardan etkilenmiştir. Uygulamalar karşılaştırıldığında, mineral miktarları hem Cr hem de Cr+Klaritromisin uygulamalarından genelde aynı şekilde etkilenmiştir. Bulgulara bakıldığında, kromun toksik etkilerinin Klaritromisin tarafından kısmen azaltıldığı söylenebilir. Prolin ve toplam karbohidrat miktarında artışlar, krom stresindeki

rollerinden dolayı olabilir. Ayrıca, kromun alınımı Klaritromisin uygulamaları tarafından azaltılmıştır.

Araştırmamızda fideler tarafından alınan antibiyotik miktarları ve bu antibiyotiğin metabolitleri analiz edilememiştir. Daha sağlıklı değerlendirme yapılabilmesi için özellikle bitkilerde antibiyotik alınımı ve metabolizmasının bilinmesi gerekmektedir. İleride yapılacak çalışmalarla bu konularında aydınlatılacağını düşünmekteyiz. Bununla birlikte, elde ettiğimiz bulgular ve tartışma benzer konuları ele alan çalışmalar için bir kaynak olabilir.

KAYNAKLAR

Alder, A.C., McArdell, C.S., Golet, E.M., Ibric, S., Molnar, E., Nipales, N.S., Giger, W. (2001). Occurrence and fate of fluoroquinolone, macrolide, and sulfonamide antibiotics during wastewater treatment and in ambient waters in Switzerland. In: Daughton, C.G., Jones- Lepp, T. (Eds.), *Pharmaceuticals and Personal Care Products in the Environment: Scientific and Regulatory Issues*, *American Chemical Society*, Symposium Series, **791**, 56–69.

Alp, M., Kahraman, R. (1996). *Probiyotiklerin Hayvan Beslemede Kullanılması*. *Istanbul Üniv. Vet. Fak. Derg*, **22(1)**, 1-8.

Arda, M., Minbay, A., Leloğlu, N., Aydın, N., Akay, Ö. (1992). *Özel Mikrobiyoloji*. Atatürk Ü. Yay, 741, Erzurum.

Arpacık, R. (1999). *Entansif Sığır Besiciliği*. Ankara. (3).

Asha, K.K., T.V. Sankar, Nair, P.G. (2007). Effect of tetracycline on pancreas and liver function of adult male albino rats. *J. Pharm. Pharmacol.*, **59**, 1241-1248.

Aydın, A., Koçak, D. (1999). Bazı Antibiyotiklerin kanatlı Yemlerinde Yem Katkı Maddesi Olarak Kullanımlarındaki Sakıncalar ve Avrupa Birliğinin Bu Konudaki Aldığı Kararlar. *VIV. Poultry Yutav'99 Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı 3-6 Haziran Bildiriler Kitabı*, İstanbul, 316-321.

Barcelo, J., Poschendrieder, C., Gunse, B. (1986). Water Relations of Chromium VI Treated Bush Bean Plants (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Contender) Under Both Normal and Water Stress Conditions, *J. Exp. Bot.*, **37**, 178-187.

Barcelo, J., Poschenriender, C., Ruano, A., Gunse, B. (1985). Leaf water potential in Cr(VI) treated bean plants (*Phaseolus vulgaris* L). *Plant Physiol. Suppl.*, **77**, 163-164.

Batchelder, A.R. (1981). Chlortetracycline and oxytetracycline effects on plant growth and development in liquid cultures. *J. Environ. Qual.*, **11**, 515-518.

Batchelder, A.R. (1982). Chlortetracycline and oxytetracycline effects on plant growth and development in soil systems. *J. Environ. Qual.* **11**, 675–678.

Bates, L.S., Waldren, R.P., Teare, D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant and Soil*, **39**, 205-207.

BGVV. (1996). Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin. Berlin, Germany: *Public Relations Department, Bulletin* 17/96.

Bilal, T., Kutay, C., Özpınar, H., Eseceli, H., Abaş, İ. (1999). Broilerlerde Broilact Kullanımının Besi Performansı Üzerine Etkileri. *XIV. Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı*, İstanbul, 472-479.

Bishnoi, N.R., Chugh, L.K., Sawhney, S.K. (1993). Effect of Chromium on Photosynthesis, Respiration and Nitrogen Fixation in Pea (*Pisum sativum* L.) Seedlings, *J. Plant Physiol.*, **142**, 25-30.

Brambilla, G., Civitareale, C., Migliore, L. (1994). Experimental toxicity and analysis of bacitracin, flumequine and sulphadimethxine in terrestrial and aquatic organisms as predictive model for ecosystem damage. *Quimica Anal.*, **13**, 573-577.

Campagnolo, E.R., Johnson, K.R., Karpati, A., Rubin, C.S., Kolpin, D.W., Meyer, M.T., Esteban, J.E., Currier, R.W., Smith, K., Thug, K.M., McGeehin, M. (2002). Antimicrobial residues in animal waste and water resources proximal to large-scale swine and poultry feeding operations. *Sci. Total Environ.* **299**, 89–95.

Canibe, N., Engberg, R.M., Jensen, B.B. (2001): *An Overview of the Effect of Organic Acids on Gut Flora and Gut Health*. *Journal of Anim. Sci.*, **79**, 2123-2133.

Capone, D.G., Weston, D.P., Miller, V., Shoemaker, C. (1996). Antibacterial residues in marine sediments and invertebrates following chemotherapy in aquaculture. *Aquaculture* **145**, 55–75.

Castro, R.O., Trujillo, M.M., Bucio, J.L., Cervantes, C., Dubrovsky, J. (2007). Effects of Dichromate on Growth and Root System Architecture of *Arabidopsis thaliana* Seedlings, *Plant Sci.*, **172**, 684-691.

Cervantes, C., Garcia, J.C., Devars, S., Corona, F.G., Tavera, H.L., Torres–Guzman, J.C. ve Moreno-Sanchez, R. (2001). Interactions of Chromium with Microorganisms and Plants. *FEMS Microbiology Reviews*, **25**, 335–247.

Chen, J., Goldsbrough, P.B. (1994). Increased activity of glutamylcysteine synthetase in tomato cells selected for cadmium tolerance. *Plant Physiol.*, **106**, 233-239.

Choct, M. (2003). *Effects of Organic Acids, Prebiotics and Enzymes on Control of Necrotic Enteritis and Performance of Broiler Chickens*. <http://metz.une.edu.au/?mchoct>.

Choudhury, S., Panda, S.K. (2005). Toxic Effect, Oxidative Stress and Ultrastructural Changes in Moss *Taxitheelium nepalense* (Schwaegr.) Broth. under Lead and Chromium Toxicity. *Water Air Soil Poll.*, **167**, 73- 90.

Clijsters, H., Van Assche, F. (1985). Inhibition of photosynthesis by heavy metals. *Photosynth. Res.*, **7**, 31-40.

Çakmakçı, M.L., Karahan, A.G. (1999): *Broyler Gelişiminde Laktobasillerin Önemi*, 536-544. VİV. Poultry Yutav'99 Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı 3-6 Haziran Bildiriler Kitabı, İstanbul.

Davies, K.J.A. (1987). Protein damage and degradation by oxygen radicals. I. General aspects. *J. Biochem. Chem.*, **262**, 9895-9901.

De Liguoro, M., Cibir, V., Capolongo, F., Halling-Sorensen, B., Montesissa, C. (2003). Use of oxytetracycline and tylosin in intensive calf farming: evaluation of transfer to manure and soil. *Chemosphere*, **52**, 203-212.

Demirden, P. (2005). Treatability of pharmaceutical industry wastewaters containing antibiotic in anaerobic/aerobic sequential processes, Ph-thesis, İzmir.

Demirel, R., Gürbüz Y. (1999). *Karma Yemlerde Enzim Kullanımı*, 489-495. VİV. Poultry Yutav'99 Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı 3-6 Haziran Bildiriler Kitabı İstanbul.

Dixit, V., Pandey, V., Shyam, R. (2002). Chromium ions inactivate electron transport and enhance superoxide generation *in vivo* in pea (*Pisum sativum* L. cv. Azad) root mitochondria. *Plant Cell Environ.*, **25**, 687-690.

Doğan, M., Arık, O., Gültekin, E. (2012). Nohut Fidelerinde Kurşun, Krom ve Kurşun-Krom Etkileşiminin Fizyolojik Etkileri, *Ekoloji 2012 Sempozyumu Bildiri Özetleri*, 61.

Doğan, M., Gültekin, E., Arık, O. (2012). Kloromfenikol, Krom ve Bunların Etkileşimlerinin Farklı Mercimek Çeşitlerinin Büyüme ve Gelişimi Üzerindeki Fizyolojik Etkileri, *Ekoloji Sempozyumu Bildiri Özetleri*, 59.

Doğan, M., Gültekin, E. (2012). Sucul Makrofitlerden *Lemna minor* L. 'nin Antibiyotik Uygulamalarına Fizyolojik Yanıtları. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*.**5 (1)**, 85-89.

Doğan, M., Sönmez, D. (2012). Krom, Nikel ve Krom- Nikel Etkileşimlerinin *Triticum aestivum* L. cv. Basribey-95 ve Guadalupe'nin Erken Fide Gelişimine Etkileri, *Ekoloji Sempozyumu Bildiri Özetleri*, 56.

Douthwaite, S. (2001). Structure-activity relationships of ketolides vs macrolides, *Clin Microbiol Infect*; **7(13)**, 11-7.

Farkas, M.H., Berry J.O., Aga, D.S. (2007). Chlortetracycline detoxification in maize via induction of glutathione S-transferases after antibiotic exposure. *Environmental Science and Technology*, **41**, 1450-1456.

Feinman, S.E., Matheson, J.C. (1978). Draft environmental impact statement subtherapeutic antibacterial agents in animal feeds. Bureau of Veterinary Medicine. Food and Drug Administration, Rockville, MD, USA.

Gupta, A., Sujatha, P. (1996). Tannery effluent characteristics and its effects on agriculture. *J. Ecotoxicol. Environ. Monit.*, **6**, 45-48.

Gupta, S., Srivastava, S., Saradhi, P.P. (2009). Chromium Increases Photosystem 2 Activity in *Brassica juncea*, *Biol. Plant.*, **53**, 100-104.

Halliwell, B., Clement, M., Long, L. (2000). Hydrogen peroxide in the human body. *FEBS Letters*, **486**, 10-13.

Hamscher, G., Abu-Quare, S., Sczesny, S., Hoer, H., Nau, H. (2000). Determination of tetracyclines in soil and water samples from agricultural areas in lower Saxony. In: van Ginkel, L.A., Rüter, A. (Eds.), *Proceedings of the EuroResidue IV Conference*, Eldhoven, The Netherlands, 522–526.

Hamscher, G., Sczesny, S., Hoper, Nau, H. (2001). Tierarzneimittel als persistente organische kontaminanten in Böden. In: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung: 10 Jahre Boden-Dauerbeobachtung in Niedersachsen, Hanover.

Hare, P.D., Cress, W.A. (1997). Metabolic implications of stress-induced proline accumulation in plants. *Plant Growth Regulation*, **21**, 79-102.

Heberer, T. (2002). Occurrence, fate, and removal of pharmaceutical residues in the aquatic environment: A review of recent research data, *Toxicology Letters*, **131**, 5-17.

Hirsch, R., Ternes, T., Haberer, K., Kratz, K.L. (1999). Occurrence of antibiotic in the aquatic environment. *Sci. Total Environ.* **225**, 109– 118.

Holm, J.V., Rußge, K., Bjerg, P.L., Christensen, T.H. (1995). Occurrence and distribution of pharmaceutical organic compounds in the groundwater downgradient of a landfill (Frinsted, Denmark). *Environ. Sci. Technol.* **36**, 1–6.

Howe, J.A., Loeppert, R.H., DeRose, V.J., Hunter, D.B., Bertsch, P.M. (2003). Localization and Speciation of Chromium in Subterranean Clover Using XRF, XANES, and EPR Spectroscopy, *Environ. Sci. Technol.*, **37**, 4091-4097.

Humara, J.M, and Ordás, R.J. (1999). The toxicity of antibiotics and herbicides on in vitro adventitious shoot formation of *Pinus pinea* L. cotyledons. *In Vitro Cellular and Developmental Biology- Plants*, **35(4)**, 339-343.

Jain, R., Srivastava, S., Madan, V.K. (2000). Influence of chromium on growth and cell division of sugarcane. *Indian J. Plant Physiol*, **(5)**, 228-231.

Karunyal, S., Renuga, G., Kailash, P. (1994). Effects of Tannery Effluent on Seed Germination, Leaf Area, Biomass and Mineral Content of Some Plants, *Bioresource Technol.*, **47**, 215-218.

Karuppanapandian, T., Manoharan, K. (2008). Uptake and Translocation of Tri- and Hexa-Valent Chromium and Their Effects on Black Gram (*Vigna mungo* L. Hepper cv. Co4) Roots, *J. Plant Biol.*, **51**, 192-201.

Kayaalp, O. (1989). Makrolid ve linkozamid antibiotikler, *Tıbbi Farmakoloji*, **5(1)**, 240-7, Feryal Matbaacılık, Ankara.

Kemper, N. (2008). Veterinary antibiotics in the aquatic and terrestrial environment, *Ecological Indicators*, **8**, 1-13.

Kimbrough, D.E., Cohen, Y., Winer, A.M., Creelam, L., Mabuni, C. (1999). A Critical Assessment of Chromium in the Environment. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, **29**, 1–46.

Kocsy, G., Von Ballmoos, P., Suter, M., Ruegsegger, A., Galli, U., Szalai, G., Galiba G., Brunold, C. (2000). Inhibition of glutathione synthesis reduces chilling tolerance in maize. *Planta*, **211**, 528-536.

Kolpin, D.W., Furlong, E.T., Meyer, M.T., Thurman, E.M., Zaugg, S.D., Barber, L.B., Buxton, H.T. (2002). Pharmaceuticals, hormones and other waste water contaminants in US streams 1999–2000. A national reconnaissance. *Environ. Sci. Technol.* **36**, 1202–1211.

Kümmerer, K. (2004). Resistance in the environment. *J. Antimicrob. Chemoth.* **54**, 311-320.

Kümmerer, K., Al-Ahmad, A., Mersch-Sundermann, V. (2000). Biodegradability of some antibiotics, elimination of the genotoxicity and affection of wastewater bacteria in a simple test, *Chemosphere*, **40**, 701-710.

Lewander, M., Greger, M., Kautsky, L., Szarek, E. (1996). Macrophytes as indicators of bioavailable Cd, Pb and Zn flow in the river Przemsza, Katowice. *Region. Appl. Geochem.*, **11**, 169-73.

Lewis, M.A. (1995). Use of freshwater plants for phytotoxicity testing: A review. *Environ. Pollut.*, **87**, 319-336.

Lichtenthaler, H.K., Wellburn, A.R. (1983). Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf in different solvents. *Biol. Soc. Trans.*, **11**, 591-592.

Lindberg, R. A., Quinn, A. M., Hunter, T. (1992). Dual-specificity protein kinases: will any hydroxyl do? *Trends Biochem. Sci.* , **17**, 114-119.

Liu, D.H., Zou, J., Wang, M., Jiang, W. (2008). Hexavalent Chromium Uptake and Its Effects on Mineral Uptake, Antioxidant Defence System and Photosynthesis in *Amaranthus viridis* L., *Bioresource Technol.*, **99**, 2628-2636.

Liu, F., Ying, G.G., Tao, R., Zhao, J.L., Yang, J.F., Zhao, L.F. (2009). Effects of six selected antibiotics on plant growth and soil microbial and enzymatic activities, *Environmental Pollution*, **157**(5), 1636–1642.

Lowry, O.H., Rosebrough, N.J., Farr, A.L., Randall, R.J. (1951). Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, **193**, 265-275.

Marschner, H. (1995). Mineral Nutrition of Higher Plants 2nd. Edition. Academic Press Inc. London, G.B. 446.

Martinez, J.L., Fajardo, A., Garmendia, L., Hernández, A., Linares, J.F., Martínez-Solano, L., Sanchez, M.B. (2009). A global view of antibiotic resistance, *FEMS Microbiol. Rev.*, **34**, 44-65.

Mcgrath, S.P., Chromium and Nickel, 152-178, In: Alloway, B.J., (1995). (Ed) Heavy Metal In Soils, Second Ed. Chapman and Hall, Great Britain.

Melchiorri, D., Reiter, R.J., Sewerynek, E., Hara, M., Chen, L., Nistico, G. (1996). Paraquat toxicity and oxidative damage. Reduction by melatonin. *Biochem. Pharmacol.*, **51**, 1095-1099.

Meyer, M.T., Bumgarner, J.E., Varns, J.L., Daughtridge, J.V., Thurman, E.M., Hostetler, K.A. (2000). Use of radioimmunoassay as a screen for antibiotics in confined animal feeding operations and confirmation by liquid chromatography/mass spectrometry. *Sci. Total Environ.* **248**, 181–187.

Meyer, M.T., Ferrell, G., Bumgarner, J.E., Cole, D., Hutchins, S., Krapac, I., Johnson, K., Kolpin, D. (2003). Occurrence of antibiotics in swine confined animal feeding operations lagoon samples from multiple states 1998–2002: indicators of antibiotic use. In: *3rd International Conference on Pharmaceuticals and Endocrine Disrupting Chemicals in Water*, National Ground Water Association, Minneapolis.

Midilli, M., Tuncer, ŞD. (2001). *Broyler Rasyonlarına Katılan Enzim ve Probiyotiklerin Besi Performansına Etkileri*. *Turk J. Vet. Anim. Sci.*, **25**, 895-903.

Migliore L., Civitareale C., Brambilla G., Delupis G.D. (1997). Toxicity of several important agricultural antibiotics to *Artemia*. *Water Res*; **31**, 1801–1806.

Migliore, L., Brambilla, G., Cozzolino, S., Gaudio, L. (1995). Effects on plants of sulphadimethoxine used in intensive farming (*Panicum milieceum*, *Pisum sativum* and *Zea mays*). *Agric. Ecosyst. Environ.* **52**,103-110.

Migliore, L., Civitareale, C., Brambilla, G., Cozzolino, S., Casoria, P., Gaudio, L. (1997). Effects of sulphadimethoxine on cosmopolitan weeds (*Amaranthus retroflexus* L., *Plantago major* L., and *Rumex acetosella* L.). *Agric. Ecosyst. Environ.* **65**,163-168.

Migliore, L., Civitareale, C., Cozzolino, S., Casoria, P., Brambilla, G., Gaudio, L. (1998). Laboratory models to evaluate phytotoxicity of sulphadimethoxine on terrestrial plants. *Chemosphere* **37**, 2957-2961.

Migliore, L., Civitareale, C., Cozzolino, S., Casoria, P., Brambilla, G., Gaudio, L. (1998). Laboratory models to evaluate phytotoxicity of sulphadimethoxine on terrestrial plants. *Chemosphere*, **37**, 2957-2961.

Migliore, L., Cozzolino, S., Fiori, M. (2003). Phytotoxicity to and uptake of enrofloxacin in crop plants. *Chemosphere*, **52**, 1233–1244.

Mulo, P., Pursiheimo, S., Hou, C.X., Tyystjärvi, T., Aro, E.V. (2003). Multiple effects of antibiotics on chloroplast and nuclear gene expression *Functional Plant Biology*, **30(11)**, 1097 – 1103.

Nriagu, J.O. (1988). Production and Uses of Chromium. In Natural and Human Environment. New York, USA: *John Wiley and Sons.*, 81- 105.

Olguín, E.J., Hernández, E., Ramos, I. (2002). The Effect of Both Different Light Conditions and The pH Value on The Capacity of *Salvinia minima* BAKER for Removing Cadmium, Lead and Chromium, *Acta Biotechnol.*, **22**, 121-131.

Ozturk L., Eker, S., Ozkutlu, F., Cakmak, I. (2003). Effect of cadmium on growth and concentrations of cadmium, ascorbic acid and sulphhydryl groups in durum wheat cultivars. *Turk. J. Agric. For.*, **27**, 161-168.

Panda, S.K. (2007). Chromium-mediated oxidative stress and ultrastructural changes in root cells of developing rice seedlings. *J. Plant Physiol.*, **164**, 1419-28.

Panda, S.K., Mahapatra, S., Patra, I.I.K. (2002). Chromium Toxicity and Water Stress Simulation Effects in Intact Senescing Leaves of Green Gram (*Vigna radiata* L. Var Wilckzeck K851), 129-136, In: Panda, S.K., (Ed), *Advances in Stress Physiology of Plants*, *Scientific Publishers*, India.

Pandey, V., Dixit, V., Shyam, R. (2009). Chromium (VI) Induced Changes in Growth and Root Plasma Membrane Redox Activities in Pea Plants, *Protoplasma*, **235**, 49-55.

Pandey, N., Sharma, C.P. (2003). Chromium interference in iron nutrition and water relations of cabbage. *Environmental and Experimental Botany*, **49(3)**, 195–200.

Pearson, M., Inglis, V. (1993). A sensitive microbioassay for the detection of antibacterial agents in the aquatic environment. *J. Fish Diseases* **16**, 255–260.

Pechere, JC. (2001). New perspectives on macrolide antibiotics, *Int J Antimicrob Agents*. **18(1)**, 93-97.

Peralta, J.R., Torresdey, J. L.G., Tiemann, K. J., Gomez, E., Arteaga, S. Rascon, E., Parsons, J.G (2001). Uptake and Effects of Five Heavy Metals on Seed Germination and Plant Growth in Alfalfa (*Medicago sativa* L.), *B. Environ. Contam. Tox.*, **66**, 727-734.

Pollock, K., Barfield, D. G., Shields, R. (1983). The toxicity of antibiotics to plant cell cultures, *Plant Cell Perorts*, **2(1)**, 36-39.

Prado, C., Luisa Rodríguez-Montelongo, L.R., González, J.A., Pagano, E.A., Hilal, M., Prado, F.E. (2010). Uptake of Chromium by *Salvinia minima*: Effect on Plant Growth, Leaf Respiration and Carbohydrate Metabolism, *J. Hazard. Mater.*, **177**, 546- 553.

Radin, J.W., Boyer, J.S. (1982). Control of Leaf Expansion by Nitrogen Nutrition in Sunflower Plants: Role of Hydraulic Conductivity and Turgor, *Plant Physiol.*, **69**, 771-775.

Rai, V., Vajpayee, P., Singh, S.N., Mehrotra, S. (2004). Effect of chromium accumulation on photosynthetic pigments, oxidative stress defense system, nitrate reduction, proline level and eugenol content of *Ocimum tenuiflorum* L. *Plant Science*, **167**, 1159-1169.

Richardson, M.L., Bowron, J.M. (1985). The fate of pharmaceutical chemicals in the aquatic environment. *J. Pharm. Pharmacol.* **37**, 1– 12.

Rout, G.R., Samantaray, S., Das, P. (1997). Differential Chromium Tolerance Among Eight Mung Bean Cultivars Grown in Nutrient Culture, *J. Plant Nutr.*, **20**, 341-347.

Royse, D.J., Ellis, M.A., Sinclair, J.B. (1975). Movement of penicillin into soybean seeds using dichloromethane. *Phytopathology*, **65**, 1319-20.

Ruiz-Jimenez, J., Luque-Garcia, J. L., Luque de Castro, M. D. (2003). Dynamic ultrasound-assisted extraction of cadmium and lead from plants prior to electrothermal atomic absorption spectrometry. *Analytica Chimica Acta*, **480**, 231– 237.

Sagisaka, S. (1976). The occurrence of peroxide in a perennial plant *Populus gelrica*. *Plant Physiol.*, **57**, 308-309.

Sarıca, Ş. (1999). Kanatlı Hayvan Beslemede Probiyotik Kullanımı. *Hayvansal Üretim*, **39-40**, 105-112.

Sarmah, A.K., Meyer, M.T., Boxall, A.B.A. (2006). A global perspective on the use, sales, exposure pathways, occurrence, fate and effects of veterinary antibiotics (VAs) in the environment. *Chemosphere*, **65**, 725-759.

Saygideger, S., Dogan, M., Keser, G. (2004). Effect of lead and ph on lead uptake, chlorophyll and nitrogen content of *Typha latifolia L.* and *Ceratophyllum demersum L.* *Int. J. Agr. Biol.*, **1**, 168-172.

Scoaris, D.O., Colacite, J., Nakamura, T., de Abreu Filho, B.A., Dias Filho, B.P. (2007). Virulence and antibiotic susceptibility of *Aeromonas* spp. Isolated from drinking water. *Antonie Van Leeuwenhoek* **93**, 111-122.

Scoccianti, V., Crinelli, R., Tirillini, B., Mancinelli, V., Speranza, A. (2006). Uptake and Toxicity of Cr(III) in Celery Seedlings, *Chemosphere*, **64**, 1695-1703.

Shanker, A.K., Cervantes, C., Tavera, H.L., Avudainayagam, S. (2005). Chromium Toxicity in Plants, *Environ. Int.* **31**, 739-753.

Shanker, A.K., Djanaguiraman, M., Sudhagen, R., Chandrashekar, C.N., Pathmanabhan, G. (2004). Differential antioxidative response of ascorbate glutathione pathways enzymes and metabolites to chromium speciation stress in greengram (*Vigna radiata L.*) roots. *Plant Sci.*, **166**, 1035-1043.

Sharma, D.C., Chatterjee, C., Sharma, C.P. (1995). Chromium accumulation by barley seedlings (*Hordeum vulgare L.*). *J. Exp. Bot.* **25**, 241-251.

Sharma, D.C., Sharma, C.P. (1993). Chromium Uptake and Its Effects on Growth and Biological Yield of Wheat, Cereal Res. *Commun.* **21**, 317-321.

Spona, K.D., Baum, B. (1993). Untersuchungen zur pflanzenverfolgbarkeit von blei, cadmium, kupfer und zink auf kontaminierten böden den in einem industriellen ballungsgebiet. In: Radtke U (ed.) Schwermetalle, *Duseldorfer Geographische Schriften, Düsseldorf*, **31**, 203- 222.

Stohs, S.J., Bagchi, D. (1995). Oxidative mechanisms in the toxicity of metal ions. *Free Radical Biol. Med.*, **18**, 321-336.

Subrahmanyam, D. (2008). Effects of Chromium Toxicity on Leaf Photosynthetic Characteristics and Oxidative Changes in Wheat (*Triticum aestivum* L.), *Photosynthetica*, **46**, 339-345.

Ternes, T.A. (1998). Occurrence of drugs in German sewage treatment plants and rivers, *Water Resources*, **32**, 3245-3260.

Tripathi, A.K., Tripathi, S. (1999). Changes in Some Physiological and Biochemical Characters in *Albizia lebbek* as Bio- Indicators of Heavy Metal Toxicity, *J. Environ. Biol.*, **20**, 93-98.

Tuncer, Ş.D., Şanlı, Y., Küçükersan, K., Filazi, A. (1999). Stabilize Rumen Ekstraktının Broyler Rasyonlarında Kullanılması. 287-293. VİV. *Poultry Yutav'99 Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı 3-6 Haziran Bildiriler Kitabı*, Istanbul.

Turner, M.A., Rust, R.H. (1971). Effects of chromium on growth and mineral nutrition of soybeans. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, **35**, 755-758.

Vajpayee, P., Tripathi, R.D., Rai, U.N., Ali, M.B., Singh, S.N. (2000). Chromium accumulation reduces chlorophyll biosynthesis, nitrate reductase activity and protein content of *Nymphaea alba*. *Chemosphere*, **41**, 1075-1082.

Vajpayee, P., Rai, U.N., Ali, M.B., Tripathi R.D., Yadav E, Sinha S., Singh, S.N. (2001). Chromium Induced Physiological Changes in *Vallisneria spiralis* L. and Its Role in Phytoremediation of Tannery Effluent, *B. Environ. Contam. Tox.*, **67**, 246-256.

Vazquez, M.D., Poschenrieder, C., Barcelo, J. (1987). Chromium VI induced structural and ultrastructural changes in bush bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.), *Ann. Bot.*, **59**, 427-438.

Vernay, P., Moussard, C.G., Jean, L., Bordas, F., Faure, O., Ledoigt, G., Hitmi, A. (2008). Effect of Chromium Species on Phytochemical and Physiological Parameters in *Datura innoxia*, *Chemosphere*, **72**, 763-771.

Wang, C.X., Mo, Z., Wang, H., Wang, Z.J., Cao, Z.H. (2003). The Transportation, Time-Dependent Distribution of Heavy Metals in Paddy Crops. *Chemosphere*. **50**, 717–723.

Watts, C.D., Craythorne, B., Fielding, M., Killops, S.D., 1982. Nonvolatile organic compounds in treated waters. *Environ. Health Persp.* **46**, 87–89.

Whitlock, R.H. (1986). *Enteritis and Diarrhoea*. 738-739. In: Ed. Howard J.L., Current Veterinary Therapy Food Animal Practice, W.B. Saunders Company, London.

Wollenberger, L., Halling-Sorensen, B., Kusk, K.O. (2000). Acute and chronic toxicity of veterinary antibiotics to *Daphnia magna*. *Chemosphere*, **40**, 723-730.

Wright, G.D. (2007). The antibiotic resistome: the nexus of chemical and genetic diversit. *Nat. Rev. Microbiol.* **5**, 175-186.

www.sigmaaldrich.com

Yang, W., Carlson, K. (2003). Evolution of antibiotic occurrence in a river through pristine, urban, and agricultural landscapes. *Water Res.* **37**, 4645–4656.

Yıldız, M., Uruşak, B., Terzi, H. (2010). Türkiye’de Ekimi Yapılan Bazı Arpa Çeşitlerinin Erken Fide Evresinde Krom(VI) Toleransı Üzerine Bir Ön Çalışma, *AKÜ Fen Bilimleri Dergisi* 01 01-10.

Zayed, A.M., Lytle C.M. Qian, J.H., Terry, N. (1998). Chromium Accumulation, Translocation and Chemical Speciation in Vegetable Crops, *Planta*, **206**, 293-299.

Zengin, F.K. (2006). Fasulye Fidelerinin (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Strike) Kök, Gövde ve Yaprak Büyümesi Üzerine Nikel (Ni+2) ve Krom’un (Cr+3)’un Etkileri.

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, *Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.)*, **16**, 49-56.

Zengin, F.K., Munzuroğlu, Ö. (2005). Fasulye Fidelerinin (*Phaseolus vulgaris* L.Strike) Klorofil ve Karotenoid Miktarı Üzerine Bazı Ağır Metallerin (Ni^{+2} , Co^{+2} , Cr^{+3} , Zn^{+2}) Etkileri. *F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **17 (1)**, 164-172.

Zhou, Q. (2001). The Measurement of Malondialdehyde in Plants. In: Zhou Q. (Ed.): *Methods in Plant Physiology*. China Agricultural Press, Beijing: 173-174.

Zuccato, E., Calamari, D., Natangelo, M., Fanelli, R. (2000). Presence of therapeutic drugs in the environment. *Lancet* **355**, 1789–1790.

Zurayk, R., Sukkariyah, B., and Baalbaki, R. (2001). Common Hydrophytes as Bioindicators of Nickel, Chromium and Cadmium Pollution, *Water Air Soil Poll.*, **127**, 373-388.