



## The Effects of Increasing Doses of Lead Applications on Growth, Pb And Microelement Concentrations of Tobacco Varieties

Ahmet Kınay<sup>1,a</sup>, Halil Erdem<sup>2,b,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Gaziosmanpaşa University, 60240 Tokat, Turkey

<sup>2</sup>Department of Soil Science and Plant Nutrition, Faculty of Agriculture, Gaziosmanpaşa University, 60240 Tokat, Turkey

\*Corresponding author

| ARTICLE INFO   | ABSTRACT  |
|--|---|
| <p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 28/06/2019<br/>Accepted : 31/10/2019</p> <p><b>Keywords:</b><br/>Tobacco<br/>Heavy metal<br/>Lead<br/>Yield<br/>Concentration</p> | <p>Lead (Pb) is a hazardous heavy metal pollutant for humans, animals and plants when the certain threshold concentrations exceeded. Tobacco can accumulate higher concentrations of Pb, and the genotypic differences of tobacco in Pb uptake and the response to Pb have not been clearly determined. The aim of this work was to determine the effects of various lead levels (Pb 0, 0.25, 2.5 and 10 mg kg<sup>-1</sup>) on biomass (shoot and root) production, Pb concentration and micro nutrient concentrations of two tobacco (Xanthi/2A and Nail) varieties. Tobacco plants were grown under controlled conditions, and required macro (N, P and K) and micro (Fe and Zn) nutrients were applied along with increased doses of Pb. The concentrations of Pb, Zn, Fe, Mn and Cu concentrations in shoot and dry matter yield (shoot and root) of two tobacco varieties were determined. The increased doses of Pb significantly affected the dry matter yield. Despite the decrease in root and shoot, it was found that tobacco varieties caused significant increases in shoot lead concentrations. Increasing doses of lead to significant increases and decreases in green parts Zn, Fe, Mn and Cu concentrations of tobacco varieties. As a result, it is revealed that Nail and Xanthi / 2A tobacco varieties have a Pb concentration of less than 1.0 mg kg<sup>-1</sup>, even at the highest lead dose, but tobacco products made with tobacco varieties grown in lead contaminated soils constitute a risk for tobacco smokers.</p> |

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(12): 2083-2088, 2019

## Artan Dozlarda Kurşun (Pb) Uygulamalarının Tütün Çeşitlerinin Büyüme, Pb ve Mikro Element Konsantrasyonlarına Olan Etkileri

| MAKALE BİLGİSİ   | ÖZ  |
|--|---|
| <p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 28/06/2019<br/>Kabul : 31/10/2019</p> <p><b>Anahtar Kelimeler:</b><br/>Tütün<br/>Ağır metal<br/>Kurşun<br/>Verim<br/>Konsantrasyon</p> | <p>Kurşun (Pb), belirli eşik konsantrasyonları aştığında insanlar, hayvanlar ve bitkiler için tehlikeli olan bir ağır metaldir. Tütün bünyesinde yüksek konsantrasyonlarda kurşun biriktirebilen bir bitkidir. Kurşun alımında tütün genotipleri arasındaki farklılıklar ve bitkilerin kurşuna verdikleri henüz cevap açıkça belirlenmemiştir. Bu çalışmanın amacı, Pb dozlarının (Pb 0; 0,25; 2,5 ve 10 mg kg<sup>-1</sup>) iki farklı tütün çeşidinin (Xanthi/2A ve Nail) biyomas (kök ve yeşil aksam) üretimi, Pb konsantrasyonu ve mikro besin konsantrasyonları üzerindeki etkilerini belirlemektir. Kontrollü koşullar altında yetiştirilen tütün çeşitlerine artan Pb dozları ile birlikte temel makro (N, P ve K) ve mikro (Fe ve Zn) besin elementleri verilmiştir. İki farklı tütün çeşidinde biomas üretimi (kök ve yeşil aksam kuru madde verimi), yeşil aksam Pb, Zn, Fe, Mn ve Cu konsantrasyonları belirlenmiştir. Artan dozlarda Pb uygulaması ile çeşitlerin kuru madde verimi önemli ölçüde etkilenmiştir. Kök ve yeşil aksamda ortaya çıkan azalmaya karşın, artan dozlarda kurşun uygulamaları ile tütün çeşitlerinin yeşil aksam kurşun konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli artışlara neden olduğu ortaya çıkmıştır. Artan dozlarda Pb uygulaması ile tütün çeşitlerinin yeşil aksam Zn, Fe, Mn ve Cu konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli artış ve azalışlara neden olduğu ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak en yüksek kurşun dozunda dahi Nail ve Xanthi/2A tütün çeşitlerinin yeşil aksamında 1,0 mg kg<sup>-1</sup>'in altında Pb konsantrasyonuna sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Buna rağmen kurşun ile kirlenmiş topraklarda yetişen tütün çeşitleri ile yapılan tütün mamulleri insanlar için risk teşkil etmektedir.</p> |

<sup>a</sup> [ahmetkinay@gmail.com](mailto:ahmetkinay@gmail.com)

<sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0003-4554-2148> | [erdemh@hotmail.com](mailto:erdemh@hotmail.com)

<sup>c</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3296-1549>



## Giriş

Kurşun insan faaliyetleri sonucu ekolojik sisteme ciddi zarar veren ilk ağır metaldir. Kurşun atmosfere metal veya bileşik olarak yayıldığı ve her durumda toksik özellik taşıdığından dolayı çevresel kirlilik yaratan en önemli ağır metaller arasında yer almaktadır (Nagajyoti ve ark., 2010). Kurşun (Pb) atom numarası 82 ve atom kütlesi 207,19 g/mol olan mavi-gümüş rengi karışımı, erime noktası 327,5°C, kaynama noktası ise 1740°C olan bir elementtir (Rooney, 1999). Kurşun endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerde yaygın olarak kullanılması nedeniyle çevrede sık rastlanılan bir elementtir. Otomobil endüstrisi, batarya ve benzin katkısı olarak tetraetil ve tetrametil olarak kullanılmasının yanı sıra kurşun içeren pestisidlerin kullanılmasıyla da topraklara ulaşabilmektedir (Smith, 1976). Toprak ortamında Pb'un ortalama konsantrasyonunun 25 mg kg<sup>-1</sup> olduğu (Kabata-Pendias ve Pendias 2007), normal tarım topraklarında Pb konsantrasyonu ise 100 mg kg<sup>-1</sup> altında olduğu bildirilmiştir (Angelone ve Bini, 2017). Kurşun toprak profilinde düzenli dağılıma sahip değildir ve büyük oranda hidroksitler özellikle Fe ve Mn elementleri ile birlikte bulunur (Kabata-Pendias ve Terelak, 2004). Bazen Pb karbonat ve fosfat ile kompleksleşmiş şekilde de bulunabilmektedir. Genellikle Pb toprağın yüzey katmanlarında yoğunluk göstermekte olup, çoğunlukla organik madde tarafından adsorbe edilmektedir. Bu yüzden Pb'un mobilitesi diğer ağır metallere göre çok düşüktür. Elektronegatif açıdan bakıldığında kurşunun elektronegatif değeri, Cd ve Zn ya göre daha fazladır (Pb>Cd>Zn). Bu yüzden Pb diğer metallere göre topraklarda daha güçlü şekilde tutulmaktadır (Alumaa ve ark., 2007). Yapılan birçok çalışmada kurşuna maruz kalan bitkilerin tohumlarının çimlenmesinin engellenmesi, kök ve gövde uzamasında azalma (Fargasova, 1994), klorofil biyosentezinde inhibisyon (Miranda ve Ilangovan, 1996), kloroz (Johnson ve ark., 1977), fotosentez miktarında azalma (Bazzaz ve ark., 1974), birçok enzimde indüksiyon ve inhibisyon (Van Assche and Cliisters, 1990), hücre yapısında bozulma (Xiong, 1997) gibi olumsuzluklar görülmektedir. Sonuç olarak, kurşunun bu olumsuz etkileri bitkilerin büyüme ve gelişmesini sekteye uğratmaktadır (Fargasova, 1994). Kurşun elementi, hücre turgoru ve hücre duvarı stabilitesini olumsuz etkilemesi, stoma hareketlerini ve yaprak alanını azaltması nedeniyle bitki su rejimini de etkilemektedir. Aynı zamanda kökler tarafından tutulması ve kök gelişimini azaltması nedeniyle bitkilerin katyon ve anyon alımını azaltmakta dolayısıyla besin alımını da etkilemektedir (Sharma ve Dubey, 2005). Yapılan bazı çalışmalarda köklerdeki Pb birikim oranı gövde

aksamı ile karşılaştırıldığında gövdeye oranla köklerde yüksek oranda birikim olduğu belirlenmiştir (Verma ve Dubey 2003). Çeşitli bitki organlarının Pb içeriği kök> yaprak> gövde> tohum sırasıyla azalmaktadır. Fakat bitki türüne ve yaşına göre Pb'un biriktiği yer ve miktarı değişmektedir (Antosiewicz 1992). Kurşun toksisitesinin etkileri diğer organlara oranla köklerin fazla metali biriktirmesi nedeni ile köklerde görülür (Xiong, 1998). Tütün yapraklarında yüksek konsantrasyonlarda ağır metalleri biriktirebilme yeteneğine sahip bir bitkidir. Ağır metal alımı ve yapraklarda birikimi bakımından ortaya çıkan farklılıkların nedenleri arasında çeşit özellikleri, tarımsal uygulamalar, toprakların ağır metal konsantrasyonu, iklim koşulları, toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri yer almaktadır (Lugon-Moulin ve ark., 2004; Kawashima ve ark., 2004).

Bu çalışmanın amacı; artan dozlarda Pb uygulamalarının iki farklı tütün çeşidinin büyümesi üzerindeki etkileri ile farklı Pb dozlarında yetiştirilen tütün çeşitlerinin Pb ve mikro element alımlarına olan etkisini belirlemektir.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Denemede 2 farklı (Xanthi/2A ve Nail) tütün çeşidi kullanılmıştır. Xanthi/2A tütün çeşidi; orta erkenci, bitki boyu 125-140 cm ve yaprak sayısı 28-30 adet arasında değişen bir çeşittir. Yaprak yüzeyi kabarcıklı, yaprak şekli elips, yaprak ucu sivri-az sivri, çaplar oranı 1,6-1,7, çiçek rengi ise açık pembe. Yaprakları gövdeye eğik bir açı ile bağlı ve yaşmaklı bir tütün çeşididir. İnce dokulu, çok kokulu, nikotin oranı 1,6 ve şeker oranı %15 olarak belirlemiş bir tütün çeşididir. Nail tütün çeşidi; bitki şekli konik, orta boylu, sık yapraklı (40-45 yaprak), yarı küresel-açık pembe çiçekli. Küçük kıtali, zenepli-dar kanatlı, oval, omuzlu, hafif karınlı, açık yeşil, yaprak yüzeyi hafif kabarcıklı, yaprak çapı 1,8-1,9, erkenci, verimi iyi (100 Kg /da), kuraklığa dayanıklılığı iyi nikotin: %0,80-1,20, indirgen şeker %9-11, olarak belirlenmiş bir tütün çeşididir (Peksüslü, 1998). Sera denemesinde kullanılan toprak Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama Arazisinden alınmıştır. Deneme toprağının tekstürü siltli tın, organik maddesi az (%1,18), alkali karakterli (pH 8,02), kireç içeriği yüksek (%15,8) ve tuzsuz olup (%0,017), DTPA'da ekstrakte edilebilir Zn konsantrasyonu 0,52 mg kg<sup>-1</sup>, Fe konsantrasyonu 2,11 mg kg<sup>-1</sup>, Cd konsantrasyonu (0,005 mg kg<sup>-1</sup>) ise çok düşüktür. Ekstrakte edilebilir P konsantrasyonu 2,35 mg kg<sup>-1</sup>, K konsantrasyonu ise 167 mg kg<sup>-1</sup>'dir.

### Yöntem

Sera denemesi tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Plastik saksıların kullanıldığı denemede her saksıya 2250 g toprak koyulmuştur. Temel gübreleme olarak tüm saksılara 250 mg kg<sup>-1</sup> N, Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 100 mg kg<sup>-1</sup> P, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> formunda, 2 mg kg<sup>-1</sup> Fe, Fe-EDTA formunda ve 2 mg kg<sup>-1</sup> Zn, ZnSO<sub>4</sub>.7 H<sub>2</sub>O formunda uygulama homojen olarak toprağa yapılmıştır. Denemeye konu olan kurşun (Pb) 4 farklı dozda (0, 0,25; 2,5 ve 10 mg Pb kg<sup>-1</sup> toprak) ve Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> formunda uygulanmıştır. Kurşun uygulamaları denemenin kurulması esnasında diğer gübreler ile birlikte homojen bir şekilde toprakla karıştırılarak yapılmıştır. Saksı başına 1 adet tütün fidesi dikilmiş, bitkiler günlük olarak su ihtiyaçlarına göre saf su ile sulanmıştır. Bitkiler yeşil aksamda meydana gelen büyüme gerilemesine bağlı olarak denemenin 48. gününde hasat edilmiştir. Hasat edilen bitki örnekleri (kök ve tüm bitki) 48 saat boyunca 70°C'de kurutulmuş, hassas terazi ile kuru madde verimleri belirlendikten sonra tüm bitki örnekleri agat değirmeninde öğütülmüştür. Öğütülen örneklerden 0,2 gr. tartılarak mikrodalga cihazında (Mars Xpress) yaş yakma metoduna göre H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-HNO<sub>3</sub> asit karışımında yakılmıştır. Daha sonra bu örneklerde ICP cihazında Pb, Zn, Mn, Fe ve Cu okuması yapılmıştır (Kaçar ve İnal, 2008).

### İstatistiksel Analizler

İki farklı tütün çeşidi ve Pb dozlarının tütün bitkisinin Pb alımına, kök ve tüm bitki kuru madde verimi ve tüm bitki (yeşil aksam) Zn, Fe, Mn ve Cu konsantrasyonlarına etkilerinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı tek yönlü varyans analizi

(ANOVA) testi uygulanarak belirlenmiştir. Dozların etkilerinin homojen gruplara ayrılması işlemine ise DUNCAN testi yapılmıştır. İstatistiksel analizlerde SPSS 21.0 paket programı kullanılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

#### Kök ve Yeşil Aksam Kuru Madde Verimi, Yeşil Aksam Pb Konsantrasyonu

Artan dozlarda Pb uygulaması ile iki farklı tütün çeşidinin yeşil aksam ve kök kuru madde verimleri ile yeşil aksam Pb konsantrasyonları Çizelge 1'de verilmiştir. Toprağa artan dozlarda Pb uygulaması ile 2 farklı tütün bitkisinin yeşil aksam kuru madde (P<0,05) ve kök verimlerinde (P<0,01) istatistiksel olarak önemli düzeyde azalmaların olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 1). Nail çeşidinin kontrol dozu koşullarında (Pb0) 13,2 g bitki<sup>-1</sup> olan yeşil aksam kuru madde verimi Pb10 dozu koşullarında %104 düzeyinde bir azalma göstererek 6,46 g bitki<sup>-1</sup>'ye düşmüş, Xanthi/2A çeşitinde ise bu durum Pb0 dozunda 10,88 g bitki<sup>-1</sup> olan yeşil aksam kuru madde verimi Pb10 dozunda %96,7 düzeyinde azalma göstererek 5,53 g bitki<sup>-1</sup>'ye düşmüştür. Benzer durum kök kuru madde verimlerinde de ortaya çıkmıştır. Kontrol uygulamasına göre Nail çeşidinin kök kuru madde verimi Cd10 dozunda %225,5; Xanthi/2A çeşitinde ise %208 düzeyinde azalma meydana gelmiştir (Çizelge 1). Sonuçlardan da görüleceği üzere çalışmada kullanılan her iki çeşidinde artan Pb uygulamalarına karşı kök ve yeşil aksam kuru madde verimi bakımından verdikleri tepki benzer olmuştur. Yüksek Pb konsantrasyonları bitkilerde hücre bölünmesini geciktirir ve bitki boyunun uzamasını azaltır.

Çizelge 1 Artan dozlarda Pb uygulamasının tütün çeşitlerinin kök ve yeşil aksam kuru madde verimi ile yeşil aksam Pb konsantrasyonuna etkisi

Table 1 The effect of increasing doses of Pb application on root and green component dry matter yield and green component Pb concentration of tobacco cultivars

| Çeşit         | Pb Dozu (mg kg <sup>-1</sup> ) | Yeşil aksam KMV (g bitki <sup>-1</sup> )* | Kök KMV (g bitki <sup>-1</sup> )** | Yeşil aksam Pb konsantrasyonu (mg kg <sup>-1</sup> ***) |
|---------------|--------------------------------|---|------------------------------------|---|
| Nail          | 0                              | 13,20 <sup>a</sup>                        | 4,46 <sup>a</sup>                  | 0,14 <sup>c</sup>                                       |
|               | 0,25                           | 7,29 <sup>b</sup>                         | 2,05 <sup>b</sup>                  | 0,17 <sup>c</sup>                                       |
|               | 2,5                            | 6,67 <sup>b</sup>                         | 1,87 <sup>b</sup>                  | 0,51 <sup>b</sup>                                       |
|               | 10                             | 6,46 <sup>b</sup>                         | 1,37 <sup>b</sup>                  | 0,80 <sup>a</sup>                                       |
|               | Ortalama                       | 8,40                                      | 2,44 <sup>B</sup>                  | 0,40  |
| Xanthi/2A     | 0                              | 10,88 <sup>a</sup>                        | 5,58 <sup>a</sup>                  | 0,11 <sup>d</sup>                                       |
|               | 0,25                           | 9,13 <sup>ab</sup>                        | 4,14 <sup>b</sup>                  | 0,18 <sup>c</sup>                                       |
|               | 2,5                            | 7,92 <sup>ab</sup>                        | 2,64 <sup>c</sup>                  | 0,43 <sup>b</sup>                                       |
|               | 10                             | 5,53 <sup>b</sup>                         | 1,81 <sup>c</sup>                  | 0,92 <sup>a</sup>                                       |
|               | Ortalama                       | 8,37                                      | 3,54 <sup>A</sup>                  | 0,41  |
| Çeşit×Pb dozu |                                | ns  | ns                                 | **  |

KMV: Kuru madde verimi, \*P<0,05; \*\*P<0,01; \*\*\*P<0,001; ns: istatistiksel olarak önemli değil

Çizelge 2 Artan dozlarda Pb uygulamasının tütün çeşitlerinin yeşil aksam Zn, Fe, Mn ve Cu konsantrasyonuna etkisi (mg kg<sup>-1</sup>)  
Table 2 The effect of increasing doses of Pb on the green component Zn, Fe, Mn and Cu concentrations of tobacco cultivars.

| Çeşit         | Pb Dozu (mg kg <sup>-1</sup> ) | Zn*               | Fe**                | Mn*               | Cu***             |
|---------------|--------------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| Nail          | 0                              | 26,7 <sup>b</sup> | 211,4 <sup>a</sup>  | 63,0 <sup>a</sup> | 3,61 <sup>b</sup> |
|               | 0,25                           | 35,4 <sup>a</sup> | 151,9 <sup>bc</sup> | 49,9 <sup>b</sup> | 3,78 <sup>b</sup> |
|               | 2,5                            | 34,8 <sup>a</sup> | 128,7 <sup>c</sup>  | 51,2 <sup>b</sup> | 8,82 <sup>a</sup> |
|               | 10                             | 34,9 <sup>a</sup> | 175,1 <sup>b</sup>  | 44,8 <sup>b</sup> | 9,14 <sup>a</sup> |
|               | Ortalama                       | 33,0 <sup>A</sup> | 166,8 <sup>A</sup>  | 52,2              | 6,34 <sup>A</sup> |
| Xanthi/2A     | 0                              | 17,6 <sup>b</sup> | 140,9               | 52,7 <sup>b</sup> | 2,40              |
|               | 0,25                           | 26,2 <sup>a</sup> | 126,7               | 40,8 <sup>c</sup> | 4,01              |
|               | 2,5                            | 24,6 <sup>a</sup> | 165,3               | 62,7 <sup>a</sup> | 2,99              |
|               | 10                             | 28,2 <sup>a</sup> | 154,7               | 59,8 <sup>a</sup> | 2,96              |
|               | Ortalama                       | 24,1 <sup>B</sup> | 146,9 <sup>B</sup>  | 54,0              | 3,09 <sup>B</sup> |
| Çeşit×Pb dozu |                                | ns                | **                  | **                | ***               |

\*P<0,05; \*\*P<0,01; \*\*\*P<0,001; ns: istatistiksel olarak önemli değil

Biyokimyasal ve morfolojik değişiklikler nedeni ile Pb bitki büyümesini ve gelişimini olumsuz şekilde etkiler. Sonuç olarak, aşırı Pb konsantrasyonları bitkilerin kuru madde birikiminden daha fazla bitki büyümesinin inhibe etmesine neden olduğunu gösteren oldukça fazla çalışma bulunmaktadır (Janjatovic et al., 1991). Sera koşullarında ayçiçeği bitkisine 4 farklı dozda (0; 0,1; 10 ve 1000 µM Pb) Pb uygulaması ile ayçiçeği bitkisinin kuru madde veriminde önemli azalmaların meydana geldiği bildirilmiştir. Kurşun uygulamasının yapılmadığı durumda 456,4 mg bitki<sup>-1</sup> olan ayçiçeği bitkisinin yeşil aksam kuru madde verimi Pb nin 1000 µM dozunda ise 375,5 mg bitki<sup>-1</sup>'ye düştüğü bildirilmiştir (Kastori ve ark., 1998). Çalışmada ortaya çıkan önemli başka bir sonuç ise Pb uygulaması ile tütün çeşitlerinin yeşil aksam kuru madde verimlerine göre kök kuru madde verimlerinde daha fazla azalmanın görülmesidir. Elde ettiğimiz sonuçlar benzer şekilde çeltik bitkisine 500 ve 1000 µM Pb uygulaması ile bitkinin yeşil aksam kuru madde verimlerinde %25, buna karşın kök kuru madde verimlerinde ise %42 düzeylerinde azalmaların olduğu bildirilmiştir (Sharma ve Dubey, 2005).

Artan dozlarda Pb uygulamaları ile tütün çeşitlerinin yeşil aksam Pb konsantrasyonlarında istatistiksel olarak (P<0,001) önemli artışlara neden olduğu ortaya çıkmıştır (Çizelge 1). Nail çeşidinin Pb0 dozu koşullarında 0,14 mg kg<sup>-1</sup> olan Pb konsantrasyonu Pb10 dozunda 0,80 mg kg<sup>-1</sup>'e, Xanthi/2A çeşidinde ise bu durum Pb0 dozunda 0,11 mg kg<sup>-1</sup> olan Pb konsantrasyonu, Pb10 dozunda 0,92 mg kg<sup>-1</sup>'e çıkmıştır. Kurşunun bitkilerin kök ve yapraklarındaki konsantrasyonlarda ortaya çıkan büyük farklılıklar, köklerden sürgün ve yeşil yapraklara doğru metallerin taşınmasında önemli bir kısıtlama getirdiği bildirilmiştir (Dahmani ve ark., 2000). Aktif olarak büyüyen bitkilerin köklerinin,

Pb'nin yer üstü bitki kısımlarına hareketini sınırlayan bir bariyer sağladığı; bundan dolayı, Pb'nin köklerde birikmesi, yer üstü bitki kısımlarından daha yoğun olduğu bildirilmiştir (Wierzbicka, 1987). Bozhinova (2016) tütün ile ilgili yaptıkları bir çalışmada Pb'nin tütün organlarındaki birikiminin yaprak> çiçek> gövde şeklinde sıralandığını, olgun yapraklarda Pb içeriğinin ise 9,1 ila 12,1 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu değerler Tsotsolis ve ark. (2002) tarafından yapılan bir çalışmada elde edilen sonuçlar ile benzer olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar, oryantal tütün için Pb konsantrasyonunun 3,1 ile 10,5 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği, bu değerlerin içerisinde en yüksek Pb konsantrasyonlarının en alt yapraklarda olduğu bildirilmiştir. Literatür bilgilerine göre değerlendirdiğimizde denemede kullanılan her iki tütün çeşidinin de yeşil aksamında Pb10 dozunda bile 1,0 mg kg<sup>-1</sup>'in altında Pb konsantrasyonuna sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

#### Yeşil aksam Zn, Fe, Mn ve Cu konsantrasyonu

Artan dozlarda Pb uygulaması ile iki farklı tütün çeşidinin yeşil aksam Zn, Fe, Mn ve Cu konsantrasyonları Çizelge 2'de verilmiştir. İki farklı tütün çeşidine artan dozlarda Pb uygulaması ile çeşitlerin yeşil aksam Zn, Fe, Mn ve Cu konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli artış ve azalışlara neden olduğu ortaya çıkmıştır. Örneğin Nail çeşidinin Pb0 dozunda 211,4 mg kg<sup>-1</sup> olan Fe konsantrasyonu Pb10 dozunda 175,1 mg kg<sup>-1</sup>'e düşmüş, Xanthi/2A çeşidinde ise Pb0 dozunda 140,9 mg kg<sup>-1</sup> olan Fe konsantrasyonu Pb10 dozunda 154,7 mg kg<sup>-1</sup>'e yükselmiştir (Çizelge 2).

Toprak ortamında bulunan yüksek konsantrasyonlardaki Pb, yetişen bitkilerde mineral besin maddelerinin dengesizliğine neden olur. Kurşunun, bitkilerde mineral besin maddelerindeki dengesizliğine neden olan etkisi genellikle dolaylı

olmaktadır. Kurşun toksisitesi altındaki bitkilerde besin içeriğinde ve bitkideki besin elementlerinin oranlarında önemli değişiklikler meydana gelmektedir (Pendias, 1992). Çoğu durumda kurşun, kök sistemine katyonların (K, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu ve Fe) ve anyonların ( $\text{NO}_3^-$ ) girişini engellemektedir. Kurşun, birçok iyonun, köklerin absorpsiyon bölgelerinden erişimini fiziksel olarak engellemektedir (Godbold ve Kettner, 1991). Kök uçlarındaki ve bazal köklerdeki kurşun seviyeleri benzer görünse de kurşun köklerdeki mineral elementlerin seviyesini değiştirir. Bitki kök uçları kurşuna maruz kaldığında bitkinin Fe, Zn ve Ca konsantrasyonlarında azalmalara neden olmaktadır (Hausling ve ark., 1988).

Literatür bilgilerinin aksine, elde edilen sonuçlara baktığımızda toprağa artan dozlarda Pb uygulaması yapıldığında tütün bitkisinin Zn, Fe, Mn ve Cu konsantrasyonlarında artış ve azalışlar meydana gelmiştir. Bu da Pb stresi altında yetişen bitkilerin iyon alımında meydana gelen azalmasının en önemli nedeninin bitki köklerinin Pb toksisitesine bağlı olarak zarar görmesi ile beraber kök büyüme ve gelişmesinin engellenmesi şeklinde açıklanabilir.

## Sonuç

Bu çalışmada Nail ve Xanthi / 2A tütün çeşitlerinin artan dozlarda Pb uygulamalarına karşı tepkileri test edilmiştir. Elde edilen sonuçlardan da görüleceği üzere her iki tütün çeşidi de Pb uygulamalarına karşı kök verimi, yeşil aksam kuru madde verimi ve Pb konsantrasyonları bakımından benzer tepkiler vermişlerdir. Her iki çeşidinde artan Pb uygulamaları altında kök ve yeşil aksam kuru madde verimlerinde istatistiksel açıdan önemli azalmaların olduğu ve bu azalmaların çeşitler arasında da benzer olduğu görülmüştür. Kök ve yeşil aksamda ortaya çıkan azalmaya karşın, artan dozlarda Pb uygulamaları ile tütün çeşitlerinin yeşil aksam Pb konsantrasyonlarında istatistiksel olarak ( $P < 0.001$ ) önemli artışlara neden olduğu ortaya çıkmıştır. Nail çeşidinin Pb0 dozu koşullarında  $0,14 \text{ mg kg}^{-1}$  olan Pb konsantrasyonu Pb10 dozunda  $0,80 \text{ mg kg}^{-1}$ 'a, Xanthi/2A çeşidinin ise Pb0 dozunda  $0,11 \text{ mg kg}^{-1}$  olan Pb konsantrasyonu Pb10 dozunda  $0,92 \text{ mg kg}^{-1}$ 'a çıkmıştır. Artan dozlarda Pb uygulaması ile tütün çeşitlerinin yeşil aksam Zn, Fe, Mn ve Cu konsantrasyonlarında istatistiksel olarak önemli artış ve azalışlara neden olduğu ortaya çıkmıştır. Literatür bilgilerine göre sonuçlar değerlendirildiğinde Nail ve Xanthi / 2A tütün çeşitlerinin yeşil aksamında Pb10 dozunda bile  $1,0 \text{ mg kg}^{-1}$ 'in altında Pb konsantrasyonuna sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Her ne kadar tütün yaprakları tarafından topraktan az miktarda Pb alımı yapsa da kurşunun bir ağır metal olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle, dünyada ve

ülkemizde tehlike oluşturan ağır metallerin neden olduğu toprak kirliliğini en aza indirmek için acil önlemler alınmalıdır. Kirli toprakta sağlıklı yetişen bitkisel ürünler insan ve hayvan hayatını doğrudan olumsuz etkilemektedir. Toprakta ağır metal kirliliği doğadan yok edilememekte sürekli kalabilmektedir. Bu durumda öncelikle ağır metal maden işletmeciliği ve diğer endüstri üretimleri ve/veya diğer toprak kirliletiçi faaliyetler ve üretim yöntemleri toprak kirliliğine en az zarar verecek hatta hiç zarar vermeyecek koşullarda yapılmalıdır.

## Kaynaklar

- Alumaa P, Steinnes E, Kirso U, Peterse V. 2001. Heavy Metal Sorbsiyon By Different Estonia Soil Types at Low Equilibrium Solution Concentrations. Proc. Estonian Acad. Sci. Chem., 50(2):104-115
- Angelone M, Bini C. 2017. Trace elements concentration in soil and plants of Western Europe. In: Adriano DC, (Ed). Biogeochemistry of trace metals. pp:31-72.
- Antosiewicz DM. 1992. Adaptation of plants to an environment polluted with heavy metals. Acta Societatis Botanicorum Poloniae, 61: 281-299.
- Bazzaz FA, Rolfe GL, Windle P. 1974. Differing sensitivity of corn and soybean photosynthesis and transpiration to lead contamination. J. Environ.Qual, 3:156-158.
- Bozhinova R. 2016. Heavy metal concentrations in soil and tobacco plants following long-term phosphorus fertilization. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 22(1):16-20.
- Fargasova A. 1994. Effect of Pb, Cd, Hg, As and Cr on germination and root growth of Sinapis alba seeds. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 52:452-456.
- Fargasova A. 1994. Effect of Pb, Cd, Hg, As and Cr on germination and root growth of Sinapis alba seeds. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 52:452-456.
- Godbold DL, Kettner C. 1991. Lead influences root growth and mineral nutrition of Picea abies seedlings. Journal of plant physiology, 139(1):95-99.
- Häussling M, Jorns CA, Lehmebecker G, Hecht-Buchholz C, Marschner H. 1988. Ion and water uptake in relation to root development in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Journal of Plant Physiology, 133(4):486-491.
- Janjatovic V, Kastori R, Petrovic N, Knezevic A, Kabic A. 1991. Effect of lead on the morphology and anatomy of maize plants (*Zea mays* L.). Maticasrpska Proc. Natural Sci. 87:121-129.
- Johnson MS, McNeilly T, Putwain PO. 1977. Revegetation of metalliferous mine spoil contaminated by lead and zinc. Environ. Pollut, 12:261-277.
- Kabata-Pendias A, Terelak H. 2004. Regional Variation of Trace Elements (Pb, Cu, Ni, Pb, Zn) Contents of Native Grassland Grasses In Poland. 3rd Intern Conf Heavy Metals Radionuclides And Elements-Biofills In The Environment, Semipalatinsk, Kazakhstan, pp:28-33.
- Kabata-Pendias AA, Mukherjee B. 2007. Trace Elements From Soil To Human. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. pp:283-369.
- Kastori R, Plesničar M, Sakač Z, Panković D, Arsenijević-Maksimović I. 1998. Effect of excess lead on sunflower growth and photosynthesis. Journal of Plant Nutrition, 21(1):75-85.
- Kawashima CG, Noji M, Nakamura M, Ogra Y, Suzuki KT, Saito K. 2004. Heavy metal tolerance of transgenic tobacco plants over-expressing cysteine synthase. Biotechnology Letters, 26(2):153-157.

- Lugon-Moulin N, Zhang M, Gadani F, Rossi L, Koller D, Krauss M, Wagner GJ. 2004. Critical review of the science and options for reducing cadmium in tobacco (*Nicotiana tabacum L.*) and other plants. *Adv. Agron.* 83:111–180.
- Miranda MG, Ilangovan K. 1996. Uptake of lead by *Lemna gibba L.* influence on specific growth rate and basic biochemical changes. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 56:1000-1007.
- Nagajyoti PC, Lee KD, Sreekanth TVM. 2010. Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: a review. *Environmental chemistry letters*, 8(3):199-216.
- Peksüslü A. 1998. Bazı Türk Tütün Çeşitlerinin İzmir-Bornova Koşullarında Morfolojik, Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikleri. Doktora Tezi (Basılmamış). Ege Üniv. Fen Bil. Enst. Bornova-İzmir.
- Pendias H. 1992. Trace elements in soils and plants. CRC press, ISBN 0-8493-1575-1.
- Rooney CP. 1999. Distribution and phytoavailability of lead in a soil contaminated with lead shot. *Water Air Soil Pollution*, 116:534–548.
- Sharma P, Dubey RS. 2005. Lead toxicity in plants. *Brazilian journal of plant physiology*, 17(1):35-52.
- Smith WH. 1976. Lead contamination of the roadside ecosystem. *Journal of the Air Pollution Control Association*, 26(8):753-766.
- Tsotsolis N, Lazaridou T, Matsi TH, Bargiacchi E, Miele S, Barbayiannis N, Olivieri O. 2002. Growth and Heavy Metal Content of Different Tobacco Types Cultivated in Greece and in Italy. CORESTA Congress, New Orleans, U.S.A., 22-27 September 2002. pp:18-19.
- Van Assche F, Clijsters H. 1990. Effects of metals on enzyme activity in plants. *Plant Cell Environ.* 13:195- 206.
- Verma S, Dubey RS. 2003. Lead toxicity induces lipid peroxidation and alters the activities of antioxidant enzymes in growing rice plants. *Plant Science*, 164:645-655.
- Wierzbicka M. 1987. Lead accumulation and its translocation barriers in roots of *Allium cepa*: Autoradiographic and ultrastructural studies. *Plant Cell Environ.* 10:17-26.
- Xiong ZT. 1997. Bioaccumulation and physiological effects of excess lead in a roadside pioneer species *Sonchus oleraceus L.* *Environmental Pollution*, 97(3):275-279.