



**AĞIR METAL STRESİNİN ROKA (*Eruca sativa* L.)’DA
BİTKİ GELİŞİMİ ve FİZYOLOJİSİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

Tayfun BALCI

**Yüksek Lisans Tezi
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
Sebze Yetiştirme ve Islahı Bilim Dalı
Prof. Dr. Ertan YILDIRIM**

2019

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AĞIR METAL STRESİNİN ROKA (*Eruca sativa* L.)’DA BİTKİ
GELİŞİMİ VE FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİSİ

Tayfun BALCI

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
Sebze Yetiştirme ve Islahı Bilim Dalı

ERZURUM
2019

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

AĞIR METAL STRESİNİN ROKA (*Eruca sativa* L.)'da BİTKİ GELİŞİMİ VE
FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİSİ

Prof. Dr. Ertan YILDIRIM danışmanlığında, Tayfun BALCI tarafından yapılan bu çalışma 12/09/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı – Sebze Yetiştirme ve Islahı Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak **oybirliği (3/3)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Ayşe GÜL

İmza :

Üye : Prof. Dr. Ertan YILDIRIM

İmza :

Üye : Prof. Dr. Haluk Çağlar KAYMAK

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 17/10/2019 tarih ve 41/23 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.

Proje No: FHD-2018-6702

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AĞIR METAL STRESİNİN ROKA (*Eruca sativa* L.) DA BİTKİ GELİŞİMİ VE FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİSİ

Tayfun BALCI

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
Sebze Yetiştirme ve Islahı Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ertan YILDIRIM

Bu çalışma, dünyada ve ülkemizde yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan rokada farklı konsantrasyonlarda kadmiyum (0, 100, 150 ve 200 mg/kg) ve kurşun (0, 1000, 1500 ve 2000 mg/kg) uygulamalarının fizyolojik ve morfolojik reaksiyonlarını belirlemek amacıyla Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma Seraları ve Laboratuvarlarında 2018 yılında yürütülmüştür. Denemede bitkisel materyal olarak roka (*Eruca sativa* L.) Bengi çeşidi kullanılmıştır. Araştırma bulgularına göre uygulamalar ve dozlar arasında önemli farklılıklar ortaya çıkmıştır. Ağır metal stresi şartlarında yetiştirilen rokada uygulamaların bitki gelişimi (taze, kuru ağırlık vb.), bazı bitki fizyolojik parametreler (doku elektrik iletkenliği, stoma iletkenliği, doku oransal su içeriği) üzerine etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Gerek kadmiyum, gerekse kurşun stres koşulları rokada bitki gelişimi ile fotosentetik aktivite, klorofil miktarı gibi bazı özellikler üzerine olumsuz etki göstermiş olup, kadmiyum daha düşük dozlarda uygulanmasına rağmen incelenen parametreler üzerine daha fazla olumsuz etki yaptığı belirlenmiştir.

2019, 28 sayfa

Anahtar Kelimeler: Roka, kadmiyum, kurşun, bitki gelişimi, fizyolojik özellikler

ABSTRACT

Master Thesis

IMPACT OF HEAVY METAL STRESS ON PLANT GROWTH AND PHYSIOLOGY OF ROCKET (*Eruca sativa* L.)

Tayfun BALCI

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Horticulture
Vegetable Growing and Breeding Department

Supervisor: Prof. Dr. Ertan YILDIRIM

The aim of this study was to determine the effects of different cadmium (0, 100, 150 and 200 mg/kg) and lead (0, 1000, 1500 and 2000 mg/kg) doses on physiological and morphological reactions of rocket plants cultivated widely in the world and in our country. The experiment was conducted in 2018 in Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture under laboratory and greenhouse conditions. Rocket (*Eruca sativa* L.) Bengi cultivar was used as plant material in the experiment. It was determined that differences between treatments were statistically significant. The rocket plants grown under heavy metal stress conditions were affected regarding to plant growth parameters (fresh and dry weight ect.), some plant physiological parameters (tissue electrical conductivity, stomal conductance, ect.). Both cadmium and lead stress conditions negatively affected plant growth, photosynthetic activity and chlorophyll content. It was determined that cadmium had more negative effects compared to lead on the investigated parameters despite lower application doses.

Keywords: Rocket, cadmium, lead, plant growth, physiological characteristics

2019, 28 pages

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimimin başından sonuna kadar geçen süre içerisinde sohbetini, bilgi ve tecrübesini esirgmeden paylaşan, tez konumu belirleyen, uygun çalışma ortamının oluşması için hep yanımda olan, güleryüzü ve babacan yaklaşımıyla beni motive eden, çalışmamın başından beri çalışmamı takip edip sürekli yanımda olarak desteğini esirgemeyen sevgili danışmanım; Sayın Prof. Dr. Ertan YILDIRIM'a; denemenin kurulması, yürütülmesinde tecrübelerini esirgemeyen, denememin her aşamasında yanımda olan güleryüzü ve hep o anne şevkati ile yaklaşip daha çabuk çözümler üretmemi sağlayan, kendisiyle çalışmaktan onur duyduğum ve her zaman görmekten mutluluk duyacağım saygıdeğer hocalarım Sayın Doç. Dr. Melek EKİNCİ'ye, çalışmamda yardım ve desteğini esirgemeyen Sayın Arş. Gör. Raziye KUL'a ve mesleki eğitimimi almış olduğum Ziraat Fakültesi ve Fen Bilimleri Enstitüsü hocalarıma teşekkür ederim.

Çalışmamın her aşamasında yanımda olan değerli arkadaşlarım Ahmet Usta, Alihan Yılmaz ve Muhammet Şahin'e, bilgi birikimiyle yardımcı olan doktora öğrencisi Mostafakamal Shams Bey'e, tezimin yazım kısmında desteğini esirgemeyen Elif Birlik ve Aykut Işık'a, Fakültemizin serasında çalışan değerli personellerine çok teşekkür ederim.

Çalışmamızı yürütmede maddi olarak destek veren Atatürk Üniversitesi BAP birimine teşekkür ederim.

Ayrıca hayatımın her anında varlıklarına şükrettiğim, her zaman arkamda olduklarını bildiğim değerli aileme teşekkürlerimi sunarım.

Tayfun BALCI

Eylül, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	5
2.1. Kadmiyum ile İlgili Çalışmalar.....	5
2.2. Kurşun ile İlgili Çalışmalar.....	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	10
3.1. Materyal.....	10
3.2 Yöntem.....	10
3.2.1. Denemenin kurulması.....	10
3.2.2. Ağır metal uygulamaları.....	12
3.3. Toprak Üstü Taze Ağırlık.....	12
3.4. Toprak Üstü Kuru Ağırlık.....	13
3.5. Kök Taze Ağırlık.....	13
3.6. Kök Kuru Ağırlık.....	13
3.7. Yaprak Sayısı.....	13
3.8. Klorofil Miktarı (Klorofil metre ile SPAD değeri olarak).....	13
3.9. Yaprak Alanı.....	13
3.10. Doku Elektriki İletkenliği.....	14
3.11. Doku Oransal Su İçeriği (DOSİ).....	14
3.12. Fotosentez, Terleme ve Stoma İletkenliği.....	14
3.13. İstatistiksel Değerlendirme.....	15
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	16
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	23
KAYNAKLAR.....	24
ÖZGEÇMİŞ.....	30

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

°	Derece
µg	Mikrogram
Ag	Gümüş
B	Bor
C	Karbon
Ca	Kalsiyum
Cd	Kadmiyum
CdS	Kadmiyum Sülfüt
cm	Santimetre
Co	Kobalt
Cr	Krom
Cu	Bakır
Fe	Demir
g	Gram
Hg	Civa
IU	İnternasyonal Ünite
K	Potasyum
kg	Kilogram
m	Metre
mcg	Mikrogram
mg	Miligram
Mg	Magnezyum
mg/kg	Miligram/Kilogram
mM	Milimolar
mm	Milimetre
Mn	Mangan
Mo	Molibden

N	Azot
Na	Sodyum
Ni	Nikel
P	Fosfat
Pb	Kurşun
ppm	Milyonda bir
Pt	Platin
Sl	Kalay
Tl	Talyum
U	Uranyum
V	Vanadyum
W	Volfram
Zn	Çinko
Zr	Zirkonyum
µM	Mikrometre

Kısaltmalar

APX	Askorbat Peroksidaz
CAT	Katalaz
Ci	Karbondioksit Girişi
DAP	Diamonyum Fosfat
DPPH	2,2- Difenil-1-pikrilhidrazil
EDTA	Etilendiamintetraasetik asit
Gs	Stoma İletkenliği
GST	Glutatyon-S-Transferaz
ICP-OES	Ağır Metal Tespiti İçin Kullanılır
MDA	Malondialdehit
POD	Peroksidaz Aktivitesi
Pn	Fotosentez Etkinliği
SOD	Süperoksit Dismutaz

Tr	Terleme Hızı
TSP	Triple Süer Fosfat



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Fide çıkışı görülen saksılar	11
Şekil 3.2. Seyreltme öncesi saksılar	11
Şekil 3.3. Seyreltme yapılmış saksılar	12
Şekil 4.1. Kadmiyum uygulamalarının rokada bitki gelişimi üzerine etkisi.....	17
Şekil 4.2. Kurşun uygulamalarının rokada bitki gelişimi üzerine etkisi.....	18



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Uygulamaların rokada bitki gelişimi üzerine etkisi.....	16
Çizelge 4.2. Uygulamaların rokada yaprak sayısı ve klorofil değeri (SPAD) üzerine etkisi	19
Çizelge 4.3. Uygulamaların rokada elektriksel iletkenlik ve DOSİ üzerine etkisi	20
Çizelge 4.4. Uygulamaların rokada fotosentetik aktivite üzerine etkisi	21



1. GİRİŞ

Sanayinin gelişmesi ile birlikte; ekosistemimiz yoğun ağır metal birikimine maruz kalmaktadır. Toprak, su ve havada biriken ağır metaller dünyada bulunan bütün canlıları doğrudan etkilemektedir. Motorlu taşıtların egzozları, endüstriyel faaliyetler, maden işletmeleri, tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübre ve ilaçlar, volkanik faaliyetler ve kentsel atıklar ağır metallerin çevreye yayılmasına neden olmaktadır (Stresty and Rao 1999).

Çevre kirliliğinin en önemli sebebi endüstrileşme ve kentleşme olarak gösterilmektedir (Bayçu 1997). Sanayinin gelişmesi, trafik yoğunluğunun ve kentleşmenin artması ile birlikte doğamız giderek kirlenmekte ve ağır metal birikiminde artış görülmektedir. Bu durum birçok ülkede tehlikeli boyutlara ulaşmıştır (Robinson *et al.* 2001).

Özgül ağırlıkları 5 gr/cm³'ten yüksek olan metaller, ağır metal olarak kabul edilmektedir. Ağır metallerin bir kısmı düşük dozlarda mutlaka bulunması gerektiği için bitki besin elementi olarak kullanılmaktadırlar. Bahsetmiş olduğumuz ağır metallerin bazıları bakır (Cu), çinko (Zn), mangan (Mn), demir (Fe) ve molibden (Mo) olarak sıralanabilir. Bunların dışında kadmiyum (Cd), kurşun (Pb), kobalt (Co), krom (Cr) ve civa (Hg) gibi bitkiye zarar verebilecek ağır metaller, bitki için mutlak zararlı ağır metal grubunda değerlendirilmektedir (Bergman 1992; Altınbaş vd 2004).

Ekosistemde değişik oranlarda bulunabilen ağır metaller doğrudan bitki gelişim ve fizyolojisi üzerine olumsuz etkiler yapmaktadır. Ağır metal miktarının fazla olduğu alanlarda bitkilerde ciddi verim kayıpları olmaktadır (Munzuroğlu ve Gür 2000). Ağır metal (Cd, Ni, Pb, Cu, Zn) konsantrasyonlarının bitkisel üretim yapılan alanlarda fazla olması bitkide strese neden olur. Ağır metal stresine giren bitkide, serbest radikaller oluşmasını teşvik ederek bitki dokularına zarar vermekte ve oksidatif zararlara yol açabilmektedir (Foyer *et al.* 1997).

Bitkiler ağır metallere karşı gelebilecek zararlara karşı çeşitli savunma mekanizmaları geliştirmişlerdir. Bu savunma mekanizmaları; düşük molekül ağırlıklı, tiol içeren ve metal bağlayan bir polipeptid sınıfı olan bitki şelatları ile antioksidan savunma sistemlerini içerir. Bitkiler bünyelerinde enzimlere [süperoksit dismutaz (SOD), glutatyon redüktaz (GR), peroksidaz (POD), askorbat peroksidaz (APX), katalaz (CAT) vb.] ve oksidatif zararlara karşı çeşitli antioksidan moleküllere (askorbat, glutatyon, a-tokoferol) sahiptirler. Antioksidan enzimler; birçok bitkide ağır metal zararına bağlı olarak, toksik düzeyine karşı bitkinin geliştirdiği savunma mekanizmalarında önemli rol oynadıkları bildirilmiştir (Ünal 2010).

Tüm dünyada ağır metal kirliliği arttığı için, dünyanın birçok yerinde biyosfer ağır metal kirliliğinden olumsuz etkilenmiştir. (Cunnigham *et al.* 1997; Raskin and Ensley 2000; Meagher 2000). Cd, Cr, Cu, Ni ve Zn gibi topraklardaki bazı ağır metallere fazla konsantrasyonlarda bulunmaları doğal su ve ekosistemlerinin bozulmasına sebep olur (Meagher 2000). Verimliliği artırmak amacıyla kullanılan bazı ticari gübrelerin aşırı ve kontrolsüz kullanılmaları nedeniyle toprakların verimli olan üst kısımlarında başta Cd olmak üzere bazı ağır metallere önemli miktarlarda birikebilmektedir (Camelo *et al.* 1997).

Ağır metallere su ve tarımsal ekosistemlerden gıda zincirine girebilir ve insan sağlığını doğrudan tehdit edebilirler (Chen *et al.* 2001). Bitki dokularında aşırı biriktikleri zaman canlılıkla ilgili çeşitli büyüme süreçlerinin değişmesine sebep olurlar (Phalsson 1989). Bunlara örnek olarak mineral beslenme (Costa *et al.* 1994), fotosentez (Nussbaum *et al.* 1988), terleme (Lidon *et al.* 1993), fotosentez aktivitesi (Doncheva *et al.* 1996), nükleik asit yapısı (Somashekariah *et al.* 1992), klorofil biyosentezi (Munzuroğlu ve Geçkil 2002) ve çimlenme (Ouzounidou *et al.* 1992) gibi bitkinin canlılık olaylarının değişmesine sebep olur. Bunlara ek olarak membranlarda hasar, hormon dengesinin bozulması, su ilişkisinin değişmesi gibi fizyolojik olaylar da ifade edilebilir (Kennedy and Gonsalves 1987).

Ağır metaller bitkilerde öncelikle köklerde zararlanmaya yol açarlar. Ağır metaller köklerin kısılmasına, saçak kök oluşumunun engellenmesine neden olurlar. Ağır metallerin ayrıca, köklerde lignifikasyon ile epidermis ve hipodermiste bozulmalara neden olduğu rapor edilmiştir. İleriki dönemlerde etkisi bitkinin diğer kısımlarında da görölmeye başlar. Gerek kök ve gerekse gövdenin yaş ve kuru ağırlıklarında azalma meydana gelmekte ve bitki büyümesi yavaşlamaktadır. Ayrıca metal çeşidine ve konsantrasyonuna bağlı olarak yaprak alanlarının küçülmesi, şekil değişiklikleri, sararma ve çeşitli nekrotik leke oluşumları da görünmektedir (Barceló and Poschenrieder 1990; Punz and Sieghardt 1993; Hagemeyer and Breckle 1996; Munzuroğlu ve Geçkil 2002; Stolt *et al.* 2003; Köleli vd 2004; Sharma *et al.* 2004; Chaoui and Ferjani 2005; Lombardi and Sebastiani 2005).

Roka Brassicaceae familyasına mensuptur. Anavatanı Akdeniz bölgesidir. Boyu 40 cm'ye kadar uzayabilir. C vitamini bakımından zengindir. İçerisinde bulundurduğu birçok besin maddesi ve mineralden dolayı bağışıklık sistemini kuvvetlendirir, birçok hastalığa karşı koruyucu özelliği bulunmaktadır. Roka dik gövdeli, derin loplu ve yeşil renkli yapraklara sahip bitkidir. Çiçekleri 2-4 cm boyunda, dört petalli, beyaz-sarı-mor renklidir. Rokanın meyveleri, 12-35 mm boyunda, ince ve dar; tohumları küçüktür. Kromozom sayısı $2n=22$ dir. Roka yaprakları; baharatımsı, hafif hardalımsı ve aromatik bir tada sahiptir. Genç yapraklar, gevrek ve daha az baharatlı lezzete sahipken, irice olan olgun yapraklar daha sert ve acıdır. Yaprakları yanı sıra meyveleri de yenilebilir (Başer Bağbahçe(67-68,26-27)).

Yüksek oranda A ve C vitaminleri içerdiğinden, gece körlüğü, göz enfeksiyonları ve iskorbüt hastalığında kullanılır. Roka yapraklarının fazla pişirilmesi, içerdiği yararlı glukosinolatlar ve izotiyosiyanatların yok olmasına yol açar. Bu nedenle, taze tüketilmesi veya çok az pişirilmesi tavsiye edilir. Kalorisi düşük olan roka yaprakları A, C, K vitaminleri ile folat, magnezyum ve kalsiyumca zengindir. Ayrıca riboflavin, potasyum, bakır, demir, çinko içerir. Beta-karoten, klorofil, kempferol ve kersetin içeriği oldukça zengindir. Glikosinolatlar ve onların parçalanma ürünleri

izotiyosiyonatlar, rokanın karakteristik maddeleridir. Roka yağı, erusik ve gadoleik asitlerce zengindir (Başer Bağbahçe (67-68)26-27).

Ağır metal stresine karşı bitkilerin gösterdikleri tepkiler farklılık gösterebilmektedir. Literatür taramamız sonucunda rokanın ağır metal stresine gösterdiği tepkileri inceleyen çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu çalışma, ülkemiz tarımsal arazi ve suları için önemli bir problem olan ağır metal stresine karşı rokada bitki gelişimi ve bazı fizyolojik özellikler üzerine etkisini belirlemek amacıyla sera koşullarında yürütülecektir. Bu amaçla, farklı konsantrasyonlarda kadmiyum (0, 100, 150 ve 200 mg/kg) ve kurşun (0, 1000, 1500 ve 2000 mg/kg) yetiştirme ortamına karıştırılarak tohum ekimi yapılacaktır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Ağır metaller, bitkileri ve bitkilerle beslenen insan ve hayvan sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmektedirler. Kadmiyum(Cd) ve Kurrşun (Pb) çevresel kirleticiler olarak insan ve hayvanlarda ciddi sağlık sorunlar oluşturmaktadır. Ağır metaller içinde en şiddetli zehir etkisi olanların Cd, Pb ve Hg olduğu ifade edilmektedir (Okçu vd 2009). Yapılan çalışmalarda bitkilerin kök ortamlarında yüksek konsantrasyonda ağır metaller bulunduğu bu metalleri ekstrasellular karbonhidratların bulunduğu bölgelerde ve hücre duvarında biriktirdikleri gösterilmiştir (Wang *et al.* 2003).

2.1. Kadmiyum ile İlgili Çalışmalar

Cd periyodik cetvelin II B grubunda yer alan, gümüş beyaz renkli metal cinsi bir elementtir. Doğada en çok bulunduğu şekil kadmiyum sülfid (CdS) biçiminde ve çinko cevherleri arasında bulunur. Sanayi tesislerinde çinko (Zn) üretiminde yan ürün olarak ele geçer. Çinko ile Hg arasında kimyasal özellikler gösterir. Kadmiyum'un birçok bileşiği, boyalarda sarı ve kırmızı pigment olarak kullanılır. Atom numarası 48'dir. 2. Grup, 4. Periyot, D blokta yer alır (Anonim 2019a)

Hareket kabiliyeti yüksek olan ve düşük konsantrasyonlarda bile bitkiler ve tüm canlı organizmaları olumsuz etkileyen tehlikeli ağır metallere bir tanesidir. Kadmiyumun besin zinciri yoluyla hayvan ve insan vücuduna giren ve çok ciddi sağlık problemlerine yol açabilen bir ağır metal olduğu bildirilmiştir (Hassan *et al.* 2008). Düşük konsantrasyonlarda bile toksik etki yapması ve biyolojik yarı ömrünün uzun olması nedeniyle oldukça önemlidir (Lyons *et al.* 1996). Cd ile bulaşık topraklarda yetiştirilen ıspanak, marul, maydanoz, patates, havuç, kereviz, pirinç, buğdayda yüksek konsantrasyonda bulunabilir (Patrick 2003).

Baszyński *et al.* (1980) Cd uygulanmış bitkilerin kloroplastlarında yapısal bozukluklar saptamışlardır. Özellikle tilakoyit zarların metallerle etkileşimi sonucu yapısal ve fonksiyonel zararlar (elektron transferinin aksaması gibi) meydana geldiği rapor edilmiştir (Krupa and Bazyński 1995).

Farklı bir çalışmada Antalya Burdur karayolu çevresinde yetiştirilen buğdayda Cd kirlilik düzeyleri kontrol edilmiştir. Yola farklı mesafelerden örnekler alınıp, hazırlanan ekstraktlarda Pb ve Cd içeriği kontrol edildiğinde; yola yaklaşıldığında Pb konsantrasyonu artmıştır. Kadmiyum miktarlarında ise yol mesafesine bağlı olarak herhangi bir değişiklik bulunmamıştır. Kurşun kirliliği üzerinde araç miktarı da kurşun kirliliğini arttıran etkenler arasında gösterilmiştir (Doğan 1999).

Kadmiyumun bakla (*Vicia faba* L.) bitkisinde stoma yoğunluğunu ve boyutunu, yaprak alanını, ksilem damarlarının etkinliğini azalttığı rapor edilmiştir. (Kasım 2005).

Yapılan bir çalışmada, üç ağır metalin genotoksik potansiyellerine göre $Cd^{2+} > Pb^{2+} \geq Zn^{2+}$ şeklinde sıralandığı bildirilmiştir. 150 mg / l'deki yüksek Cd ve Pb konsantrasyonu genotoksik etkiler göstermiş, böylece düşük, orta ve yüksek Pb ve Zn konsantrasyonlarına kıyasla yüksek Cd konsantrasyonunda buğdayda kök ve koleoptinin uzunluğu daha da fazla azalmıştır (Al-Qurainy *et al.* 2010).

Kadmiyum stresi altında yetiştirilen güvercin bezelyesinin çimlenme ve fide özellikleri üzerine hormon ön uygulamalarının (auksin, sitokinin, giberellin, absisik asit ve etilen) etkilerinin incelendiği bir çalışmada, kadmiyumun incelenen parametreleri olumsuz etkilediği ancak, etilen uygulamalarının bu olumsuz etkiyi azalttığı tespit edilmiştir (Sneideris *et al.* 2015).

Daha önce yürütülen başka bir çalışmada ise Cd stresinin beş soya genotipinin büyüme, fizyo-biyokimyasal özellikleri ve enzim aktivitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Kadmiyum stresi, bitki sürgünlerinin ve köklerinin uzunluğu ve bitki filizlerinin taze ve kuru ağırlığı gibi büyüme özelliklerini önemli ölçüde azaltmıştır, ancak özellikle PK-

416 ve Pusa-24 genotipinde hidrojen peroksit (H_2O_2) üretimi, lipid peroksidasyonu (MDA) ve elektrolit sızıntısını artırmıştır. Kadmiyum stresi ayrıca yaprak prolin içeriği ve özellikle Pusa-37 ve Pusa-16 genotiplerinde süperoksit dismutaz, katalaz, askorbat peroksidaz ve glutatyon redüktaz gibi antioksidan enzimlerin aktivitesini arttırmıştır. Kadmiyumun filizlere göre köklerde daha yüksek seviyelere birikmesi, Cd'un selektif olarak üst hassas bitki kısımlarına emildiğini göstermiştir (Alyemeni *et al.* 2017).

2.2. Kurşun ile İlgili Çalışmalar

Uzun yıllardır doğada var olan Pb birkaç bin yıldan beri insanlar için önemli bir metaldir (Saygıdeğer 1995; Karademir ve Toker 1995). Kurşunun ana kullanım alanı akü imalatıdır. Telekomünikasyon hizmetlerinde yer altı kablolarının izolasyonu da kullanım alanlarından biridir. Kurşun oksit kabloların kaplanması, boyalar ve benzin içerisinde oktan ayarlayıcı bileşikler olarak kullanılır. Radyasyonu en az geçiren bileşiktir. Bu özelliğinden dolayı X- ışınlarından korunmada ve renkli televizyon tüpü yapımında kullanılır. Atom numarası 82'dir. 4. Grup, 6. Blok, P blokta yer alır (Anonim 2019b)

Kurşun toprağa ve atmosfere, fabrika bacalarından ve taşıtların egzozlarından, lehim, akü, boya, elektrik ve petrol sanayine ait atıklar ile pestisitler vasıtasıyla karışabilir (Saygıdeğer 1995). Bitkiler için mutlak gerekli olmayan Pb, topraktaki konsantrasyonu 150 ppm'i aşmadığı sürece insan ve bitki sağlığı açısından tehlike oluşturmaz. Bununla birlikte, konsantrasyon 300 ppm'i aştığında insan sağlığı açısından tehlikelidir (Dürüst vd 2004). Yapılan çalışmalarda çevre kirliliğine sebep olan kurşunun %98'nin egzoz gazlarından kaynaklandığı tespit edilmiştir (Servant 1982).

Pb günümüz endüstrisinde de lehim yapımında, kablo kaplanmasında, matbaa harflerinin dökümünde, metalik levha ve yağlı boya yapımında en çok kullanılan elementlerden biridir.

Yer kabuğunun ortalama Pb içeriği 15 mg/kg dolayındadır, ancak bazı yerlerde bu 70 mg/kg'ı bulabilmektedir. Yüksek kurşun içeriğine özellikle, Pb bakımından zengin ana materyallerden oluşmuş ve özellikle de antropojen olarak kontaminasyona uğramış topraklarda rastlanmaktadır. Yer kabuğunun Pb konsantrasyonunun artmasında Pb işletilen endüstriyel kuruluşların ve motorlu araç trafiğinin etkisi çok büyüktür. Dünyadaki yaklaşık yıllık Pb tüketimi 5,3x10⁶ ton olarak tahmin edilmektedir ve bunun %25-40'ı Pb ile ilgili atıkların resirkülasyonundan kaynaklanmaktadır (Özbek vd, 1993). Kurşun özellikle hava hareketi ile toprağa ulaşmaktadır. Kurşun içeren toz partikülleri ve aerosoller 1 µm'den daha küçük olmaları nedeniyle; rüzgarla oldukça uzak mesafelere taşınmaktadır. Böylece endüstriden uzak bölgelerde dahi yüksek konsantrasyonlarda Pb birikimi meydana gelmektedir (Özbek vd 1993).

Kurşun, nehir, yağmur ve kar sularıyla yeryüzü sularına (deniz, göl, gölet, baraj vs.) ya da topraktan sızma suretiyle yer altı sularına karışabilmektedir. Ayrıca bitkiler tarafından alınma suretiyle gıdalarda da birikebilmektedir (Kloke *et al.* 1994).

Toprağın Pb içeriğinin yüksek olması durumunda bitkide çeşitli klorozlar kök ve kök üstü organlarda büyüme zararları ortaya çıkar. Ayrıca mikrobiyal aktivite olumsuz olarak etkilenir. Ancak diğer ağır metallere oranla Pb daha az toksisite göstermektedir. Ağır metal kirliliği olmayan topraklarda bitkilerin Pb içeriği 10 mg/kg dan daha azdır. Ortamdaki Pb artışına bağlı olarak bitkinin Pb içeriğinin de birkaç yüz mg kadar arttığı bulunmuştur. Kurşun önce bitkinin kök yüzeyinde ya da içinde birikmekte yüksek Pb uygulamasında ise üst organlara doğru taşınmaktadır. Kurşun isleyen kuruluşların yakınlarında, karayolları yakınında ve yoğun yerleşim yerlerine yakın bölgelerde bitkilerin Pb içeriği normal değerlerden birkaç kat daha fazladır (Özbek vd 1993).

Kurşun, hücre turgoru ve hücre duvarı stabilitesini olumsuz etkilemesi, stoma hareketlerini azaltması ve yaprak alanını daraltması nedeniyle bitki su rejimini etkilemektedir. Kurşun kökler tarafından tutulduğu ve kök gelişimini doğrudan etkilediği için bitkilerin katyon ve anyon alımını azaltmakta dolayısıyla besin alımını etkilemektedir (Sharma and Dubey 2005).

Verma and Dubey (2003) Pb'u bitki gelişimini olumsuz yönde etkileyen toksik ağır metallere arasında göstererek Hg ve Cd ile birlikte ilk sıralarda yer aldığını ileri sürmüşlerdir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmalarında, 10 ve 20 günlük periyotlarla kum kültüründe pirinç yetiştirilerek 500 ve 1000 μM $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ uygulanması yapıldığında bitkilerde kök büyümesinin %22-42 ve sürgün büyümesinin %25 oranında azaldığı, kökler tarafından absorbe edilen Pb miktarının sürgünlerden 1,7-3,3 kat daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

Zengin ve Munzuroğlu (2004), farklı dozlarda (1,5, 2, 2,5 mM) Pb ve Cu uygulamalarının fasulyede bitki gelişimi üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışma sonunda tüm ağır metal uygulamalarının fasulyede kök, gövde ve yaprak büyümesini önemli ölçüde olumsuz etkilediğini rapor etmişlerdir.

Soudek *et al.* (2010) keten (*Linum usitatissimum* L.) tohumlarına; Pb, Ni, Cu, Zn, Cd, Co, Ar ve Cr ağır metallerinin 0,01, 0,05, 0,1, 0,5 ve 1 mM konsantrasyonlarında uygulamışlardır. Ağır metal konsantrasyon artışına paralel olarak çimlenen tohum sayısında ve kök uzunluğunda azalmalar belirlemişlerdir.

Kurşunun bamya (*Abelmoschus esculentus* L.) bitkisinin büyümesi, verimi ve farklı kısımlarındaki birikimi üzerine etkileri araştırıldığında, topraktaki 16.13–350 ppm aralığındaki Pb konsantrasyonlarının bamya bitkisinin boyunu, verim bileşenlerini ve verimini olumlu etkileyebileceği rapor edilmiştir. Kök, yaprak ve taze meyvelerdeki Pb konsantrasyonunun, topraktaki Pb konsantrasyonu ile doğru orantılı olduğu saptanmıştır. Ayrıca Pb'un bamya bitkisinin özellikle köklerinde, daha sonra yaprak ve meyvelerinde biriktiği vurgulanmıştır (Hung *et al.* 2014).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışma, 2018 yılında Atatürk Üniversitesi Bitkisel Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezi uygulama seralarında saksılarda yürütülmüştür. Denemede bitkisel materyal olarak roka (*Eruca sativa L.*) Bengi çeşidine ait tohumlar kullanılmıştır.

3.2 Yöntem

3.2.1. Denemenin kurulması

Tohumlar 2 litre hacminde bahçe toprağı:torf:kum(2:1:1,v:v:v) karışımı ile doldurulmuş ve 3 haftalık inkübasyona bırakılmış saksılara 1-1,5 cm derinliğe her saksıya 6 tohum gelecek şekilde ekilmiştir. Fide çıkışı olduktan sonra her saksıda aynı görünüme sahip dört bitki bırakılmıştır (Şekil 3.1, Şekil 3.2, Şekil 3.3). Saksıların nem durumu sürekli kontrol edilerek ihtiyaç olduğunda saksılara tarla kapasitesine kadar su verilmiştir.



Şekil 3.1. Fide çıkışı görülen saksılar



Şekil 3.2. Seyreltme öncesi saksılar



Şekil 3.3. Seyreltme yapılmış saksılar

3.2.2. Ağır metal uygulamaları

Denemede 2 kirletici [$PbNO_3$ (0, 1000, 1500 ve 2000 mg/kg), $CdSO_4 \cdot 8H_2O$ (0, 100, 150 ve 200 mg/kg)] \times 3 tekerrür \times 5 tekrarlı olarak toplam 105 saksıda yürütülmüştür. Ağır metal stresi konuları için farklı konsantrasyonlarda kadmiyum (0, 100, 150 ve 200 mg/kg) ve kurşun (0, 1000, 1500 ve 2000 mg/kg) ortama karıştırılarak tarla kapasitesine kadar sulandıktan sonra 3 haftalık inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresinin sonunda roka tohumları ekilmiştir.

Saksı çalışması tohum ekiminden 50 gün sonra sona erdirilmiş ve bitkiler saksılardayken veya saksılardan alındıktan sonra her tekerrürden rastgele seçilen 10 bitki aşağıda belirtilen gözlem, ölçüm, tartım ve analizler yapılmıştır.

3.3. Toprak Üstü Taze Ağırlık (g)

Toprak yüzeyinden kesilen bitkiler hassas terazide tek tek g olarak tartılarak ortalaması alınarak ölçümler yapılmıştır.

3.4. Toprak Üstü Kuru Ağırlık (g)

Etüvde 68°C de sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutularak g olarak ölçümler yapılmıştır.

3.5. Kök Taze Ağırlık (g)

Hassas terazide g olarak ölçüm yapılmıştır.

3.6. Kök Kuru Ağırlık (g)

Örnekler etüvde 68°C de sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutularak g olarak ölçümler yapılmıştır.

3.7. Yaprak Sayısı (adet)

Yapraklar tek tek sayılarak kaydedilmiştir.

3.8. Klorofil Miktarı (Klorofil metre ile SPAD değeri olarak)

Bitki yapraklarının klorofil içeriği, SPAD-502 klorofil metre ile saptanmıştır.

3.9. Yaprak Alanı

Her bir uygulamadaki bitkilerin yaprak alanları yaprak alan ölçer (LICOR, Model: LI-3100, Lincoln, NE, ABD) kullanılarak belirlenmiştir.

3.10. Gövde Çapı

Bitilerin yapraklarla kök bölgesinin birleştiği yer kumpasla ölçülerek belirlenmiştir.

3.11. Doku Elektriki İletkenliği (Membran Geçirgenliği)

Bitkide meydana gelen stresin yaprak dokusunda ve özellikle hücre zarlarında meydana getirdiği hasarın bir belirtisinde yaş yaprak dokularında yapılan elektriki iletkenlik ölçümleridir. Bu amaçla her bir tekerrürden tesadüfi olarak seçilen 2 bitkinin en son gelişmiş gerçek yapraklarından alınan diskler (1 cm çapında) 20 ml saf su içeren cam Őiřelerin içine konarak çalkalayıcıda 24 saat çalkalanıp ve ardından ıslatma suyunun elektriksel iletkenliği ölçülerek, hücre zarlarının geçirgenliği (zarar görme oranı) belirlenmiştir (EC1). Örnekler otoklavda 121°C’de 20 dakika bekletilerek hücre ve dokuların tamamen parçalanması sağlanarak ve ardından ikinci ölçüm yapılmıştır (EC2). EC1/ EC2 arasındaki oran hesaplanarak göreceli elektriksel iletkenlik değerleri hesaplanmıştır.

3.12. Doku Oransal Su İçeriği (DOSİ)

Hayatta kalan bitkiler arasında tesadüfen seçilen 2 bitkiden alınan yaprak diskleri (1 cm çapında) hemen tartılmış ve böylece taze ağırlıkları tespit edilmiştir (TA). Tartıldıktan sonra diskler içerisinde bir miktar saf su bulunan petri kaplarının içerisine konularak 5 saat boyunca bekletilmif ve sonra disklerin üzerindeki fazla su kurutma kâğıdı yardımıyla silinerek tekrar tartılmış, böylece turgorlu ağırlıkları tespit edilmiştir (TU). Daha sonra bu diskler, petrilerin içerisine konularak 72°C’ye ayarlanmış olan etüvde 48 saat boyunca kurutularak yeniden tartılmış ve kuru ağırlıkları tespit edilmiştir (KA). Doku su içeriği aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. $DOSİ = [(TA - KA) / (TU - KA)] \times 100$

3.13. Fotosentez, Terleme ve Stoma İletkenliği

Her bir uygulamadaki 2 bitkinin en son gelişmiş yaprağı üzerinde LI-6400XT (LI-COR, USA) portatif fotosentez ölçer kullanılarak fotosentez, terleme hızı ve stoma iletkenliği ölçümleri yapılmıştır. lm sırasında küvette yaprak sıcaklığı 20°C, nispi

nem %55, ışık şiddeti 1000 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ve CO₂ konsantrasyonu 400 ppm olarak ayarlanmıştır.

3.14. İstatistiksel Değerlendirme

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü kurulmuştur. Deneme sonucunda elde edilen veriler SPSS 18 paket programı yardımıyla varyans analizine tabi tutulmuş, ortalamalara ait farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

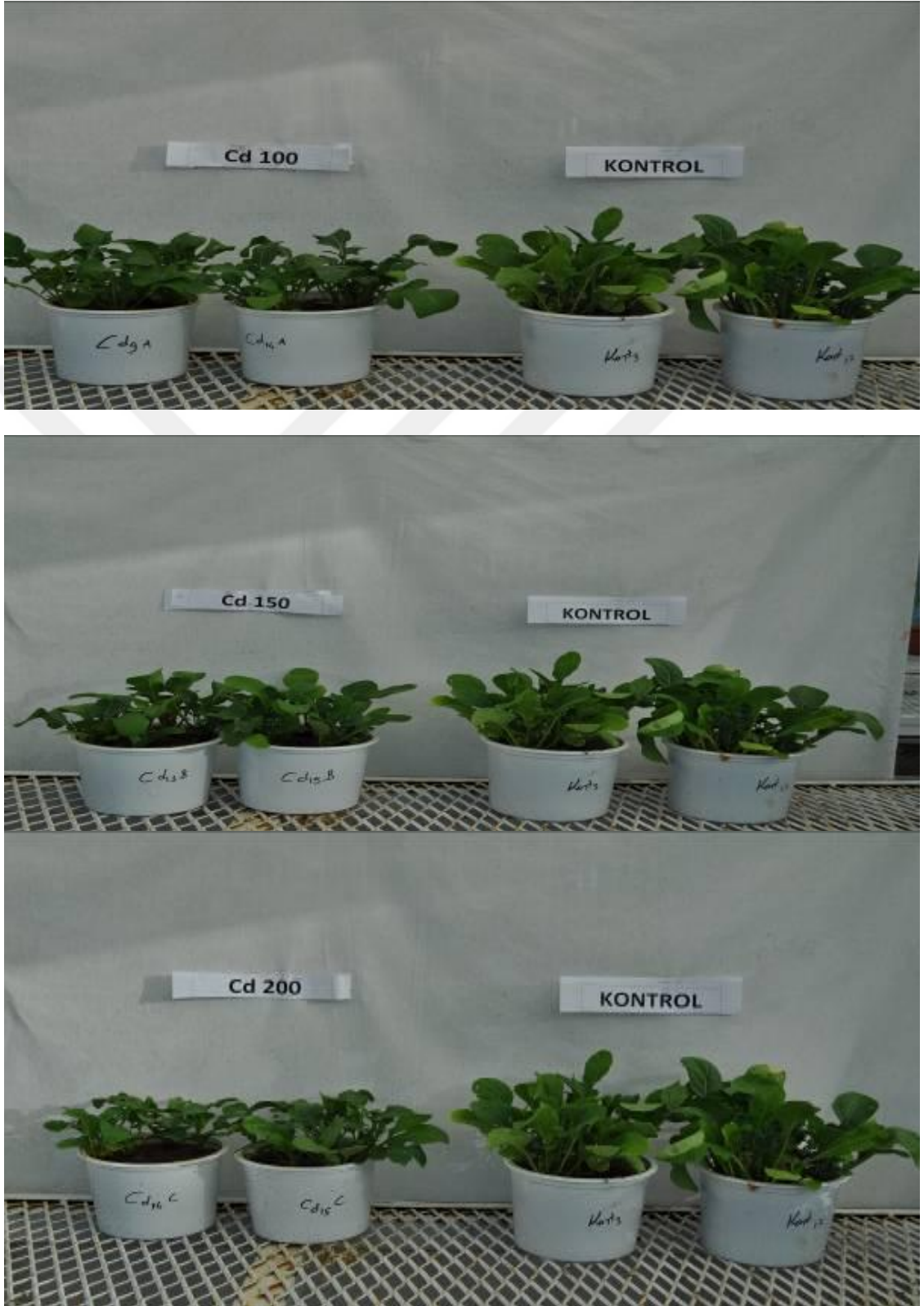
Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2. incelendiğinde ağır metal uygulamalarının rokada bitki gelişim özelliklerini olumsuz etkilediği, kadmiyum ve kurşun konsantrasyonu arttıkça bu olumsuz etkinin arttığı görülmektedir (Şekil 4.1, Şekil 4.2). En düşük değerler Pb 2000 uygulamasında belirlenmiş ve bu uygulama kontrol uygulamasına göre bitki taze ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök taze ve kök kuru ağırlığını sırasıyla %60.9, 56.8, 40.5 ve %63.2 oranında azaltmıştır. Benzer şekilde Cd 200 uygulaması kontrol uygulamasına göre bitki taze ağırlığı, bitki kuru ağırlığı, kök taze ve kök kuru ağırlığını sırasıyla %44.7, 51.4, 27.8 ve 36.8 oranında azaltmıştır.

Ağır metallerin bitki gelişimini olumsuz etkilediği ve metabolizmayı bozarak oksidatif zararlanmalara uğrattığı bir çok araştırmacı tarafından tespit edilmiştir (Schützendübel *et al.* 2001; Vitoria *et al.* 2001; Benavides *et al.* 2005; Gratao *et al.* 2005). Benzer şekilde Groppa *et al.* (2008) ağır metallerin bitkilerde kök büyümesini, gelişimini ve yeni kök oluşumunu engellediğini rapor etmiştir. Ağır metal uygulamasına bağlı olarak büyümedeki azalma, fotosentez, fotosentetik ürünlerin ve besin maddelerinin taşınması gibi önemli metabolik faktörlerle ağır metallerin etkileşimi ile açıklanmıştır (Iqbal *et al.* 2010). Marshner (2012), Cd'un hücre duvarı genişlemesini ve hücre bölünmesini etkileyebileceğini ve böylece büyümenin azaldığını ortaya koymuştur.

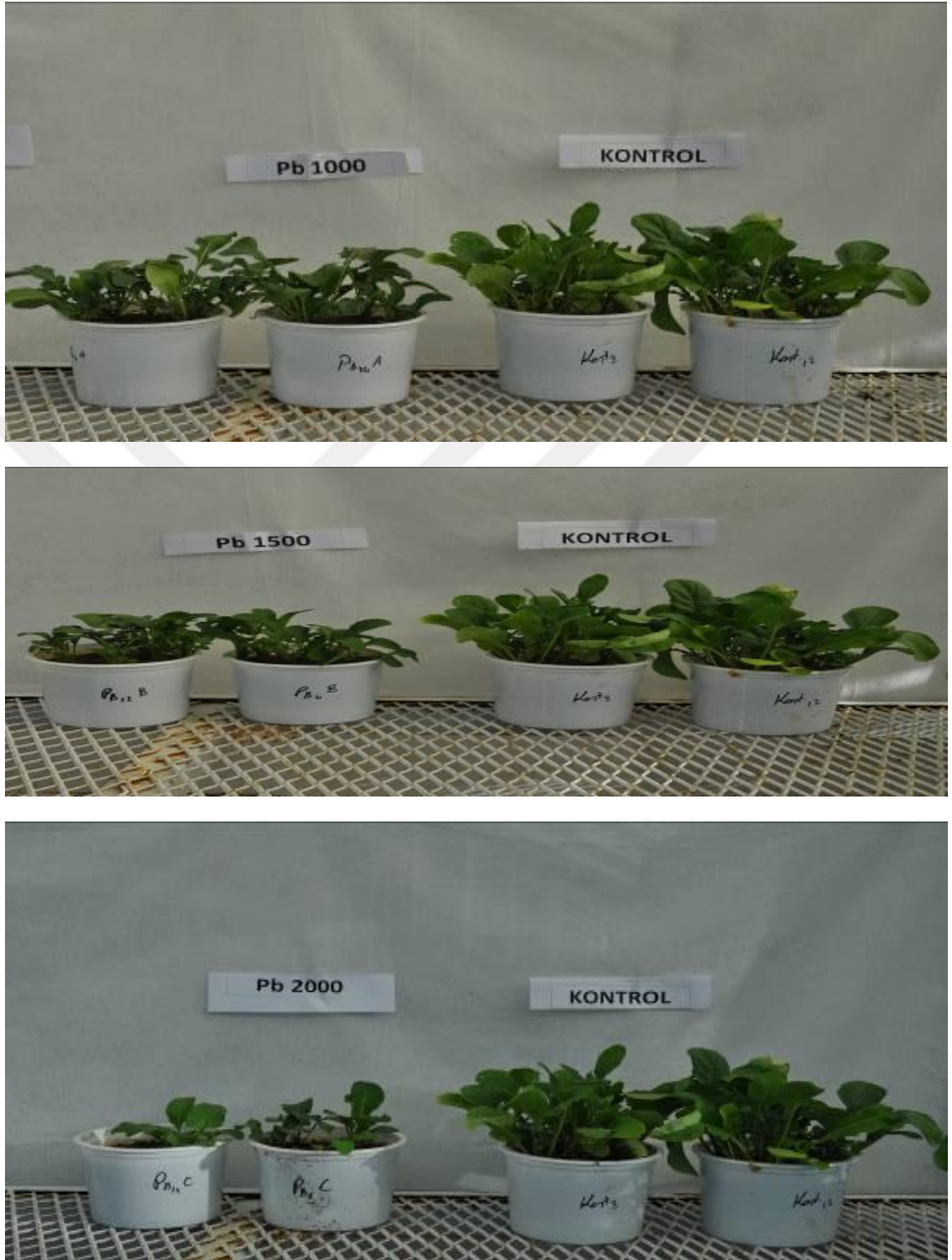
Çizelge 4.1. Uygulamaların rokada bitki gelişimi üzerine etkisi

Uygulamalar	Gövde çapı (mm)	Bitki taze ağ. (g/bitki)	Bitki kuru ağ. (g/bitki)	Kök taze ağ. (g/bitki)	Kök kuru ağ. (g/bitki)
Kontrol	3,61 a***	8,56 a***	1,11 a***	1,92 a***	0,19 a***
Cd 100	2,85 bc	5,67 b	0,64 bc	1,59 b	0,15 c
Cd 150	2,77 c	4,96 c	0,59 cd	1,53 b	0,13 d
Cd 200	2,48 d	4,73 d	0,54 cd	1,40 c	0,12 e
Pb 1000	2,89 b	5,61 b	0,76 b	1,50 b	0,18 b
Pb 1500	2,81 bc	4,08 e	0,49 d	0,84 d	0,09 f
Pb 2000	2,58 d	3,35 f	0,48 d	0,66 e	0,07 g

***: $p < 0,001$, aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel anlamda farklılık yoktur



Şekil 4.1. Kadmiyum uygulamalarının rokada bitki gelişimi üzerine etkisi



Şekil 4.2. Kurşun uygulamalarının rokada bitki gelişimi üzerine etkisi

Sera koşullarında yrttgmz çalışmada, Cd ve Pb uygulamalarının rokada yaprak sayısı, yaprak alanı ve SPAD değerlerinde azalmaya neden olduğu saptanmıştır. Yaprak sayısı bakımından en düşük değerler ağır metal uygulamalarında belirlenmiş ve kontrol hariç uygulamalar arasında istatistiksel anlamda farklılık tespit edilmemiştir. Klorofil değeri Cd 150, Cd 200 ve Pb 2000 uygulamalarında kontrol uygulamasına göre istatistiksel olarak düşüş göstermiştir. Yaprak alanı bakımından en yüksek değer 8,10 cm² ile kontrol uygulamasında meydana gelirken, en düşük 5,11 cm² ile Cd 200 uygulamasında tespit edilmiştir. Tüm ağır metal uygulamaları kontrole göre yaprak alanını istatistiksel anlamda azaltmıştır (izelge 4.2).

Çizelge 4.2. Uygulamaların rokada yaprak sayısı ve klorofil değeri (SPAD) zerine etkisi

Uygulamalar	Yaprak sayısı (adet/bitki)	Klorofil değeri (SPAD)	Yaprak alanı (cm ² /bitki)
Kontrol	9,60 a**	53,07 a***	8,10 a***
Cd 100	7,74 b	51,20 a	7,13 b
Cd 150	7,58 b	45,87 b	6,23 c
Cd 200	7,23 b	44,87 b	5,11 e
Pb 1000	6,69 b	51,93 a	7,02 b
Pb 1500	6,37 b	50,74 a	6,37 c
Pb 2000	6,76 b	46,23 b	5,62 d

** : p<0,01, *** : p<0,001 aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel anlamda farklılık yoktur

Opeolu *et al.* (2010) domateste yaprak sayısı ve bitki yüksekliğinin Pb uygulamalarından olumsuz etkilendiğini göstermiştir. Kadmiyum kaynaklı klorofil konsantrasyonunda bir düşüş arpa (Stobart *et al.* 1985), fasulye (Padmaja *et al.* 1990), hıyar (Chugh and Sawhney 1999), mısır ve buğdayda (Zhao 2011) gösterilmiştir.

Kloroz, yaprak kıvrılması ve bodurluk, bitkilerdeki kadmiyum toksisitesinin ana ve kolayca görülebilen semptomlarıdır (Moreno *et al.* 1999; Emamverdian *et al.* 2015). Nitekim, Cd stresinin klorofil biyosentezinin inhibisyonu ile ilgili klorofil konsantrasyonunu azaltmaya neden olduğu rapor edilmiştir (Malik *et al.* 1992; Vassilev and Yordanov 1997; Drażkiewicz and Baszyński 2005). Cd aynı zamanda, yapraklarda nitrat redüktaz aktivitesini inhibe ederek nitratın emilimini ve köklerden yapraklara taşınmasını azaltmıştır (Hernandez *et al.* 1996).

Farklı dozda ağır metal uygulamalarının rokada DEİ ve DOSİ değeri üzerine etkisi Çizelge 4.3’de sunulmuştur. Cd ve Pb uygulamaları rokada DEİ değerinde artışa neden olmuş ve bu artış doz arttıkça daha fazla olmuştur. Bunun aksine, ağır metal uygulamaları rokada DOSİ değerinin azalmasına yol açmış, en düşük değer Pb 2000 uygulamasında meydana gelmiştir.

Çizelge 4.3. Uygulamaların rokada DEİ ve DOSİ üzerine etkisi

Uygulamalar	Elektriksel iletkenlik	DOSİ
Kontrol	43,99 e***	80,17 a***
Cd 100	49,39 d	74,40 b
Cd 150	64,45 b	71,30 c
Cd 200	68,56 a	66,72 d
Pb 1000	48,88 d	71,41 c
Pb 1500	58,37 c	65,38 de
Pb 2000	63,55 b	63,09 e

***:p<0,001 aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel anlamda farklılık yoktur

Metal toksisitesi, plazma membran geçirgenliğini etkileyerek su içeriğinde azalmaya neden olabilir; özellikle Cd'nin su dengesi ile etkileştiği bildirilmiştir (Barceló *et al.* 1986; Poschenrieder *et al.* 1989; Costa and Morel 1994). Çalışmamızda gözlenen azalan

DOSİ hidrolik iletkenlikteki ağır metal kaynaklı azalmalardan kaynaklanabilir (Ehlert *et al.* 2009). Benzer şekilde, önceki araştırmacılar, ağır metal stresinin bazı bitki türlerinde DOSİ değerinde azalmaya neden olduğunu göstermiştir (Manousaki and Kalogerakis 2009; Ahmad *et al.* 2011).

Bulgularımız, Cd'un fasulyede elektiriksel iletkenlikte artışa yol açtığını bildiren Alyemeni *et al.* (2017)in bulgularıyla paralellik göstermektedir. Ağır metaller serbest radikal üretimine neden olur ve tilakoid membran lipidlerinin oksidatif bozulmasına yol açar, bu gibi durumlarda klorofil yıkımının arttığı ve sentezinin önlendiği bilinmektedir (Asri ve Sönmez 2011).

Çizelge 4.4 incelendiğinde ağır metal uygulamaları konsantrasyonu arttıkça fotosentetik parametrelerin olumsuz etkilendiği görülmektedir. En düşük Pn değeri Pb 2000; en düşük gs Cd 200; en düşük Ci Pb 1500 ve en düşük Tr değeri Cd 200 uygulamalarında meydana gelmiştir. İncelenen fotosentetik parametreler bakımından en yüksek değerler kontrol uygulamasında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.4. Uygulamaların rokada fotosentetik aktivite üzerine etkisi

Uygulamalar	Pn	gs	Ci	Tr
Kontrol	9,10 a***	0,88 a***	382,78 a***	11,04 a***
Cd 100	7,76 b	0,35 d	342,78 b	8,73 c
Cd 150	7,34 c	0,32 de	327,18 c	8,10 d
Cd 200	5,63 f	0,30 e	318,00 cd	6,74 e
Pb 1000	7,76 b	0,62 b	348,61 b	10,50 b
Pb 1500	6,90 d	0,52 c	309,08 d	9,10 c
Pb 2000	6,52 e	0,49 c	312,89 d	8,63 c

***:p<0,001 aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel anlamda farklılık yoktur

Ağır metallerin doğrudan veya dolaylı olarak fotosentetik süreci olumsuz etkilediği önceki araştırmacılar tarafından rapor edilmiştir (Krupa and Baszynski 1995). Kadmiyum gibi bazı ağır metaller, fotosentetik elektron zincirini de bozarak, O₂ ve

IO₂ üretimine yol açabilir. Stomatal açıklık, transpirasyon ve fotosentezin kadmiyumdaki olumsuz etkilendiği bildirilmiştir (Asada and Takahashi 1987; Alloway 1995). Hasan *et al.* (2009), Cd'un stomaların kapanmasını sağlayarak fotosentetik aktiviteyi olumsuz etkilediğini saptamışlardır. Prasad (1999), Cd'nin fotosentetik aktivitenin en önemli inhibitörü olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde, Sharma and Dubey (2005), bitkiye alınan Pb miktarının fotosentezi sınırladığını, su ve mineral dengesini bozduğunu ve hormonal yapıyı ve membran geçirgenliğini olumsuz yönde etkilediğini bildirmektedir. Barceló *et al.* (1986) yaptıkları çalışmada, Cd uygulamasının bekçi hücrelerinde su ve iyon (K ve Ca) taşınımını değiştirdiği bunun sonucunda stoma açılmasının inhibe olduğunu saptamışlardır. Stomalar bitkilerin gaz alışverişinin yapıldığı açıklıklar olduğu için stomaların açılıp kapanmasındaki değişiklikler fotosentez hızını etkilemektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Roka bitkisinde uygulamış olduğumuz kurşun ve kadmiyum ağır metallerinin; bitki gelişimi, fotosentetik aktivite, klorofil miktarı üzerinde olumsuz etki gösterdiğini gözlemlenmiştir. Kurşun ve kadmiyum konsantrasyonları arttırıldığında Roka bitkisindeki canlılık aktiviteleri daha fazla olumsuz etkilenmiştir.

Kirlenici metallerin doğaya salınmasında etkili olan; sanayi kuruluşları, arabalar, gübreler, atık sular gibi kirliliğe sebep olan tüm etkenlerde ağır metal kirliliğini önleyici tedbirler alınmalıdır. Bahsetmiş olduğumuz sanayi üretim tesislerinde doğaya salınımın engellenmesi için filtre sistemleri geliştirilmesi gibi önlemler alınmak zorundadır. Kirliliği önleyici yapacağımız her türlü yatırım topraklarımızın kirlenmesini engelleyici tedbirler arasında yer almaktadır.

Tüm dünyada ağır metal kirliliğinin artması ile beraber, ağır metal kirliliğine karşı bazı doğal önleyici yöntemlerde geliştirilmiştir. Bunlar; fitoremediasyon, bitkisel ekstraksiyon, kök bölgesi filtrasyonu, bitkisel sabitleme, bitkisel bozunma, kök bölgesinde bozunma, hidrolik kontrol ve tampon şerit uygulamaları şeklinde sayılabilir.

Tüm bu doğal yöntemler ağır metal kirliliğinin engellenmesinde birer etkidir. Kirliliği en aza indirerek üretimden maksimum verim ve daha sağlıklı ürünler elde edilmelidir. Bu kirliliği engelleme adına devletlerde yapıcı önlemler almalı, doğaya bilinçsiz şekilde salınan metallerin bitkileri Ağır Metal Stresinin oluşturacağı olumsuz etkilerin önüne geçmesi gerekir. Bu çalışmada, Sera ortamında Roka bitkisinin Cd ve Pb uygulamalarına tepkileri konusunda elde ettiğimiz sonuçların ışığında arazi şartlarında bu stres faktörlerinin ortaya çıkma olasılıkları ve doğal yöntemler ile remediasyon olanakları araştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Ahmad P, Nabi G, Ashraf M 2011. Cadmium-Induced Oxidative Damage in Mustard [Brassica juncea L.) Czern.& Coss.] Plants can be Alleviated by Salicylic Acid. S. Afr. J. Bot.,77: 36-44.
- Alloway, B. J. 1995. Cadmium. pp. 122-152. In Alloway, B. J. (2.ed.) Heavy metals in soils. Blackie, London.
- Al-Qurainy F, Abdulhafed A, Alameri SK (2010). RAPD profile for the assessment of genotoxicity on a medicinal plant; Eruca sativa. J.Med. Plant. Res. 4(7):579-586.
- Altınbaş A, Çengel M, Uysal H, Okur B, Okur N, Kurucu Y, Delibacak S, (2004). Toprak Bilimi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 557. İzmir. 355s.
- Anonim, (2014a). Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği. (Erişim tarihi: Ekim
- Alyemini, M.N., Ahanger, M.A., Wijaya, L., Alam, P., Ahmad, P., 2017. Contrasting tolerance among soybean genotypes subjected to different levels of cadmium stress. Pak. J. Bot., 49(3): 903-911,
- Anonim, 2019a. <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/kadmiyum>
- Anonim, 2019b. <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/kurşun>
- Asada, K., Takahashi, M., 1987. Production and scavenging of active oxygen in photosynthesis. In: Kyle DJ, Osmond C, Arntzen CJ (eds.), Photoinhibition, pp. 227-297. Elsevier, New York.
- Asri FÖ ve Sönmez S (2006). Ağır metal toksisitesinin bitki metabolizması üzerine etkileri. Derim, Batı Akdeniz Tarımsal Enstitüsü, Dergisi, Cilt 23 (2): 36- 45
- Barceló, J. ve Poschenrieder, C. (1990). Plant water relations as affected by heavy metal stress: A review. J. Plant Nutr. 13, 1-37.
- Barceló, J., Poschenrieder, C., Andreu, I., Gunsé, B., 1986. Cadmium-induced decrease of water stress resistance in bush bean plants (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Contender). I. Effects of Cd on water potential, relative water content and cell wall elasticity. J. Plant Physiol. 125:17-25.
- Baszyński, T., Wajda, L., Król, M., Wolińska, D., Krupa, Z. ve Tukendorf, A. (1980). Photosynthetic activities of cadmium treated tomatoplants. Physiol. Plant. 48,365-370.
- Başer, K.H.C., BağBahçe (67-68),26-27) (2016)
- Bayçu, G., 1997. "Picea abies'te Kadmiyum Toksikitesi ve Köklerde Kadmiyum Birikimi" XIII.
- Benavides, M.P., Gallego, S.M., Tomaro, M.L., 2005. Cadmium toxicity in plants. Brazilian Journal of Plant Physiology,(17), 21-34.
- Bergmann W. 1992. Nutritional Disorders of plants. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart. New York.
- Camelo L. G. L., Miguez, S. R., Marban, L.,1997. Heavy Metals Input with Phosphate Fertilizers Used in Argentina. The Science of The Total Environment 204 (3): 245-250.
- Chaffei, C., Pageau, K., Suzuki, A., Gouia, H., Ghorbel, M.H and Masclaux-Daubresse, C., 2004. Cadmium Toxicity Induced Changes in Nitrogen Management in

- Lycopersicon esculentum* Leading to a Metabolic Safeguard Through an Amino Acid Storage Strategy. *Plant Cell Physiol*, 45(11):1681-1693
- Chaoui, A. ve Ferjani, E. (2005). Effects of cadmium and copper on antioxidant capacities, lignification and auxin degradation in leaves of pea (*Pisum sativum* L.) seedlings. *C. R. Biologies* 328, 23-31.
- Chen, Z.S., Lin H.T. and Hseu Z.Y., 2001. Transfer of cadmium into the food chain from aquatic and agricultural ecosystems. In 'Environmental Cadmium in Food Chain: Sources, Pathways and Risks.. 110-115 pp.
- Chugh LK, Sawhney SK 1999. Effect of Cadmium on Activities of Some Enzymes of Glycolysis and Pentose Phosphate Pathway in Pea. *Biologia Plantarum*, 42(3): 401-407
- Costa, G., Michaut, J.C. and Morel, J.L., 1994. "Influence of cadmium on water relations and gas exchanges in phosphorus deficient *Lupinus alba*", *Plant Physiol. and Biochem.*, 32: 105.
- Costa, G., Morel, J.L., 1994. Water relations, gas exchange and amino acid content in Cd-treated lettuce. *Plant Physiol. Biochem.* 32:561-570.
- Cunningham, S.D., Shann J.R., Crowley D.E. and Anderson T.A., 1997. Phytoremediation of Contaminated Water and Soil. *Phytorematadion of Soil and Water Contaminants*, American Chemical Society, Washington, D.C., 2-17 pp.
- Doncheva, S., Nicolov B. and Ogneva V., 1996. 'Effect of copper excess on the morphology of the nucleus in maize root meristem cells', *Phsiol. Plantarum*, 96: 118-122.
- Drażkiewicz M, Baszyński T 2005. Growth Parameters and Photosynthetic Pigments in Leaf Segments of *Zea mays* Exposed to Cadmium, as Related to Protection Mechanisms. *J. Plant Physiol.*, 162(9): 1013-1021.
- Dürüst, N., Dürüst, Y., Tuğrul, D and Zengin, M., 2004. Heavy Metal Contents of *Pinus Radiata* Trees of İzmit (Turkey). *Asian Journal of Chemistry*, Vol. 16, No. 2, 1129-1134.
- Ehlert C, Maurel C, Tardieu F, Simonneau T 2009. Aquaporin-Mediated Reduction in Maize Root Hydraulic Conductivity Impacts Cell Turgor and Leaf Elongation even without Changing Transpiration. *Plant Physiol.*, 150(2): 1093-1104.
- Emamverdian, A., Ding, Y., Mokhberdoran, F., Xie, Y., 2015. Heavy Metal Stress and Some Mechanisms of Plant Defense Response. *Scientific World Journal* Volume 2015, Article ID 756120, 18 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2015/756120>
- Foyer CH, Lopez-Oelgado H, Dat JF, Scott JM. 1997. Hydrogenperoxide- and glutathione-associated mechanisms of acclimatory stress tolerance and signalling. *Physiologia Plantarum* 100: 241-254.
- Gratao, L.P., Polle, A., Lea, P., and Azevedo, A., 2005. Making the life of heavy metalstressed plants a little easier. *Functional Plant Biology*, 32, 481-494.
- Groppa, M.D., Rosales, E.P., Iannone M.F., Benavides, M.P. (2008). Nitric oxide, polyamines and Cd-induced phytotoxicity in wheat roots. *Phytochemistry* 69:2609–2615
- Hagemeyer, J. ve Breckle, S.W. (1996). Growth under trace element stres. *Plant Roots; the hidden half*. 2nd edition. Eds: Y. Waisel, A. Eshel, and U. Kafkafi, ss. 415-433, Dekker, New York.
- Hasan, S. A., Fariduddin, Q., Ali, B., Hayat, S., Ahmad, A., 2009. Cadmium: toxicity and tolerance in plants. *Journal of Environmental Biology*, 30(2)165–74.

- Hassan, M.J., Zhang, G., Zhu, Z., 2008. Influence of Cadmium Toxicity on Plant Growth and Nitrogen Uptake in Rice as Affected by Nitrogen Form. *Journal of Plant Nutrition* 31: 251–262.
- Hernández, L.E., Cárpena-Ruiz, R., Garate, A., 1996. Alterations in the mineral nutrition of pea seedlings exposed to cadmium. *J. Plant Nutr.* 19:1581–1598.
- Hung, N. M., Hiep, N. V., Dung, B. N. and Hai, N. X., (2014). Lead Accumulation In Different Parts Of Okra Plant (*Abelmoschus esculentus*), *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, 9 (6): 190 – 194
- Iqbal N, Masood A, Nazar R, Syeed S, Khan NA 2010. Photosynthesis, Growth and Antioxidant Metabolism in Mustard (*Brassica juncea* L.) Cultivars Differing in Cadmium Tolerance. *Agric. Sci. China*, 9(4): 519-527.
- İşbilir, Ş.S. 2008.Yaprakları Salata-Baharat Olarak Tüketilen Bazı Bitkilerin Antioksidan Aktivitelerinin İncelenmesi. Doktora Tezi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Edirne. 117s.
- Karademir, M. ve Toker M.C., 1995. Ankara'nın bazı kavşaklarında yetişen çim ve bitkilerde egzoz gazlarından gelen kurşun birikimi. II.Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi., 699-711. Ankara.
- Kasım, W. A., (2005). The Correlation Between Physiological And Structural Alterations Induced By Copper And Cadmium Stress İn Broad Beans (*Vicia Faba* L.), *Egyptian Journal Of Biology*, 7: 20 – 32.
- Kennedy,C.D. and Gonsalves F.A.N., 1987. “The action of divalent zinc,cadmium,mercury,copper and lead on the transroot potential and efflux of excised Roots”, *J.Exp. Bot.*, 38:800-817.
- Kloke A, Sauerbeck D R and Vetter H 1984 the contamination of plants and soils with heavy metals and the transport of metals in terrestrial food chains. In *Changing Metal Cycles and Human Health*. Ed. J O Nriagu. Pp 131-141. Springer Verlag, Berlin.
- Köleli, N., Eker, S. ve Cakmak, I. (2004). Effect of zinc fertilization on cadmium toxicity in durum and bread wheat grown in zinc-deficient soil. *Environ. Pollut.* 131, 453-459.
- Krupa Z. and Baszyrski T. (1995), Some aspects of heavy metal toxicity towards photosynthetic apparatus - direct and indirect effects on light and dark reactions. *Acta Physiol. Plant.* 17, 177-190.
- Lidon, F.C., Ramalho J. and Henriques F.S., 1993. “Copper inhibition of rice Photosynthesis” *J. PlantPhysiol.*, 142:12-17.
- Lombardi, L. and Sebastiani L. (2005). Copper toxicity in *Prunus cerasifera*: growth and antioxidant enzymes responses of in vitro grown plants. *Plant Sci.*, 168, 797-802.
- Lyons-Alcantara, M., Tarazona J.V. and Mothersill C., 1996. The differential effect of cadmium exposure on the growth and survival of primary and established cells from fish and mammals. *Cell Biol. and Toxicol.*, 12: 29-38.
- Malik D, Sheoran S, Singh P 1992. Carbon Metabolism in Leaves of Cadmium Treated Wheat Seedlings. *Plant Physiol. Biochem.*, 30: 223–229.
- Manousaki E, Kalogerakis N 2009. Phytoextraction of Pb and Cd by the Mediterranean saltbush (*Atriplex halimus* L.): Metal Uptake in Relation to Salinity. *Environ. Sci. Pollut. R.*, 16: 844-854.

- Mark, K.F. and Hendershot H., 1997. Trace Metals in Montreal Urban Soils and the Leaves of *Taraxacum officinale*. *Can. J. Soil. Sci.*,79:385-387
- Marshner P 2012. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. Third ed. Academic Press; London, UK.
- Meagher, R.B., 2000. Phytoremediation of Toxic elemental and organic pollutants. *C.Op. In Plant Biol.*, 3, 153-162 pp.
- Moreno, J.L., Hernandez, T., Garcia, C., 1999. Effects of a cadmium-containing sewage sludge compost on dynamics of organic matter and microbial activity in an arid soils. *Biol. Fert. Soils* 28:230-237
- Munzuroğlu, O. ve Geçkil, H. (2002). Effects of metals on seed germination, root elongation, and coleoptile and hypocotyl growth in *Triticum aestivum* and *Cucumis sativus*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 43, 203-213.
- Munzuroğlu, Ö. and Geçkil, H., 2002. "Effects of metals on seed germination, root elongation, and coleoptile and hypocotyl growth in *Triticum aestivum* and *Cucumis sativus*", *Environ. Cont. and Toxi.*, 43: 203-213.
- Munzuroğlu, Ö. ve Nazmi G., 2000. Ağır Metallerin Elma (*Malus sylvestris* Miller cv. Golden)'da Polen Çimlenmesi ve Polen Tüpü Gelişimi Üzerine Etkileri. *Turk J.Biol.* (24) 677-684. TÜBİTAK.
- Nussbaum, S., Shetmutz D. and Brunold C., 1988. 'Regulation of assimilatory sulfate reduction by cadmium *Zea mays* L.' *Plant Physiology*, 88:1407.
- Okcu M., Tozlu E., Kumlay A., Pehlivan M., 2009, Ağır Metallerin Bitkiler Üzerinde Etkileri, Iğdır Üniversitesi, Alınları 17 (B) – 2009 14-26.
- Opeolu BO, Adenuga OO, Ndakidemi PA, Olujimi OO 2010. Assessment of Phytotoxicity Potential of Lead on Tomato (*Lycopersicon esculentum* L) Planted on Contaminated Soils. *Inter. J. Physical Sci.*, 5(2): 68-73
- Ouzounidou, G., Eleftheriou E.P and Karataglis S., 1992. 'Ecophysical and ultra structural effects of copper in *Thlaspi ochroleucum*', *Can. J. of Bot.*, 70:947-957.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M. ve Kaptan, H. "Toprak Bilimi", Çeviri:
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M. ve Kaptan, H., 1993. Çukurova Üni. Ziraat Fak. Toprak Bilimi Kitabı, Yayın No: 73, Ders Kitapları yayın No:A-16, ss:77-119, Adana
- Padmaja K, Prasad DDK, Prasad ARK 1990. Inhibition of Chlorophyll Synthesis in *Phaseolus vulgaris* L. Seedlings by Cadmium Acetate. *Photosynthetica*, 24(3): 399-405.
- Patrick, L. 2003. Toxic metals and antioxidants: Part II. The role of antioxidants in arsenic and toxicity. *Altern Med Rev.* 8(2); 112-116.
- Phalsson, A.M.B., 1989. 'Toxicity of heavy metals (Zn, Cu Cd, Pb) to vascular plants' *Water, Air, Soil Pollution* ., 47:287-319.
- Poschenrieder C, Gunsé B, Barceló J (1989) Influence of cadmium on water relations, stomatal resistance, and abscisic acid content in expanding bean leaves. *Plant Physiol.* 90:1365-1371.
- Prasad MNV 1999. Metallothionein and Metal Binding Complexes in Plants. In: Prasad MNV, Hagemeyer J (eds), *Heavy Metal Stress in Plants: From Molecules to Ecosystems*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg., pp: 51-72.
- Punz, W.F. ve Sieghardt, H. (1993). The response of roots of herbaceous plant species to heavy metals. *Environ. Exp Bot.* 33, 85-93.
- Raskin, I. and Ensley (Ed), 2000. *Phytoremediation of toxic metals: using plants to clean up to environment*, John Wiley and Sons, N. York, 303 pp.

- Robinson, B., Russell, C., Hedley, M., Clothier, B., 2001, Cadmium adsorption by rhizobacteria: implications for New Zealand pasture land Agriculture, Ecosystems & Environment, Volume 87, Issue 3, pp. 315-321.
- Saygıdeğer, S., 1995. Lycopersicum esculentum L. Bitkisinin çimlenmesi ve gelişimi üzerine kurşunun etkileri. 2. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi. Ankara. 588-597.
- Schachtschabel, P., Blume, H. P., Brümmer, G., Hartge, K. H., und
- Schützendübel, A., Schwanz, P., Teichmann, T., Gross, K., Langenfeld-Heyser, R., Godbold, D.L., Polle, A., 2001. Cadmium-induced changes in antioxidants systems, hydrogen peroxide content and differentiation in Scots pine roots. Plant Physiology,(127), 887-898.
- Servant, J., 1982. Airbone lead in the enviromental in France ., 595-619., France
- Sharma, P and Dubey, R.S., 2005. Lead toxicity in plants. Braz. J. Plant Physiol., 17(1):35-52.
- Sharma, S.S., Kaul, S., Metwally, A., Goyal, K.C., Finkemeier, I. ve Dietz, K.J. (2004). Cadmium toxicity to barley (*Hordeum vulgare*) as affected by varying Fe nutritional status. Plant Sci. 166, 1287-1295.
- Sneideris, L.C., Gavassi, M.A., Campos, M.L., D'amico-Damiao, V. ve Carvalho, R. F., 2015. Effects of Hormonal Priming on Seed Germination of Pigeon Pea under Cadmium Stress. Anais Da Academia Brasileira de Ciencias, 87 (3), 1847–1852.
- Somashekaraiah, B.V., Padmaja K. and Prasad A.R.K., 1992. 'Phytotoxicity of cadmium ions on germinating seedlings of mung bean (*Phsalis vulgaris*) involvement of lipid peroxides in chloloophyll degradation' Physiol. Plantarum, 85:85-89.
- Soudek, P., Katrusakova, A., Sedlacek, L., Petrova, S., Koci, V., Marsik, P., Griga, M., Vanek, T., 2010, Effect of heavy metals on inhibition of root elongation in 23 cultivars of flax (*Linum usitatissimum L.*), Arch. Environ. Contam. Toxicol., 59 , 194–203.
- Stobart AK, Griffiths WT, Ameen Bukhari I, Sherwood RP 1985. The Effect of Cd²⁺ on The Biosynthesis of Chlorophyll in Leaves of Barley. Physiologia Plantarum, 63(3): 293-298.
- Stolt, J.P., Sneller, F.E.C., Bryngelsson, T., Lundborg, T., ve Schat, H. (2003). Phytochelatin and cadmium accumulation in wheat. Environ. Exp. Bot. 49, 21-28.
- Stresty, T.V.S and Madhava Rao K.v. , 1999. Ultrastructural alterations in response to zinc and nickel stress in the root cell of pigeonpea , Environ Exp. Bot., 41, 3-13
- Ünalın, Ş., 2010. Ağır metal stresi altındaki mısır bitkisinde antioksidant enzim savunma Sisteminin davranışı ve mısırın ağır metal kirliliğinin giderilmesinde Kullanılabilirliğinin araştırılması. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Vassilev A, Yordanov I 1997. Reductive Analysis of Factors Limiting Growth of Cadmium-Treated Plants: A Review. Bulg. J. Plant Physiol., 23(3-4): 114-133
- Verma, S ve Dubey, RS., 2003. Lead toxicity induces lipid peroxidation and alters the activities of antioxidant enzymes in growing rice plants. Plant Sci. 164:645- 655.
- Vitoria, A.P., Lea, P.J., Azevedo, R.A., 2001. Antioxidant enzymes responses to cadmium in radish tissues. Phytochemistry, (57), 701-710.

- Wang, W.S., Shan, X.Q., Wen B. ve Zhang S.Z., (2003).Relationship between the extractable metals from soils and metals takep up by maize roots and shoots. *Chemosphere* 53, 523-530.
- Zengin, F.,K., Munzuroğlu, Ö., 2004. Fasulye fidelerinin (*Phaseolus Vulgaris* L.) kök, gövde ve yaprak büyümesi üzerine kurşun (Pb⁺⁺) ve bakır (Cu⁺⁺)'ın etkileri. *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 17: 1-10
- Zhao Y 2011. Cadmium Accumulation and Antioxidative Defenses in Leaves of *Triticum aestivum* L. and *Zea mays* L. *African J. Biotech.*, 10(15): 2936-2943.



ÖZGEÇMİŞ

15.08.1990 yılında Rize merkezde doğdu. İlkokulu Hüseyin Yardımcı İlkokulunda okudu. Lise Öğrenimini Rize Lisesi'nde gördü. 2010 yılında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri bölümünde üniversite öğrenim hayatına başladı. 2014 yılında mezun oldu. 2016 yılında Yüksek Lisansa başladı. Şu anda Eskişehir Şeker Fabrikasında ziraat mühendisi olarak çalışmaktadır.

