

KURŞUN KİRLİLİĞİNİN TARIMSAL ÜRETİME ETKİLERİ

Sultan DERE

Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, sultan.dere@siirt.edu.tr

ÖZET

Günümüzde giderek daha da önemli bir hale gelen çevre sorunlarından biri de tarım topraklarının kirlenmesidir. Sanayi ve zirai aktivitelerden dolayı oluşan bu sorunların başında da ağır metal kirliliği gelmektedir. Tarım topraklarında meydana gelen ağır metal kirliliği sonucunda, kültür bitkileri tarafından biriktirilmekte ve besin zinciri yoluyla insanlara kadar ulaşabilmektedir. Ağır metaller arasında kurşun (Pb) kirliliği önemli bir yer tutmakta olup, yeryüzündeki doğal kaynaklarda birçok formlarda bulunan ve geniş olarak dağılmış bir ağır metaldir. Çevredeki Pb derişimleri antropojenik aktivitelerden dolayı hızlı bir şekilde artmaktadır. Kurşun zararı, kurşunun moleküllere bağlanmasıyla doğrudan, serbest radikallere bağlanmasıyla dolaylı yoldan olmaktadır. Kurşun ağır metalinin alınımından sakınma, biriktirme ve savunma gibi mekanizmalar geliştirerek bitkiler kendilerini kurşun ağır metalinin stresinden koruyabilmektedirler. Kurşun uygulamasının bitki türüne, doza ve süreye bağlı olarak enzim aktivitesini, su balansını, büyüme ve gelişmeyi, mineral madde alınımı ve taşınımını, hormon düzeyini ve membran permabilitesini etkilediği bilinmektedir. Bu derleme, ağır metallere kurşun kirliliğinin tarımsal üretime etkileri konusunda yapılmış uluslararası çalışmaların değerlendirilmesini yapmak ve farkındalık oluşturmak amacıyla hazırlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kurşun(Pb), ağır metal, bitkisel üretim

THE EFFECT OF LEAD POLLUTION ON AGRICULTURAL PRODUCTION

ABSTRACT

Pollution of agricultural lands is one of the environmental problems that is becoming more and more important nowadays. Heavy metal pollution is at the forefront of these problems due to industrial and agricultural activities. As a consequence of the heavy metal pollution that occurs in the agricultural soil, these pollutants are accumulated by the cultivated plants and reach the human body through the food chain. Lead pollution has an important place among heavy metals. Lead is a heavy metal widely distributed and present in many forms on earth's natural resources. Concentrations of lead in the environment are rapidly increasing due to anthropogenic activities. Lead damage occurs indirectly by binding lead to free radicals or directly by binding to molecules. Plants can protect themselves from the stress of lead heavy metal by developing mechanisms such as avoidance, accumulation and defense from the intake of lead heavy metal. It is known that lead application affects enzyme activity, water balance, growth and development, mineral matter uptake and transport, hormone level and membrane permability depending on plant type, dose and duration. When all these conditions are taken into consideration, avoiding heavy metal lead stress

has become an important field of work that can increase productivity in plant production and affect human health as well as to attain quality standards.

Keywords: Lead(Pb), heavy metal, plant production

GİRİŞ

Kurşun, yeryüzündeki doğal kaynaklarda birçok formlarda bulunan ve geniş olarak dağılmış bir iz metaldir (Nriago, 1992). Kurşun derişimleri çevrede antropojenik aktivitelerden dolayı hızlı bir şekilde artmaktadır. Şehirleşmenin yoğun olduğu yerlerde, endüstriyel atıkların bulunduğu alanlarda ve sularda ciddi Pb düzeyleri rapor edilmiştir (Singh ve ark. 1997). Kurşun insanlar tarafından yapılan faaliyetlerden dolayı biyosfere salınmış olup, günümüzden 4000-5000 yıl öncesine kadar, gümüş üretimi esnasında yan ürün olarak antik uygarlıklar tarafından keşfedilmiş, kurşun üretimi ve kullanımı tarih boyunca giderek artış göstermiştir. Su borularında ve su saklama haznelarında Roma İmparatorluğu zamanında kurşun kullanılmış olup, bu kullanım şeklinin Roma İmparatorluğunun sonunu hazırladığı görüşünü günümüz bilim adamları ve tarihçiler ortaya atmaktadırlar (Henssler ve Gospage, 1987).

Kurşunlu benzin ve boya maddelerinin yanı sıra yiyecekler ve su da kurşun kaynağı olabilmektedir. Özellikle endüstriyel ve şehir merkezlerine yakın yerlerde yetişen yiyecekler, tahıllar, baklagiller, bahçe meyveleri ve birçok et ürünü bünyesinde normal seviyelerin üzerinde kurşun bulundurmaktadırlar. Su borularında kullanılan kurşun kaynaklar ve eski evlerde bulunan kurşun tesisatlarda, kurşunun suya karışmasına sebep olabilmektedirler. Kozmetik malzemelerde bulunan birçok pigment ve diğer ana maddelerde kurşun bulundurulur. Diğer taraftan sigara ve böcek ilaçları da kurşun kaynakları arasında sayılabilirler. Endüstriyel olarak kuyumculuk sektöründe altın rafinasyon ve geri kazanımı esnasında illegal olarak önemli oranda kurşunun oksit halinde atmosfere atılmasına neden olmaktadır. İnsan vücudundaki kurşun miktarı tahmini ortalama olarak 125-200 mg civarındadır ve normal koşullarda insan vücudu normal fonksiyonlarla günde 1-2 mg kadar kurşunu atabilme yeteneğine sahiptir. Birçok kişinin maruz kaldığı günlük miktar 300-400 mg geçmemektedir. Buna rağmen çok eski iskeletler üzerinde yapılan kemik analizleri günümüz insanı kemiklerinde, atalarımızdakinin 500-1000 katı kadar fazla kurşun bulunduğunu göstermektedir (Dunne ve ark. 1993).

109

Kurşun Kaynakları

Karasal ve sucul ekosistemlerde Pb önemli bir kirleticidir. Doğal ayrışan Pb'nin yanında Pb'nin ana kaynakları otomobil, Pb kullanan fabrikaların bacaları, depolanan pil artıkları, egzoz dumanı, sanayi, madencilik ve Pb cevherleri, metal kaplama, gübre, pestisit ve boyalar ve mazottur (Eich ve ark., 1999). Benzinde oktanı arttırmak için Pb kullanılır. Otomobil egzozu kentsel alanlarda Pb kirliliğini arttırmaktadır. Pb bileşikler otomobiller tarafından salınan önemli kirleticilerdir. Karayolları yanında büyüyen bitkiler, genellikle başka yerlerden daha fazla kurşuna maruz kalmaktadır. Kentleşmeyle birlikte içerisinde büyük oranda Pb ve diğer metallerin bulunduğu çamurlar tarla ve bahçelere aktarılmaktadır (Paivoke, 2002). Kurşun ile kirlenmiş toprakta Pb düzeyi 400-800 mg/kg aralığında iken sanayileşmiş bölgelerde 1000 mg/kg düzeyindedir (Angelone ve Bini, 1992). Kurşun içeren partiküller maddeler hava hareketleriyle çok uzak mesafelere taşınır. Cadde ve karayolları üzerinde biriken Pb yağmur sularıyla birlikte yüzey akıntılarında taşınması dolayısıyla geçtiği yerdeki suları ve toprakları kirletmektedir (Laxen ve Harrison, 1977).

Kurşunun Fizyolojik ve Biyokimyasal Etkileri

Farklı fizyolojik mekanizmalarla aşırı kurşun alınımı engellenmektedir (Nwosu ve ark. 1995), ancak bu fizyolojik mekanizmalara karşın bitkiler belirli miktarlarda kurşunu almakta ve çeşitli

dokularında depolayabilmektedirler (Sawidis ve ark. 1995; Xiong, 1997). Kurşun dozlarının belirli seviyelerinden itibaren bitkilerdeki fizyolojik fonksiyonları ve biyokimyasal olayları direkt veya dolaylı olarak etkilediği bilinmektedir. Tohum çimlenmesi (Azmat ve ark. 2006), fide büyümesi (Kıran ve Munzuroğlu, 2004), mineral besin alınımı (Kopittke ve ark. 2007), terleme (Rolfe ve Bazzaz, 1975), fotosentez (Parys ve ark. 1998), enzim aktivitesi (Van Assche ve Cliisters, 1990), nükleik asit yapısı (Eichhorn ve ark. 1985), klorofil biyosentezi (Symeonidis ve Karataglis, 1992) ve mitoz bölünme (Kıran ve Şahin, 2005) gibi çok sayıda olay bitki dokularında kurşun birikimi fazla olursa olumsuz yönde etkilenir. Bunlara membranlarda hasar (Kennedy ve Gonsalves, 1989), hormon dengesinin bozulması ve su ilişkisinin değişmesi (Zengin ve Munzuroğlu, 2004) gibi fizyolojik olaylar da eklenebilir.

Kurşun etkisinde kalan bitkilerde Pb'nin miktarları yükselirken fotosentez hızlarının azaldığı bulunmuştur. Kurşunun bu etkilerinin stomaların CO₂ direncinin ve su difüzyonunun değişimiyle ilgili olabileceği düşünülmüştür (Bazzaz ve Govindjee, 1974). Ayrıca, Pb klorofil biyosentezini de engellemiştir. İnhibe edilmiş fotosentez kısmen yapraklarda azalan klorofil miktarıyla ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Balsberg Pahlsson, 1989). Bitkilerde yeşil aksamlar Pb taşınımında köklere göre geride kalmaktadır. Kurşuna dayanıklı bitkilerin geliştirildiği yere yüksek konsantrasyonda metal vermeliyiz ki ancak fotosentezi etkilemesini sağlarız. Pb'nun Avrupa Ladini (*Picea abies*) fidelerinin köklerinde kök uzamasını engellediği fakat Pb'nun fotosentezde net bir farklılık yaratmadığı görülmüştür. Bunun yanında klorofil içeriğinde de bir farklılık görülmemiştir. (Godbold ve Hüttermann, 1987). Toprak kültürünün Pb ile kontamine edilmesi ve bu kontamine toprakta yetiştirilen *Platanus occidentalis* fidelerinin büyümelerinde ve biyokütlelerinde azalma ile birlikte terleme ve fotosentezde de azalma olmuştur (Carlson ve ark. 1977).

Kurşun toksisitesinin bitkilerde fotosentez olayına etki eden önemli bir faktör olduğu saptanmıştır. Pb'nin fotosentezin hızını değişik şekilde etkilediği görülmüştür. Kurşunun yapraktaki fotosentezi %50 oranında önlediği tespit edilmiştir. Kloroplastlarda da fotosentezin engellendiği bildirilmiştir (Miles ve ark. 1972). Kurşunun yapraklarda fotosentez hızını azaltması bazı koşullara bağlı olabileceğini bildiren birçok araştırma tarafından bildirilmiştir. Örneğin, stomaların kapanması (Rolfe ve Bazzaz, 1975), kloroplastik organizasyonun bozulması (Rebechini ve Hanzelly, 1974), fotosentez metabolitlerinin değişmesi (Bazzaz ve Govindjee, 1974; Sarkar ve Jana, 1987), kurşunun'nun kloroplastlarda önemli olan Mg ve Mn gibi önemli iyonları değiştirmesi, fotosentetik pigmentlerin yeniden sentezinin önlenmesi, canlıda ve laboratuvar ortamında pigment moleküllerinin azalmasıyla birlikte klorofil ve karotenoidlerin parçalanması (Kumar ve ark. 1993), yulaf (Fiussello ve Molinari, 1973), su bitkileri (Jana ve Chaudhary, 1984), soya fasulyesi (Prasad ve Prasad, 1987; Dabas, 1992), mısır ve bezelye (Sinha ve ark. 1988a; Sinha ve ark. 1988b) gibi bitkilerde toplam klorofil miktarı emiliminin kurşun tarafından engellendiği gözlenmiştir (Rebechini ve Hanzelly, 1974).

Pb(NO₃)₂ ile muamele edilen yeksek yapılı bitkilerden *Ceratophyllum demersum*'un kloroplastta grana ve stromanın azalmasına sebep olmuştur. Fotosistem II etkinliğini kurşun klorürün ortam pH'sına bağlı olarak engellediği ya da uyarıcı etki ettiği belirtilmiştir. İspanakta 5 mM Pb ile fotosentetik karbon asimilasyonu için gerekli olan iki enzim (Ribuloz 1,5-bifosfat karboksilaz ve Ribuloz-5 Fosfat kinaz) inhibe edilmiştir (Hamppe ve ark. 1973).

Su ve besin alınımı gibi fizyolojik olaylar ağır metallere karşı hassastır. *Pisum sativum*'un sürgün ve kökleri 2000 mg/L'lik Pb konsantrasyonu ile muamele edilmiştir ve iyonların iyon taşıyıcılarına engel olarak sürgün ve köklerde Fe, Mn ve Zn konsantrasyonlarında düşüş olduğu saptanmıştır. Kurşunun besin içeriğine etkisi bitki büyümesine göre değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Balsberg Pahlsson, 1989).

Enzimlerin aktivitelerini etkilemesinin sebebi kurşunun önemli fonksiyonel grup olmasıdır. Birçok enzimin aktivitesini, kurşun önemli fonksiyonel grup olarak hareket ettiği için etkiler. Bitkilerde

hidroliz yapan enzimlerin ve peroksidazın aktivitesinin kurşun uygulamasıyla bozulduğu, yaşlanmada bir yükseliş olduğu görülmüştür.

Çözünebilir protein ve serbest aminoasit içeriğinde kurşun muamelesiyle yükseliş gözlenmiştir (Lee ve ark. 1976). Kurşunun köklerden üst organlara yani yeşil aksamalara taşınımı az olduğundan dolayı, köklerde kurşuna karşı fizyolojik ve biyokimyasal tepkiler daha fazla olmuştur. 200 mg/L Pb'ye maruz kalmış *Zea mays*'ta kök ve sürgün oranında düşüş olmakla birlikte köklerin protein içeriğinde bir azalma olmuş, fakat sürgünlerde bir değişikliğe rastlanmamıştır. Pb miktarının yapraktaki fosfoenolpiruvat karboksilazın aktivitesine etki ettiği ve Pb miktarının gelişimde önemli azalmalara sebep olduğu görülmüştür (Balsberg Pahlsson, 1989).

Bitkilerde önemli bir metabolik olay olan azot asimilasyonu ile ilgili çok az çalışma yapılmıştır. Nitrat asimilasyonunda çok az miktarda sentezlenen nitrat redüktaz enzimi *Sorghum* yapraklarında, 10-100 Mm Pb ile inhibe edildiği saptanmıştır (Venkataraman ve ark. 1978). Pb'nin düşük konsantrasyonu salatalık filizlerinde nitrat redüktaz aktivitesini ve nitrat alımını engellemiştir (Burzynski ve Grabowaski, 1984). NR aktivitesi soya (Huang ve ark. 1974), *Zostera marina* köklerinde, bezelye ve mısır yapraklarında (Sinha ve ark. 1988a; Sinha ve ark. 1988b), susam kök ve yapraklarında inhibe edilmiştir. Pb'nin 150 mg/L konsantrasyonu *Triticum aestivum* köklerinde nitrat redüktaz aktivitesi azalmışken, 25mg/L'lik Pb konsantrasyonunda artmıştır (Bhandal ve Kaur, 1992). Kurşunun çeşitli konsantrasyonları 24 saat boyunca *Hydrilla verticillata* ve *Vallisneria spiralis*'e uygulandıktan sonra nitrat redüktaz aktivitesinde önemli değişimler gözlenmiştir (Gupta ve Chandra, 1994). Nodülasyon, amonyak asimilasyon ve nitrojenaz enzimleri üzerine Pb'nin etkileri araştırılmıştır. Pb ihtiyacını karşılayan bitkilerin genç yapraklarında ve sürgünlerinde çözünebilir protein ve total organik azot miktarında artışlar görülmüştür (Singh ve ark. 1997). Gelişmekte olan kök ve sürgünlerde Pb translokasyona neden olurken kotiledondaki toplam organik azot miktarında düşüşe sebep olmuştur. Kurşun uygulaması yaşlı bitkilerin organik azot içeriğini azaltırken, bitki bölümlerinde de azot sentezinin azalmasına sebep olmuştur (Sinha ve ark. 1988a; Sinha ve ark. 1988b).

Kurşun Kirliliğinin Tarımsal Üretim Üzerine Etkileri ile İlgili Çalışmalar

Farklı kurşun derişimlerinin *Spartina alterniflora* tohumların çimlenmesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada Funicelli ve Mrozek (1982) farklı kurşun dozlarının çimlenme oranını azalttığı belirtilmiştir.

Ağır metallere olan kadmiyum, kurşun, nikel konsantrasyonlarının otsu bitkilerde, ağır metallere dozlari artıka konu olan tüm türlerin bitki ağırlığı, kök uzunluğu ve hacmi, sürgün büyümesi gibi bitki gelişimi özelliklerinde önemli düzeylerde azalmalar meydana getirdiği rapor edilmiştir (Ewais, 1997).

Papilionaceae, *Crucifereae* ve *Graminae* familyalarına ait 25 çeşit bitki üzerinde tohum kabuklarının kurşuna karşı gösterdiği tepkiyi ve çimlenmenin bu ağır metalden nasıl etkilendiğini araştıran Wierzbicka ve Obidzinska (1998), çimlenmeyi geciktirdiği ve kurşun geçirgen özelliği olan tohum kabuklarının da artan dozlara bağlı bir şekilde tohumların çimlenme yeteneğini azalttığı gözlemlenmiştir.

Kurşunun farklı dozlarının (0, 10, 50, 100 ve 150 ppm), domates ve ıspanak tohumlarının çimlenmesine etkisini inceledikleri bir çalışmada Hameed ve ark. (2001) kurşun dozlarındaki artışla birlikte domates ve ıspanak tohumlarının çimlenme oranının azaldığı rapor edilmiştir.

Mercimek (*Lens culinaris*) tohumlarının çimlenmesi, fide büyümesi ve yaş-kuru ağırlık değişimleri üzerine klor tuzu halinde kullanılan kurşunun etkilerini araştırıldığı çalışmada, kurşun uygulanan

fidelerin yaş ve kuru ağırlıklarında da önemli düşüşlerin olduğu ve fidelerde solgunluk, kloroz ve nekroz görüldüğü rapor edilmiştir (Kıran ve Munzuroğlu, 2004).

Önemli çevre kirleticilerinden biri olan kurşunun mercimek tohumlarının çimlenmesi, kök büyümesi ve kök ucu hücrelerinin mitoz bölünmeleri üzerine etkilerini araştırıldığı çalışmada Kıran ve Şahin (2005) Kurşunun doz artışına paralel olarak, hücre bölünmesinin azaldığı, c- mitoz ve multipolar anafaz gibi çeşitli mitotik anormalliklerin arttığı bildirilmiştir.

Kırıkkale il merkezinin çeşitli bölgelerinden toplanan karaçam yapraklarında taşıtların sebep olduğu kurşun kirliliğini araştırdığı çalışmada Çavuşoğlu ve ark. (2006) en yoğun kurşun kirliliğine Zafer Caddesinden alınan yaprak örneklerinde (% 58,783), en azı ise Rafineri bölgesinden alınan örneklerde (% 12,023) rastlanıldığı rapor edilmiştir.

Kurşunun bazı mısır çeşitleri üzerine etkisini araştırdığı çalışmada Ayhan (2006) kurşun konsantrasyonunun artışına bağlı olarak çeşitlerin yapraklarındaki pigment içeriğinin önemli derecede azaldığı, ayrıca klorofil miktarının karotenoidlere göre ağır metal stresinden daha çok etkilendiği tespit edilmiştir.

İki farklı domates çeşidi üzerine ve 0, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50 ve 100 mg/kg farklı derişimlerdeki Pb uygulanması çalışmasında Aksu ve Yıldız (2007) her iki çeşitte de kuru madde üretimi artan Pb konsantrasyonlarının etkisi önemli olduğu ve artan Pb düzeyleri Pb alınımını arttırdığı ve P, Ca, Zn ve Mn alınımını azalttığı rapor edilmiştir.

Toksik metallere kurşunun su kültüründe uygulanan farklı derişimlerinin (0, 10, 100 mg/L) ekmeclik buğday çeşitlerinden Tosunbey'de bazı fizyolojik özellikler üzerine etkilerini araştırdığı bir çalışmada Doğan ve Çolak (2009) kurşun uygulaması sonucu bitki kök ve otsu gövdesinde protein olmayan SH gruplar ve prolin miktarlarında artış olması, bunların kurşun toksisitesine karşı bitkinin vereceği tepkide rol oynayabileceğine bir işaret olduğu belirtilmiştir.

Buğday bitkisinde kurşun, çinko ve kadmiyum ve ABA ve GA3 hormon ve ağır metallere birlikte uygulanması kök ve sürgün büyümesi üzerine olan etkilerini süreye bağlı olarak (5. ve 10. gün) araştırıldığı çalışmada Ergün ve Öncel (2009) kök ve sürgün büyümesinin engellenmesi ağır metallere konsantrasyon ve uygulama zamanı artışına paralel olduğu belirtilmiştir.

Bazı önemli yazlık sebzelerin (domates, biber, patlıcan, hıyar, karpuz, bamyada, mısır, kabak, kavun ve fasulye) çimlenmesi üzerine kurşunun artan dozlarının etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada Akıncı ve Çalışkan (2010) domates, biber, patlıcan, hıyar, kabak, fasulye ve mısırdaki 100 mg/L Pb'de, karpuz ve bamyada 400 mg/L Pb'de, kavunda 800 mg/L Pb'de çimlenme indeksi azaldığı bildirilmiştir.

Farklı kurşun derişimlerinin (0, 25, 50, 100, 200, 250 ve 500 ppm) *N. Officinale* üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada Keser ve Saygıdeğer (2010) Uygulama miktarıyla dokularda Pb derişimi arttığı belirtilmiştir. Pb uygulanan bitkilerin yapraklarında malondialdehit içeriğinin artışının kanıtı olan lipid peroksidasyonu artmasının gösterilebileceği ve antioksidant enzimlerin aktivitesinde kurşun stresi önemli farklılıklara sebep olduğu rapor edilmiştir.

Gaziantep'te atık suların tarımsal sulamada kullanılmasında kurşun miktarının bazı bitkilerin (*Lycopersicum esculentum*, *Capsicum annuum*, *Solanum melongena*, *Zea mays*) farklı organlarında (kök, gövde, yaprak) ve bu bitkilerin yetiştiği alana ait topraklardaki kurşun miktarı üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada Kafadar ve Saygıdeğer (2010) bitkilerde ve bitkilerin yetiştirildiği toprak ve sulama suyunda ölçülen kurşun miktarlarının kontrol bölgesine göre önemli düzeyde artış gösterdiği rapor edilmiştir.

Kurşunun üç farklı seviyesinin 0 (T0), 23 g PbCl₂ (T1) ve 48 g PbCl₂ (T2), 21 farklı yapraklı sebzelerde etkisinin araştırıldığı çalışmada LiNa ve ark. (2010) yaprağında yüksek oranda kurşun (Pb) içeren Kişniş, Huangxin kerevizi, Baijianye amarant, Huaya tatlı marulları ve Liuye su ispanağının duyarlı türler olduğu bildirilmiştir.

Lemna gibba ve *Groenlandia densa* bitkilerine 0, 0.5, 5, 10, 20 mg/L konsantrasyonlarında nikel nitrat, kadmiyum nitrat ve kurşun nitrat tuzlarına bitkilerin ağır metal biriktirme kapasitelerindeki değişimin ölçüldüğü çalışmada Parlak (2010) *L. gibba* ve *G. densa*'nın nikel, kadmiyum ve kurşun için iyi birer akümülatör olduğu aynı zamanda, protein ve fotosentetik pigmentlerin önemli derecede azalması, düşük oranda nikel, kadmiyum ve kurşun ile kirlenmiş sucul ortamın temizlenmesinde *L. gibba* ve *G. densa*'nın uygun bitkiler olduğu rapor edilmiştir.

Perlit ortamında yetiştirilen yerfıstığının (*Arachis hypogae* L. cv. Sultan) kurşunun derişimlerinin (0, 10, 100 ve 1000 mg/L) büyüme ve gelişimleri üzerine etkisi incelendiği bir çalışmada (Sultan, 2012) Pb miktarı artıkça metalin olumsuz etkisinin arttığı aynı zamanda uygulamayla birlikte yer fıstığı fidelerinin kök, gövde ve yapraklarındaki miktarının da yükseldiğini rapor etmiştir.

Bazı sebzelerde ağır metal kontaminantı konusunda Huang ve ark. (2014) yaptığı bir çalışmada As, Cd, Hg, ve Pb'nin sebze alımıyla birlikte insanlarda sağlık riski oluşturabileceğini rapor etmişlerdir.

Tuza toleransı daha önceden belirlenmiş patlıcan genotipleri üzerine yüksek ağır metal içeriğine sahip sulama suyu uygulamasının etkisinin araştırıldığı çalışmada bitkilerin abiyotik streslere dayanımda benzer tepkiler verdiği bildirilmiştir (Kıran ve ark.2014.)

Kıvırcık salata bitkisinin bazı morfolojik ve biyokimyasal özelliklere kurşun stresinin etkisini belirlemeyi amaçlayan bir çalışmada (Kıran ve ark. 2015) kurşun stresine karşı korunmada kıvırcık salata bitkisinde antioksidatif enzim sisteminin son derece önemli olduğu belirlenmiştir.

Daha önceden kuraklığa ve tuz stresine toleransları belirlenen 4 adet kültür patlıcanı ve 6 adet yabancı patlıcan türleri ve hibritlerinden oluşan anaçlarına Pb stresinin etkisinin belirlenmesi çalışmasında genotiplerin abiyotik streslere farklı tepkiler verebildiği ve stres faktörlerinden birine dayanımı yüksek olanın diğer abiyotik strese dayanımı daha düşük veya daha yüksek olabileceği bildirilmiştir. Anaç kullanımının meyvede kurşun birikimini il ilgili anaç ve aşılama çalışmalarının yapılması gerektiğini rapor etmişlerdir (Topal ve ark. 2017).

SONUÇLAR

Günümüzde giderek daha da önemli bir hale gelen çevre sorunlarından biri de tarım topraklarının kirlenmesidir. Evsel, endüstriyel ve zirai faaliyetler sonucu çevreye yayılan ağır metallere kurşunun neden olduğu kirlilik giderek artarak hava, su ve toprağı kirletmekte ve insan, hayvan ve bitki sağlığında ciddi sorunlara neden olmaktadır. Kurşun olumsuz özellikleriyle hala en önemli kirleticiler arasında yer almasına karşın, modern hayatta kurşun kullanımına duyulan ihtiyaçtan dolayı yakın geleceğe kadar toprakların kurşun (Pb) tarafından kirlenmesinde bir azalmanın muhtemel olmadığı belirtilmektedir. Ekonomik açıdan önemli yeri olan ihracat ürünleri, yaşanan kalıntı ve bulaşan problemleri nedeniyle ihracat da sorunlar yaşamasına neden olmakta ve ihracat oranlarımız bu sorunlar nedeniyle düşmektedir bu da ekonomik kayıp anlamına gelmektedir. Bu tür sorunlarla karşılaşmamak ya da bu sorunları çözebilmek için üretimin en başından en sonuna kadar (tohumdan depolamaya kadar) zararlı olan her madde (ağır metal, toksin vb) için önlemlerin alınması büyük önem arz etmektedir. Bu durumlar göz önüne alındığında, ülkemizde ağır metal kurşun stresinden kaçınılması, ağır metal kurşun stresine dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi, kurşun (Pb) metaliyle bulaşık olan alanların ıslah edilmesi, bitkisel üretimde verimin artırılması ve kalite standartlarının

yakalanmasının yanı sıra insan sağlığını etkileyebilecek koşulların öngörülmesi ve bitkisel üretimde gerekli önlemlerin alınması önem arz etmektedir.

AÇIKLAMA

Bu çalışma, International Conference on Agriculture, Forest, Food, Sciences and Technologies (ICAFOF 2017 Cappadocia) adlı kongrede sözlü özet bildiri olarak sunulmuştur.

KAYNAKLAR

- Akıncı, İ.E., Çalışkan, Ü. 2010. Kurşunun bazı yazlık sebzelerde tohum çimlenmesi ve tolerans düzeyleri üzerine etkisi. *Ekoloji*, 74, 164-172.
- Aksu, E., Yıldız, N. 2007. Besin çözeltilisine Artan Seviyelerde Uygulanan Cd ve Pb İyonlarına Farklı Domates Çeşitlerinin Tepkisinin Belirlenmesi. *Journal Of The Faculty Of Agriculture*, Cilt 38, Sayı 2.
- Angelone, M., Bini, C. 1992. Trace elements concentrations in soils and plants of western Europe. In: Adriano DC (ed), *Biogeochemistry of Trace Metals*, pp. 19-60. Lewis Publishers, Boca Raton, London.
- Ayhan, B. 2006. Mısır (*Zea mays* L.)'ın bazı çeşitlerinde ağır metal (Pb, Cd) stresinin etkilerinin belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Azmat, R., Haider, S., Askari, S. 2006. Effect of Pb on germination, growth, morphology and histomorphology of *Phaseolus mungo* and *Lens culinaris*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9, 979-984.
- Balsberg Pahlsson, A.M. 1989. Toxicity of heavys (Zn, Cu, Cd, Pb) to vascular plants. *Water, Air and Soil Pollution*, 47, 287-319.
- Bazzaz, M. B., Govindjee. 1974. Effect of lead chloride on chloroplast reaction. *Environmental. Letters*.175-191.39
- Bhandal, I.S. Kaur, H. 1992. Heavy metal inhibition of nitrate uptake and in vivo nitrate reductase in roots of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Indian Journal of Plant Physiology.*, 35, 281-284.
- Burzynski, M., Grabowaski, A. 1984. Influence of lead on nitrate uptake and reduction in cucumber seedlings. *Acta Societatis Botanicarum Poloniae* , 53, 77-86
- Carlson, R. W., Stukel, J. J., Bazzaz, F.A. 1977. In environmental contamination by lead and other heavy metals (G. L. Krolfe and K. S. Reinhold, eds.) Institute for Environmental Studies, Urbana Illinois, pp. 51-66.
- Çavuşoğlu, K., Çakır., Talip, K. 2006. Kırıkkale İlinin Çeşitli Bölgelerinde Yol Kenarlarından Toplanan *Pinus Nigra* (J.F. Arnold) Subsp. *nigra* var. *caramanica* (Loudon) Rehder

Türündeki Kurşun (Pb) Kirliliğın Araştırılması. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* Sayı **11**, 11-26.

Çolak, U. 2009. Gaziantep İlinde Ekimi Yapılan Ekmeklik Buğday Çeşitlerinde (Tosunbey, Ceyhan 99) Kurşun Stresinin Fizyolojik ve Morfolojik Etkileri ile Kurşuna Tolerans Düzeylerinin Belirlenmesi. Gaziantep Üniversitesi, Biyoloji Enstitü Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi.

Dabas, S., 1992. To study the effect of lead on efficiency of nitrogen fixation and nitrogen assimilation in *Vigna radiata* (L.) Wilczek. Ph. D., Thesis, M. D.University, Rohtak.

Dogan, M., U. Çolak. 2009. *Triticum aestivum* L. cv. Tosunbey'e Uygulanan Kurşunun Bazı Fizyolojik Özelliklere Etkisi. *Ekoloji* **73**, 98-104.

Dunne, J.M., Greening, P. 1993. European emis-sion standards to the year 2000, Institution Mechanical Engineers, second seminar, MEP, 1-8.

Eich, M.J., Peak, J.D., Brady, P.V., Pesek, J.D. 1999. Kinetics of lead adsorption and goethite: Residence time effect. *Soil Science*, **164**,28-39.

Eichhorn, G.L., Butzow, J.J., Shin, Y.A. 1985. Some effects of metal ions on DNA structure and genetic information transfer. *Journal of Biosciences*, **8/3-4**, 527-535.

Ergün, N., Öncel, I. 2009. Ekmeklik (Buğdayda *Triticum aestivum* L.) İlk Gelişme Döneminde Kök ve Gövde Büyümesi Üzerine Bazı Ağır Metal ve Metal –Hormon Uygulamalarının Etkileri *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, **19(1)**, 11-17.

Ewais, E.A., 1997. Effect of Cadmium, Nickel and Lead on Growth, Chlorophyll Content and Proteins of Weeds. *Biologia Plantarum*, **39 (3)**, 403- 410.

Fiussello, N., Molinari, M. T. 1973. Effect of lead on plant growth. *Allionia*, **19**, 89-96

Funicelli, N.A., Mrozek, E. 1982. Effect of Zinc and Lead on Germination of *Spartina alterniflora* Loisel Seeds at Various Salinities. *Environmental and Experimental Botany*, **22(1)**, 23-32.

Ghosh, M., Singh S.P. 2005. Comparative uptake and phytoextraction study of Soil induced chromium by accumulator and high biomass weed species. *Applied. Ecology and Environmental Research*, **3**, 67-79.

Godbold, D. L., Hutterman, A. 1987. In Lindberg, S. E., Hutchinson, T. C. (eds), Heavy metals in the environment, *Vol. II International Conference*, New Orleans, Sept. pp 253.41

Gupta, M., Chandra, P. 1994. Lead contamination in *Vallisneria spiralis* and *hydrilla verticillata* (L. F.) Rogle. *Journal of Environmental Science and Health A*, **29(3)**, 503-516.

- Hameed, N., Siddiqui, Z.S., Ahmed, S. 2001. Effects of Copper and Lead on Germination, Accumulation and Phenolic Contents of *Spinacea oleracea* and *Lycopersicum esculentum*. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, **4(7)**, 809-811.
- Hampe, R., Ziegler H., Ziegler, I. 1973. The effect of lead ions on the $^{14}\text{CO}_2$ fixation and on the ATP synthesis by spinach chloroplast. *Biochem Physiol Pflanzen Journal*, **164**,126–134.
- Henssler, H., Gospage, S. 1987. Standarts of the European Community, SAE Special Publications, 69-83.
- Huang, C. Y., Bazzaz, F. A., Vanderhoef, L.N. 1974. The inhibition of soybean metabolism by Cd and Pb. *Plant Physiology*, **54**, 122-124
- Huang, Z., Pan, X.D., Wu, P.G., Han, J.L., Chen, Q. 2014. Heavy metals in vegetables and the health risk to population in Zhejiang, China. *Food Control* 36 (2014) 248-252.
- Jana, S., Chaudhury, M. A. 1984. Synergistic effect of heavy metals pollutants on senescence in submerged aquatic plants. *Water, Air and Soil Pollution* , **21**, 351-357
- Kafadar F.N., Saygıdeğer, S. 2010. Gaziantep İlinde Organize Sanayi Bölgesi Atık Suları ile Sulanan Bazı Tarım Bitkilerinde Kurşun (Pb) Miktarlarının Belirlenmesi. *Ekoloji*, **75**, 41-48.
- Kennedy, C.D., Gonsalves, F.A.N. 1989. The action of divalen Zn, Cd, Hg, Cu and Pb ions on the ATPase activity of a plasma membrane fraction isolated from roots of *Zea mays*. *Plant and Soil*, **117/2**, 167-175.
- Keser, G., Saygıdeger, S. 2010. Effects of lead on the activities of antioxidant enzymes in watercress, *Nasturtium officinale* R.Br. *Biological Trace Element Research*, **137**, 235-243.
- Kıran, S., Özkay, F., Kuşvuran, Ş., Ellialtıoğlu, Ş.Ş. Ağır metal içeriği yüksek sularla sulanan patlıcan bitkilerine uygulanan humik asidin bazı morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikler üzerine etkisi . *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(6): 280-288, 2014.
- Kıran, Y., Munzuroğlu, Ö. 2004. Mercimek (*Lens culinaris medik.*) tohumlarının çimlenmesi ve fide büyümesi üzerine kurşunun etkileri. *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **16/1**, 1-9.
- Kıran, Y., Şahin, A. (2005). The effects of the lead on the seed germination, root growth and root tip cell mitotic divisions of *lens culinaris medik.* *Gazi University Journal of Science*. **18/1**, 17-25.
- Kıran, S., Özkay,F., Kuşvuran, Ş.,Ellialtıoğlu, Ş. 2015. Kurşunun Kıvırcık Salata (*Lactuca sativa* var. *crispa*) Bitkisinin Bazı Morfolojik ve Biyokimyasal Özelliklerine Etkisi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 5(1): 83-88.

- Kopittke, P.M., Asher, C.J., Blamey, F.P.C., Menzies, N.W. (2007). Toxic effects of Pb+2 on the growth and mineral nutrition of signal grass (*Brachiaria decumbens*) and Rhodes grass (*Cloris gayana*). *Plant and Soil*, **300/1-2**, 127-136.
- Kumar, G., Singh, R. Sushila P. 1993. Nitrate assimilation and biomass production in *Sesamum indicum* L. seeding in lead enriched environment. *Water, Air and Soil pollution* ,**66**, 163-171.
- Laxen, D.P.H., Harrison, R.M. 1977. The highway as a source of water pollution: an appraisal of heavy metal lead. *Water Research*, **11**, 1-11.
- Lee, K. C., Cunningham, B. A., Chung, K. H., Paulson, G. M., Laing, G. H. 1976. Lead effect on several enzymes and nitrogenous compounds in soybean leaf. *Journal Environmental Quality* , pp. 357-359.
- Li Na,C., Shao Ying,A., MingDeng, T., Meng Jun, L., Zhao Bing, Z., Yan Hong, W., Jian Wu, Y. 2010. Plant growth and lead uptake of leafy vegetables under lead stress. *Journal of Agro-Environment Science* 2010 Vol.29 No.7 pp.1232-1238 ref.27
- Topal, M.N., Kıran, S., Ateş, Ç., Ekici, E., Ellialtıoğlu, Ş.Ş., Tıprıdamaz, R., Baysal Furtana, G. B., Sönmez, K. 2017. Kuraklık ve tuz stresine toleransı yüksek patlıcan ıslah hatlarında ağır metal (Pb) toleransının belirlenmesine yönelik olarak ticari anaçlarla mukayeseli bir çalışma. *Derim* 34(1):1-10
- Miles, C. D., Brandle, J. R., Daniel, D. J., Chuder, O., Schnare, P. O., Uhlick, D. J. 1972. Inhibition of photosystem II isolated chloroplast by lead. *Plant Physiology*, **49**, 820-825.
- Nriago, O.J., 1992. Toxic metal pollution in Africa. *TheScience of the total environment. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.* **121**, 1- 37.
- Nwosu, J.U., Harding, A.K., Linder, G. 1995. Cadmium and lead uptake by edible crops grown in a silt loam soil. *Bulletin of Environmental Contmination and Toxicology.* **54/44**, 570-578.
- Paivoke, A.E.A. 2002. Soil lead alters phytase activity and mineral nutrient balance of *Pisum sativum*. *Environmental Experimental Botany*, **48**:61-73.
- Parlak, K.U. 2010. *Lemna gibba* ve *Grolendia dense* da Ağır Metal Toksisitesine Karşı Oluşturulan Antioksidant Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora tezi.
- Parys, E., Romanowska, E., Siedlecka, M., Poskuta, J. 1998. The effect of lead on photosynthesis and respiration in detached leaves and in mesophyll protoplasts of *Pisum sativum*. *Acta Physiologiae Plantarum.* **20/3**, 313-322.
- Prasad, D. D. K. Prasad, A. R. K., 1987. Effect of lead and mercury on chlorophyll synthesis in Mung Bean seedlings. *Phytochemistry*, **26**, 881-883.
- Rebechini, H.M., Hanzelly, L. 1974. Lead induced ultrastructural changes in chloroplast of the hydrophytes. *Z. Pflanzenphysiologie.* **73**,377-386.

- Rolfe, G.L., Bazzaz, F.A. 1975. Effect of lead contamination on transpiration and photosynthesis of loblolly pine and Autumn olive. *Forest Science*, **21/1**, 33–35.
- Sarkar, A., Jana, S. 1987. Effect of combination of heavy metals on hill activity of *Azolla pinnata*. *Water, Air, and Soil Pollution*, **35**, 141-145.
- Sawidis, T., Marnasidis, A., Zachariadis, G., Stratis, J. 1995. A study of air pollution with heavy metals in Thessaloniki city (Greece) using trees as biological indicators. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, **28/1**, 118-124.
- Singh, R. P., Tripathi, R. D., Sinha, S. K., Maheshwari, R., Srivastava, H. S. 1997. Response of higher plants to lead contaminated environment. *Chemosphere*, **34**, 2467-2493.
- Sinha, S. K., Srivastava, H. S., Mishra, S. N. 1988a. Nitrate assimilation in intact and excised maize leaves in the presence of lead. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, **41**, 419-426.
- Sinha, S. K., Srivastava, H. S., Mishra, S. N. 1988b. Effect of lead on RNA and nitrate assimilation in Pea leaves. *Acta Societatis Botanicarum Poloniae*, **57(4)**, 457-463
- Dere, S. 2012. Kurşun Uygulamasının Yerfıstığındaki (*Arachis hypogaea* L.) Fizyolojik Etkileri. Yüksek lisans tezi, Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
- Symeonidis, L., Karataglis, S. 1992. The Effect of lead and zinc on plant growth and chlorophyll content of *Holcus lanatus* L. *Journal of Agronomy and Crop Science*, **1/68**, 108-112.
- Van Assche. ve Clijsters, H. 1990. Effects of metals on enzyme activity in plants. *Plant Cell and Environment*, **13**, 195-206.
- Venkataraman, S., Veeranianeyulu, K., Ramdas, V. S. 1978. Heavy metal inhibition of nitrate reductase. *Indian Journal Experimental Biology*, **16**, 615-616.
- Wierzbicka, M., Obidzinska, J. 1998. The Effect of Lead on Seed Imbibition and Germination in Different Plant Species. *Plant Science*, **137**, 155-171.
- Xiong, Z.T. (1997). Lead uptake and effects on seed germination and plant growth in a Pb hyperaccumulator *Brassica pekinensis* Rupr., *Bulletin Environmental Contamination and Toxicology*, **60**, 285-291.
- Zengin, F. K., Munzuroğlu, Ö. 2004. Effects of lead (Pb⁺⁺) and copper (Cu⁺⁺) on the growth of root, shoot and leaf of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, **17(3)**, 1-10.