

## Ankara'nın Farklı Bölgelerinden Toplanan (*Pinus nigra* Arnold)'da Ağır Metal Birikiminin Araştırılması

Hasan Can Türk<sup>1</sup>  ve Etem Osma<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzincan, Türkiye

<sup>2</sup>Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Erzincan, Türkiye

Geliş / Received: 05/02/2020, Kabul / Accepted: 10/07/2020

### Öz

Bu çalışmada, Ankara il sınırları içerisinde sanayi, yol kenarı, şehir içi ve kontrol bölgelerinden toplanan *P. nigra*'ya ait kabuk, yaprak ile yetiştikleri toprak örneklerinde ağır metallerin (Al, Cr, Cd, Cu, Fe, Zn, Mn, Pb, Ni) konsantrasyonu belirlenmiştir. Çalışma ile ülkemizin başkenti Ankara ilinin ağır metal kirlilik düzeyinin tespit edilmesi hedeflenmiştir. Bitki ve toprak numuneleri laboratuvarında bir takım ön işlemlerden geçirildikten sonra ICP-OES'de ağır metal analizi yapılmıştır. Bitki kısımlarında ve toprakta elde edilen metal verileri, SPSS İstatistik Paket Programında istatistiksel olarak değerlendirilerek bölgeler arasında anlamlı farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Yıkamış ve yıkamamış yapraklar arasında ağır metallerin konsantrasyonu bakımından farklılıklar olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler incelendiğinde, bitki kabuklarında özellikle sanayi bölgesinde ağır metallerin konsantrasyonunun yüksek olduğu belirlenmiştir. Son olarak, kentlerde yaygın olarak dağılım gösteren *P. nigra*'nın ağır metal kirliliğinin tespit edilmesinde biyomonitör olabileceği kanaatine ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Ankara, Ağır metal, ICP-OES, *Pinus nigra*

### Investigation of Heavy Metal Accumulation in (*Pinus nigra* Arnold) Collected from Different Regions of Ankara

#### Abstract

In this study, heavy metal concentrations (Al, Cr, Cd, Cu, Fe, Zn, Mn, Pb, Ni) were detected in the samples of bark, leaf and soil belonging to *P. nigra* which were collected from industry, inner city, roadside and control area in Ankara. The aim of this study is to determine the level of heavy metal pollution in Ankara that capital our country. After plant and soil samples were preprocessed, the analyses of heavy metals were performed on ICP-OES. Data obtained from the parts of the plant and the soil was statistically evaluated on SPSS and it is detected that there are significant differences between the regions. It is also observed that there are differences between washed and unwashed leaves in terms of heavy metal concentrations. When the data obtained were examined, it was determined that the concentration of heavy metals in plant barks, especially in the industrial zone, was high. Consequently, it was concluded that *P. nigra*'s which are widely distributed in cities, may be biomonitors in detecting heavy metal pollution.

**Keywords:** Ankara, Heavy metal, ICP-OES, *Pinus nigra*

## 1. Giriş

Son yıllarda, genel olarak dünyanın en önemli sorunları nüfus artışına bağlı sorunlardır. Nüfusun artmasına paralel olarak hava, su ve toprak kirlenerek ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır (Kaya, 2009; Özel ve ark., 2019; Çetin ve ark., 2019). Çevre kirliliği, günümüzde su, toprak ve hava gibi ekosistemlerde ciddi şekilde etkisini göstermeye devam etmektedir. Bu durum, dünyada yaşayan bütün canlıların hayatını olumsuz olarak etkilemektedir. İnsanların istek ve ihtiyaçları doğrultusunda çeşitli endüstrilere olan aşırı bağımlılığı ile birlikte her geçen gün kirlenme artmaktadır (Ghaffari ve ark., 2017; Serbula ve ark., 2012, Gholizadeh ve ark., 2019). Çevre kirliliğine neden olan faktörler içinde ağır metaller önemli bir yere sahiptir. Ağır metaller, enerji üretimi ve tüketimi (Lv ve ark., 2015; Martin ve Nanos, 2016; Martin ve ark., 2018) sanayi ve teknolojik faaliyetler, kentsel atıklar, tarımsal gübre ve ilaçlar, egzoz gazları, madencilik gibi antropojenik faaliyetler ile çevreye yayılmaktadır (Odumo ve ark., 2014; Karbassi ve ark., 2015; Küçük ve Karaoğlu, 2017).

Bazı ağır metaller canlılar için gerekli elementlerdir, fakat aşırı konsantrasyonlara ulaştığında insanlar, hayvanlar ve bitkiler için zararlıdır. Yer kabuğunda var olan çinko, bakır, kobalt, mangan, nikel ve molibden gibi mikro elementler bitki gelişimi için gerekli iken kurşun, kadmiyum, alüminyum, selenyum, vanadyum, arsenik ve civa gibi elementler canlılar için küçük konsantrasyonlarda bile toksik özelliğe sahiptir. Bitki doku ve organlarında ağır metaller biriktiğinde bitkilerin vejetatif ve generatif yapılarında ciddi manada olumsuz

etkiler oluşturabilmektedir. Ağır metaller, bitkilerin metabolik, fizyolojik ve biyokimyasal aktivitelerine zarar verebilmekle beraber bitki köklerinin daha ince ve kısa kalmasına neden olabilmektedir (Saklı, 2011, Yıldırım ve ark., 2019). Ayrıca, ağır metallerin toprakta birikimi ile birlikte toprağın verimliliğini ve mikrobiyolojik faaliyetlerini azaltırken, bitkilerde verim kayıplarını artırmaktadır. Bu şekilde besin zinciri vasıtasıyla tüm canlılarda tehlikeli sonuçlara neden olabilmektedir (Blaylock ve Huang, 2000; Long ve ark., 2002; Yıldırım ve ark., 2019). Bitkiler, özellikle ağır metalleri gövdelerinde, yapraklarında ve köklerinde biriktiren bir bölgenin kirlilik durumu hakkında bilgi verebilmektedir (Çetin ve Cobanoğlu, 2019; Turkyılmaz ve ark., 2018a; Turkyılmaz ve ark., 2018b; Arıca ve ark., 2019; Sevik ve ark., 2019). Ekosistemlerin üreticisi olan bitkiler, çevre kirliliğinin takip edilmesinde ve belirlenmesinde oldukça önemli bir yere sahiptir (Aksoy vd., 2000; Sawadis vd., 2011; Yavuzer & Osma, 2018). Ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde, uzun yaşam özelliğine sahip ağaçlar biyoidikatör olarak sıklıkla bilimsel araştırmalarda kullanılmaktadır.

Ağır metallerin toksisitesi (zehir etkisi), metalden metale, organizmadan organizmaya değişim gösterebilmektedir. Canlılar üzerindeki olumlu veya olumsuz etkiler sadece metallerin miktarına ve çeşidine bağlı olmayıp türlerin genetik ve fizyolojik özelliklerine de bağlıdır (Küçük ve Karaoğlu, 2017). Ağır metaller, insanoğlunun ihtiyaç ve isteklerini karşılayabilmek için yapmış olduğu üretim ve tüketim ile ilgili süreçler kent kirliliğinde etkisini göstermektedir (Zengin ve Yıldız, 2019). Dolayısıyla, günümüzde büyük kentlerin karşı karşıya kalmış olduğu en

önemli sorun kentsel kirlenmedir (Wei & Yang, 2010). Kentlerin kirlenmesi, insanların sağlık ve yaşam kalitesi üzerinde ciddi rahatsızlıklara neden olabilmektedir (Cocozza vd., 2016). Yapılan bu çalışma ile ülkemizin nüfus yoğunluğunun fazla olduğu illerden Ankara'da yayılış gösteren *P. nigra*'nın kabuk, yapraklarında ve yetiştikleri topraklarda ağır metal kirliliğini tespit ederek çalışılan bitki türünün biomonitor özelliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

*P. nigra*, Anadolu karaçamı; 30-35 m boylarına kadar uzanabilmektedir ve gövdelerinde derin çatlaklı kabuklara sahiptir. İğne yaprakları 8-15 cm uzunluğundadır. Karaçam, kuraklığa ve soğuğa karşı oldukça dayanıklı bir tür olduğundan, ülkemizde farklı ortamlarda geniş dağılıma sahiptir. Ayrıca karaçam, ülkemizin birçok bölgesinde ağaçlandırmada kullanılmaktadır (Yaltrık, 1988) Ankara'da yaygın *P. nigra*'ya ait kabuk, yaprak ile yetiştikleri topraklardan yol kenarı, sanayi, şehir merkezi ve Güvenç Gölet çevresi olmak üzere 4 farklı bölgeden yeterli miktarda örnekler toplanmıştır (Şekil 1). Örnekler, 2018 yılının Ekim ayı içerisinde Ankara il sınırları içerisinde belirlenen bölgelerden toplanmıştır. Örnekleme sürecinde ağaçların yaşlarına ve morfolojik özelliklerine dikkat edilerek yeterli miktarda örnek toplanmıştır. Ağaç kabukları bitkilere zarar vermeyecek şekilde el ile yeterli miktarda alınmıştır. Bitki ve toprak örneklerinin örnekleme süreci tamamlandıktan sonra isimlendirmeleri yapılarak farklı poşetlere konulmuştur. Alınan yaprak örnekleri iki kısma ayrılarak bir kısmı yıkanmış, bir kısmı yıkanmamıştır. Başlangıçta bitki örnekleri, etüvde 80 °C'de 24 saat süresince kurutulmuştur. Kurutulan örnekler, havanda toz haline getirilerek 1.5

mm'lik elekten geçirilmiştir. Her örnekten sonra havan etil alkol ile temizlenerek örnekler kontaminasyona karşı korunmuştur (Osma vd., 2014; Yavuzer & Osma, 2018). Toprak örnekleri, her bölgenin yüzey kısmından döküntü kısımları temizlendikten sonra 10 cm'lik derinlikten çapa ile alınmıştır. Örnekler, 500 g olacak şekilde alınarak poşetlere konulmuştur. Laboratuvara getirilen toprak örnekleri hava kurusu ile kurutulmuş 1.5 mm'lik elekten geçirilmiştir.

Bitki örnekleri, 0.5 g olarak tartılarak teflon hürelere konulmuştur. Mikrodalga fırında örneklere 10 mL % 65'lik HNO<sub>3</sub> eklendikten sonra Nowave SA (Kanada) mikrodalga cihazında 280 PSI basınçta ve 180 °C'de 20 dakika boyunca yakılmıştır. Hücreler mikrodalgadan çıkarılarak soğutulmuştur. Hücreler içinde yer alan örneklerin üzerine deiyonize su eklenerek 50 mL'ye tamamlanmıştır. Son olarak, örnekler filtre kağıdından süzildikten sonra Spectro Blue Marka ICP-OES cihazında uygun dalga boylarında element okuması yapılmıştır (Anonim, 2015; Osma, 2017).

Toprak örnekleri de aynı şekilde 0.5 g tartılarak teflon hürelere konulmuştur. Mikrodalga fırında bulunan örneklere 9 mL % 65'lik HNO<sub>3</sub> ve 3 ml HCl ilave edilmiştir. Nowave SA (Kanada) mikrodalga cihazında 280 PSI basınçta ve 180 °C'de 5 dakika boyunca yakılmıştır. Hücreler mikrodalgadan çıkartıldıktan sonra soğutulmuştur. Hücrelerdeki örneklerin üzeri deiyonize su ile 50 mL'ye tamamlanmıştır. Filtre kağıdından süzülen örnekler Spectro Blue Marka ICP-OES'de uygun dalga boylarında element okuması yapılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanı.

Yapılan çalışmada elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. İstatistiki hesaplamalarda ve karşılaştırılmalarda  $p \leq 0.05$  değeri anlamlı olarak kabul edilmiştir. SPSS 22 Paket İstatistik Programı ile veriler, %95'lik güven aralığında ANOVA testi ve çoklu karşılaştırmalarda bitkiye ait kısımlar ve toprak örneklerinin toplandığı lokaliteler arasındaki farklılığın tespiti için Dunnett testi kullanılmıştır (Yavuzer & Osma, 2018).

### 3. Sonuçlar ve Tartışma

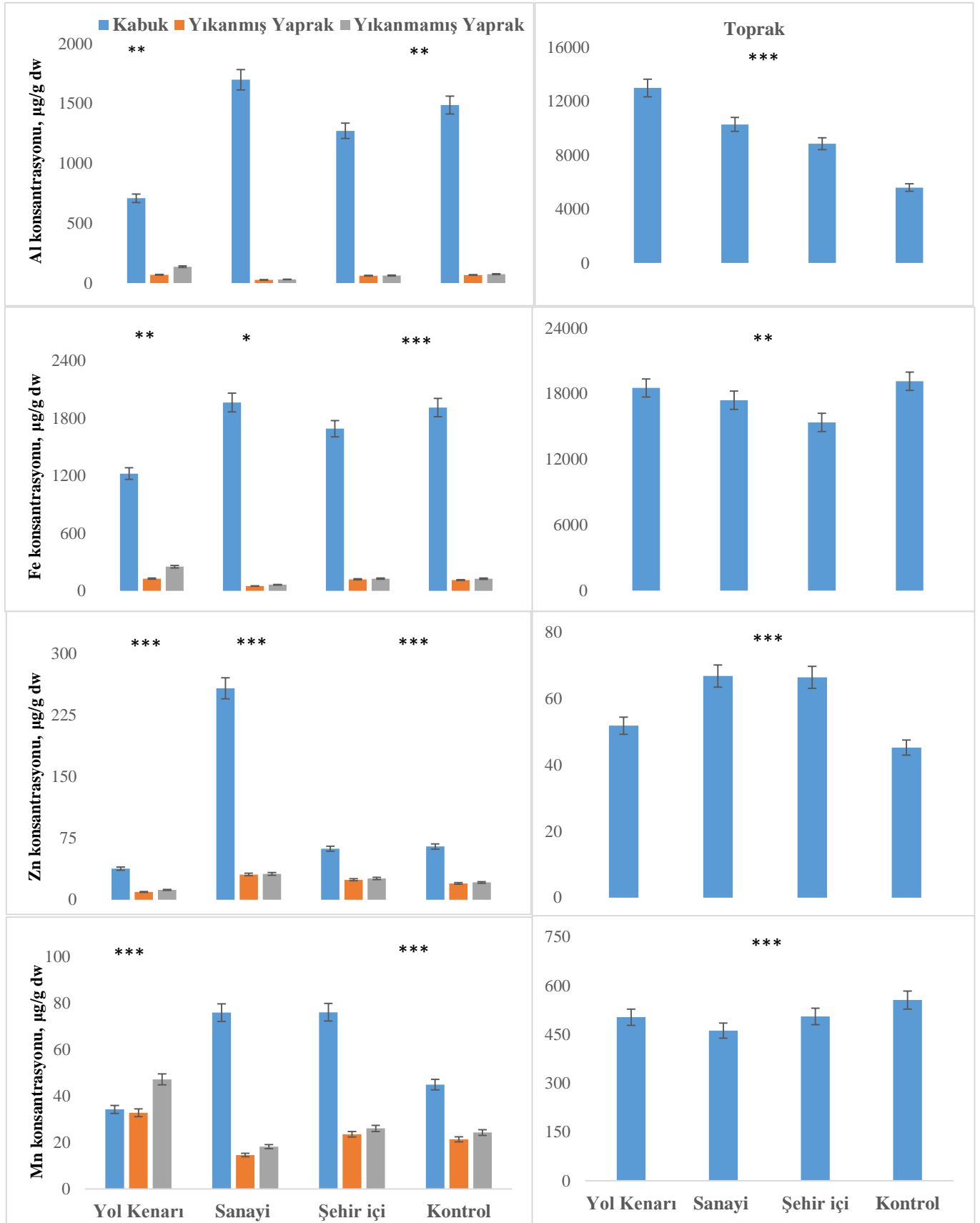
Bu çalışmada elde edilen metal verilerine göre Fe konsantrasyonu hem bitki kısımlarında hem de toprakta aşırı miktarda yüksek olup olması gereken değerlerin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler değerlendirildiğinde çalışılan lokaliteler arasında önemli farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Toprakta metal konsantrasyonlarının daha çok sanayi ve yol kenarlarında olduğu görülmüştür. Bitki kısımlarında metal verileri değerlendirildiğinde sanayi bölgesinden toplanan bitki kabuklarında çalışılan bütün ağır metallerin konsantrasyonunun yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yıkanmamış yapraklarda elde edilen metal verileri, yıkanmış yapraklardan elde edilen metal verilerden daha yüksek olduğu, aradaki yüzdelik farkın kontrol bölgesinde daha düşük olduğu gözlenmiştir. Yapılan istatistiksel değerlendirmelerde lokaliteler arasında genelde güçlü yönde anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir. (Şekil 2, 3).

Toprakta en yüksek Al konsantrasyonu  $12981,21 \pm 196,46$ , Cd konsantrasyonu  $0,69 \pm 0,02$ , Cr konsantrasyonu  $7,83 \pm 1,06$ , Cu konsantrasyonu  $38,26 \pm 1,37$ , Fe konsantrasyonu  $19143,89 \pm 382,84$ , Mn konsantrasyonu  $555,58 \pm 16,75$ , Ni konsantrasyonu  $8,44 \pm 0,18$ , Pb

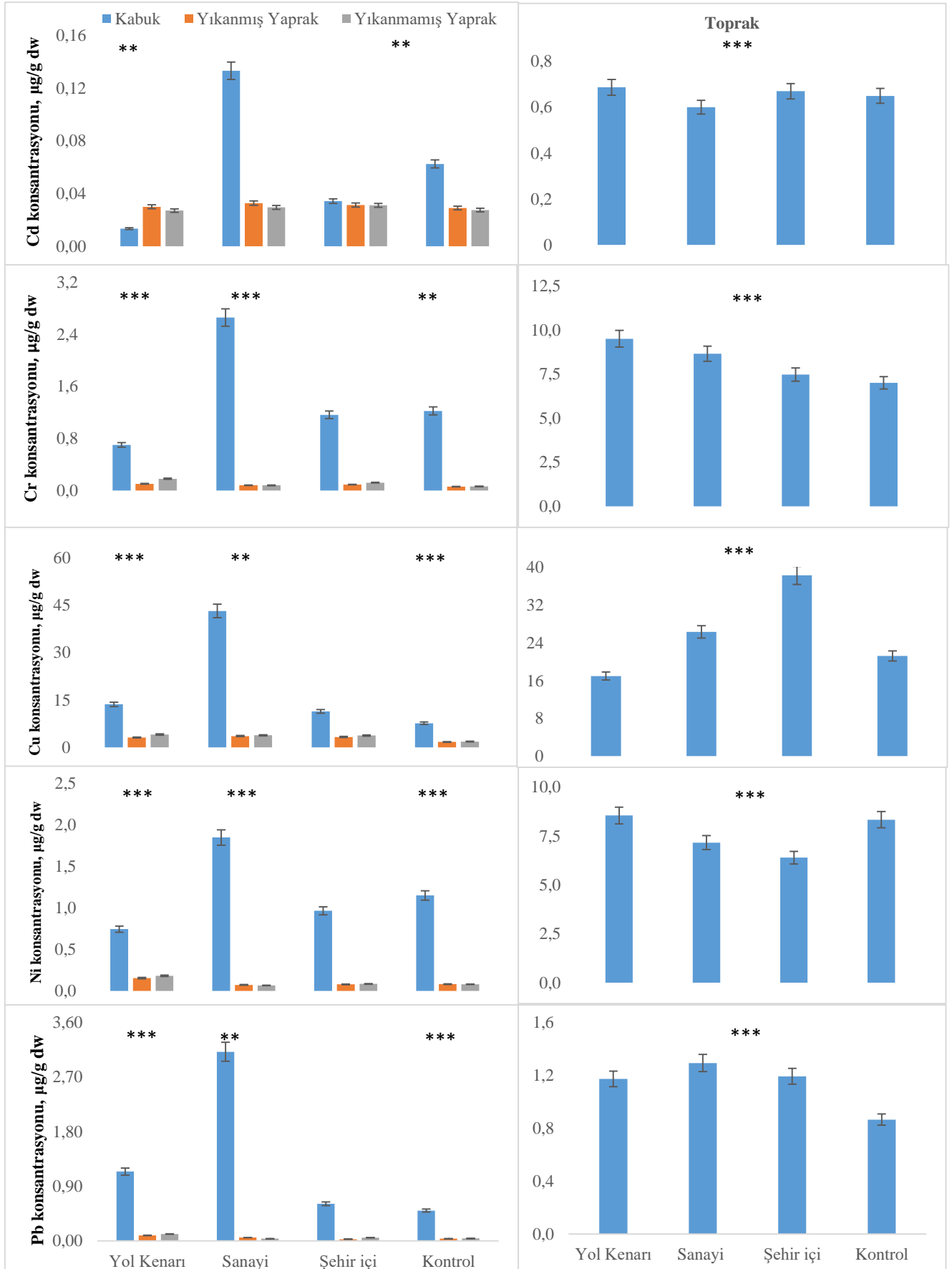
konsantrasyonu  $1,29 \pm 0,06$ , Zn konsantrasyonu  $66,85 \pm 2,52$  olarak tespit edilmiştir (Şekil 2, 3).

Bitki kısımlarında ise en yüksek Al konsantrasyonu  $1699,03 \pm 103,83$ , Cd konsantrasyonu  $0,13 \pm 0,01$ , Cr konsantrasyonu  $2,66 \pm 0,11$ , Cu konsantrasyonu  $43,14 \pm 2,05$ , Fe konsantrasyonu  $1963,00 \pm 249,24$ , Mn konsantrasyonu  $76,07 \pm 3,10$ , Ni konsantrasyonu  $1,85 \pm 0,07$ , Pb konsantrasyonu  $3,11 \pm 0,09$ , Zn konsantrasyonu  $258,03 \pm 10,83$  olarak kabukta tespit edilmiş olup bu veriler sanayi bölgesinde elde edilmiştir. Yıkanmış ve yıkanmamış yapraklar arasındaki yüzdelik farkın kontrol bölgesi dışındaki bölgelerde daha yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 2, 3).

Wang ve ark. (2003) Çin'de yaptıkları çalışmada birçok lokalitede farklı bitki türü ve yetiştikleri toprakta ağır metal birikimini araştırmışlardır. *Pinus acerifolia* türünde Pb ( $13,37 \mu\text{g/g dw}$ ), Cd ( $2,07 \mu\text{g/g dw}$ ), Cr ( $4,06 \mu\text{g/g dw}$ ) metallerinin konsantrasyonlarını tespit etmişlerdir. Elde edilen metal verileri, bu çalışmada elde edilen verilerden çok yüksek olduğu görülmüştür. İstanbul'da ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde 10 farklı bölge olmak üzere 7 farklı ağaç türünde Ni ( $2,21-2,26 \mu\text{g/g dw}$ ) Pb ( $7,95-12,82 \mu\text{g/g dw}$ ), Cd ( $0,22-0,3 \mu\text{g/g dw}$ ), Zn ( $24,24-28,60 \mu\text{g/g dw}$ ) metallerinin miktarını belirlemişlerdir. Elde etmiş oldukları veriler, bu çalışmada elde edilen verilere göre Zn, Ni ve Cd paralel, Pb ise yüksek düzeydedir (Baycu vd., 2006).



Şekil 2. Farklı lokalitelerden toplanan *P. nigra*'ya ait kabuk, yaprak ve yetiştikleri topraklardaki Al, Fe, Zn, Mn konsantrasyonu (µg/g dw) (\*p<0.05; \*\*p<0.01; \*\*\*p<0.001 anlamlılık.



Şekil 3. Farklı lokalitelerden toplanan *P. nigra*'ya ait kabuk, yaprak ve yetiştikleri topraklardaki Cd, Cr, Cu, Ni, Pb konsantrasyonu ( $\mu\text{g/g dw}$ ) (\* $p < 0.05$ ; \*\* $p < 0.01$ ; \*\*\* $p < 0.001$  anlamlılık).

Mashhad (İran) şehrinin kent içi ve kırsal alanlarında yayılış gösteren *Pinus orientalis* L.'in yetiştikleri topraklarda Cu ( $40,9 \pm 7,7 \mu\text{g/g dw}$ ), Zn ( $109,1 \pm 7,8 \mu\text{g/g dw}$ ) tespit edilen metal konsantrasyonları, bu çalışmada elde edilen metal konsantrasyonları ile paralel iken, Pb ( $31,2 \pm 5,2 \mu\text{g/g dw}$ ), Ni ( $107,2 \pm 10 \mu\text{g/g dw}$ ), Cr ( $202,6 \pm 22,8 \mu\text{g/g dw}$ ) konsantrasyonları ise oldukça yüksektir. Bitki yapraklarında Ni ( $4,4 \pm 1,3 \mu\text{g/g dw}$ ), Cu ( $14,5 \pm 3,4 \mu\text{g/g dw}$ ), Cr ( $2,4 \pm 0,7 \mu\text{g/g dw}$ ) Zn ( $76,8 \pm 17,7 \mu\text{g/g dw}$ ), Pb ( $4,5 \pm 1,9 \mu\text{g/g dw}$ ) elde edilen metal konsantrasyonları bu çalışmada elde edilen metal konsantrasyonlarından yüksektir (Pourkhabbaz vd., 2010). Avrupa'nın güney ve kuzey kesimlerinin kirlenmiş bölgelerinde yetişen *Pinus orientalis* yapraklarında Cu ( $2,6-27,8 \mu\text{g/g dw}$ ), Cr ( $0,2-1,2 \mu\text{g/g dw}$ ), Fe ( $165,7-413,1 \mu\text{g/g dw}$ ) ve Pb ( $2,4-15,2 \mu\text{g/g dw}$ ) verilerini elde etmişlerdir (Sawidis vd., 2011). Elde ettikleri veriler, bu çalışmada elde edilen veriler ile kıyaslandığında Cu ve Fe paralel, Pb ve Cr yüksektir (Sawidis vd., 2011). Bartın ve Karabük karayolları etrafında biri kontrol olmak üzere 21 bölgeden toplanan *Pinus orientalis* L. örneklerinde en düşük ve en yüksek metal konsantrasyonları Cu ( $10,42 \pm 2,23-72 \pm 3,4 \mu\text{g/g dw}$ ), Cr ( $4,32 \pm 1,4-13,75 \pm 2,4 \mu\text{g/g dw}$ ), Cd ( $0,21 \pm 0,02-0,94 \pm 0,88 \mu\text{g/g dw}$ ), Zn ( $42,16 \pm 2,7-75,63 \pm 3,3 \mu\text{g/g dw}$ ), Pb ( $55,64 \pm 4,4-96,84 \pm 3,5 \mu\text{g/g dw}$ ), Ni ( $15,48 \pm 2,6-42,29 \pm 3,3 \mu\text{g/g dw}$ ) olarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler, bu çalışmada elde edilen verilerden oldukça yüksektir (Özel vd. 2015).

İstanbul'da yol kenarı, kenar semt, kent içi olmak üzere 40 farklı lokaliteden topladıkları *Celtis australis* L. dal, kabuk ve yapraklarında en düşük ve en yüksek metal konsantrasyonları Pb ( $1,19-14,90 \mu\text{g/g dw}$ ), Cd ( $0,30-0,65 \mu\text{g/g dw}$ ), Cu ( $5,99-19,94 \mu\text{g/g dw}$ ) ve Zn ( $14,34-42,53 \mu\text{g/g dw}$ ) olarak belirlemişlerdir. Tespit edilen verilerin, bu

çalışmada elde edilen veriler ile örtüştüğü görülmüştür (Öztürk vd., 2017). Erzurum'un farklı bölgelerinde yapılan çalışmada *Eleagnus angustifolia* L. yapraklarında ağır metal birikimi araştırılmıştır. Elde edilen veriler, yapılan çalışmada elde edilen verilerden Pb ( $1,05-5,47 \mu\text{g/g dw}$ ), Cd ( $0,01-0,24 \mu\text{g/g dw}$ ), Ni ( $2,13-6,61 \mu\text{g/g dw}$ ), Fe ( $30,8-237 \mu\text{g/g dw}$ ) Cu ( $4,18-19,42$ ), Zn ( $45,0-58,5 \mu\text{g/g dw}$ ), Mn ( $162,35-253,3 \mu\text{g/g dw}$ ) yüksektir (Zengin ve Yıldız, 2019). Khosropour vd. (2018) İran'da kent içi ve kent dışı ormanlık alanlarda yaptıkları çalışmada *Pinus orientalis* L.'in yapraklarında ve yetiştikleri toprakta Cr, Cd, Cu, Ni, Pb, Zn miktarlarını tespit etmişlerdir. Bitki yapraklarında Cu ( $9,1 \mu\text{g/g dw}$ ), Ni ( $8,1 \mu\text{g/g dw}$ ), Cr ( $5,3 \mu\text{g/g dw}$ ) Cd ( $0,76 \mu\text{g/g dw}$ ), Pb ( $13 \mu\text{g/g dw}$ ), Zn ( $72,2 \mu\text{g/g dw}$ ) değerlerinde metal konsantrasyonlarını belirlemişlerdir. Elde ettikleri veriler, bu çalışmada elde edilen verilerden yüksektir. Çin'de 7 farklı ağaç türünün yıkanmış yapraklarında Cu, Zn, Pb, Cd ağır metallerinin konsantrasyonlarını araştırmışlardır. Bu ağaç türlerinden biri *Pinus acerifolia* olup yıkanmış yapraklarda Cu ( $6,37 \pm 4,27 \mu\text{g/g dw}$ ), Zn ( $20,2 \pm 5,10 \mu\text{g/g dw}$ ), Pb ( $0,85 \pm 0,48 \mu\text{g/g dw}$ ), Cd ( $0,037 \pm 0,018 \mu\text{g/g dw}$ ) tespit etmişlerdir. Elde ettikleri verilerin, bu çalışmada elde edilen veriler ile örtüştüğü gözlenmiştir (Liang vd., 2017). Olkusz (Polanya) yakınlarında yapılan çalışmada *Pinus sylvestris* L. ait yıkanmış ve yıkanmamış yapraklarda Zn ( $152,5-409,5 \mu\text{g/g dw}$ ), Pb ( $13-166 \mu\text{g/g dw}$ ) Cd ( $0,1-2,4 \mu\text{g/g dw}$ ) Cu ( $5,1-15,5 \mu\text{g/g dw}$ ) Cr ( $0,1-3,8 \mu\text{g/g dw}$ ) konsantrasyonları tespit edilmiştir. Elde ettikleri metal konsantrasyonları bu çalışmada elde edilen metal konsantrasyonlarından yüksektir (Pajak ve ark., 2017).

Bitkiler kirliliğin belirlenmesinde önemli indikatörlerdir. Bitkilerin yer değiştirememeleri ve fizyolojik bakımdan



insan ile hayvanlara göre kirlenmeye karşı daha hassas olmaları bir bölgenin kirlilik durumunu belirlemede önemlidir. Çam ağaçları, dünyanın birçok ülkesinde özellikle şehirlerde yaygın olarak bulunması ve kabuk, dal ile yapraklarının kolaylıkla örneklenbilmesinden dolayı ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde önemli biyomonitör bitkilerdir. Yapılan çalışmada *P. nigra*'nın biyomonitör olabileceği kanısına varılmıştır.

Ankara, özellikle 1980'li ve 1990'lı yıllarda fosil yakıtların kullanılmasına bağlı olarak hava kirliliği problemleri ile karşı karşıya kalmış olan bir kentimizdir. Yapılan bu çalışmada, kabuklarda ağır metal konsantrasyonunun fazla olması geçmişteki kirliliğin en önemli göstergesidir. Son yıllarda doğal gaz kullanımı ve benzinde kurşunun kullanılmaması ağır metal kirliliğinin azalmasına katkı sağlarken insanoğlunun bitmeyen istek ve ihtiyaçları doğrultusunda çevre problemleri devam etmektedir. Dolayısıyla, kirlenme potansiyeline sahip bölgelerin çok iyi şekilde araştırılması gerekmektedir. Kirlenen bölgelerin yapısı, kirlenme faktörleri ve ekonomi gibi çok sayıda etken ile birlikte laboratuvar çalışmaları yapılmalı ve elde edilen sonuçlara göre önlemler alınmalıdır.

### Teşekkür

Bu çalışma, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi BAP (FYL-2019-620) No'lu Yüksek Lisans projesi tarafından desteklenmiştir.

### Kaynaklar

Aksoy A., Sahin U., Duman F. 2000. "*Robinia pseudo-acacia* L. as a possible biomonitor of heavy metal pollution in Kayseri". *Turkish Journal of Botany*, 24(5), 279-284.

Anonim, 2015, <http://www.epa.gov/solid-waste/hazard/testmethods/sw846/pdfs/3052.pdf>

Arıcak, B., Çetin, M., Erdem, R., Sevik, H., Cometen, H. 2019. "The change of some heavy metal concentrations in Scotch pine (*Pinus sylvestris*) depending on traffic density, organelle and washing". *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(3), 6723-6734.

Baycu, G., Tolunay, D., Özden, H., Günebakan, S. 2006. "Ecophysiological and seasonal variations in Cd, Pb, Zn, and Ni concentrations in the leaves of urban deciduous trees in Istanbul". *Environmental Pollution*, 143, 545-554.

Blaylock, M.J., J.W. Huang. 2000. "Phytoextraction of Metals, Phytoremediation of Toxic Metals: Using Plants to Clean-up the Environment (In: Raskin, I. ve Ensley, B.D. (eds.)". *Wiley*, New York, 53-70.

Cetin, M., Sevik H., Arıcak B., Öztürk A., Özer Genc Ç., Aisha, A.E.S.A., Jawed, A.A., Aljama, A.M.O., Alrabiti, O.B.M. 2019. "The Investigation of the Change in Concentrations of Some Heavy Metals in Seeds, Leaves, and Branches because of Traffic Density: a Case Study of Acer platanoides". *L. Kujes*, 5(2), 83-92.

Cocozza, C., Ravera, S., Cherubini, P., Lombardi, F., Marchetti, M., Tognetti, R. 2016. "Integrated biomonitoring of airborne pollutants over space and time using tree rings bark, leaves and epiphytic lichens". *Urban Forestry & Urban Greening*, 17, 177-191.

Çetin, M., Çobanoğlu, O. 2019. "The Possibilities of Using Blue Spruce (*Picea pungens* Engelm) as a Biomonitor by Measuring the Recent Accumulation of Mn in Its Leaves". *Kujes*, 5(1), 43-50.

Ghaffari, H.R., Aval, H.E., Alahabadi, A., Mokammel, A., Khamirchi, R., Yousefzadeh, S., Ahmadi, E., Rahmani-Sani, A., Estaji, M.,

- Ghanbarnejad, A., Gholizadeh, A., Taghavi, M., Miri M. 2017. "Asthma disease as cause of admission to hospitals due to exposure to ambient oxidants in Mashhad, Iran". *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 27402-27408.
- Gholizadeh, A., Taghavi, M., Moslem, A., Neshat, A.A., Najafi, M.L., Alahabadi, A., Ahmadif, E., Aval, H.E., Asouri, A.A, Rezaei, H., Gholami, S., Miri, M. 2019 . "Ecological and health risk assessment of exposure to atmospheric heavy metals". *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 184,109622.
- Karbassi, A., Tajziehchi, S., Afshar, S. 2015. "An investigation on heavy metals in soils around oil field area". *Global Journal Environment Science Management*,1(4), 275-282.
- Kaya, L.G. 2009. "Assessing forests and lands with carbon storage and sequestration amount by trees in the State of Delaware". USA, *Scientific Research and Essays*, 4(10), 1100-1108.
- Khosropour, E., Attarod, P., Shirvany, A., Pypker, T.G, Bayramzadeh, V., Hakimi, L., Moeinaddini, M. 2018. "Response of *Platanus orientalis* leaves to urban pollution by heavy metals". *Journal of Forestry Research*, 30(4), 1437-1445.
- Küçük, C., Karaoğlu, M. 2017. "Elements and Heavy Metals". *Proceedings Book of II. International Iğdır Symposium (IGDIRSEMP)*, Iğdır, 27-36.
- Liang, J., Fang, H.L., Zhanga, T.L., Wanga, X.X., Liu, Y.D. 2017. "Heavy metal in leaves of twelve plant species from seven different areas in Shanghai, China". *Urban Forestry & Urban Greening*, 27, 390-398.
- Long, X.X., X.E. Yang, W.Z. Ni. 2002. "Current Status and Perspective on Phytoremediation of Heavy Metal Polluted Soils". *Journal of Applied Ecology*, 13, 757-762.
- Lv, J., Liu, Y., Zhang, Z., Zhou, R., Zhu, Y. 2015. "Distinguishing anthropogenic and natural sources of trace elements in soils undergoing recent 10-year rapid urbanization: a case of Donggang, Eastern China". *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 10539-10550.
- Odumo, B., Carbonell, G., Angeyo, H., Patel, J., Torrijos, M., Rodríguez Martín, J. 2014. "Impact of gold mining associated with mercury contamination in soil, biota sediments and tailings in Kenya". *Environmental Science and Pollution Research*, 21, 12426-12435.
- Osma, E. Elveren, M. Karakoyun, G. 2017 Heavy metal accumulation affects growth of Scots pine by causing oxidative damage. *Air Quality, Atmosphere & Health* 10 (1), 85-92
- Osma, E., İlhan, V., Yalçın, İ.E. 2014. "Heavy metals accumulation causes toxicological effects in aquatic *Typha domingensis* Pers". *Brazilian Journal of Botany*, 37(4), 461-467.
- Özel, H.U., Özel, H.B., Çetin, M., Sevik, H., Gemici, B.T., Varol, T. 2019. "Base alteration of some heavy metal concentrations on local and seasonal in Bartın River". *Environmental Monitoring and Assessment*, 191(9), 594.
- Özel, H.B., Özel, H.U., Varol, T. 2015. "Using Leaves of Oriental Plane (*Platanus orientalis* L.) to Determine the Effects of Heavy Metal Pollution Caused by Vehicles". *Polish Journal of Environmental Studies*, 24(6), 2569-2575.
- Öztürk, A., Yarci, C., Özyiğit II. 2017. "Assessment of heavy metal pollution in Istanbul using plant (*Celtis australis* L.) and soil assays". *Journal Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 31(5), 948-954.
- Pajak, M., Halecki, W., Gasiorek, M. 2017. "Accumulative response of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and silver birch (*Betula pendula* Roth) to heavy metals enhanced by Pb-Zn ore mining and processing plants: Explicitly

- spatial considerations of ordinary kriging based on a GIS approach". *Chemosphere*, 168, 851-859.
- Pourkhabbaz, A., Rastin, N., Olbrich, A., Langenfeld-Heyser, R., Polle, A. 2010. "Influence of Environmental Pollution on Leaf Properties of Urban Plane Trees, *Platanus orientalis* L.". *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 85, 251-255.
- Rodríguez Martín, J.A., Nanos, N. 2016. "Soil as an archive of coal-fired power plant mercury deposition". *Journal Hazardous Materials*, 308, 131-138.
- Rodríguez Martin, J.A., Gutierrez, C., Torrijos, M., Nanos, N. 2018. "Wood and bark of *Pinus halepensis* as archives of heavy metal pollution in the Mediterranean Region". *Environmental Pollution*, 239, 438-447.
- Saklı, M. 2011. "Investigation of The Protective Role of Nitric Oxide (NO) in Plant Response to Heavy Metal Stress". Atatürk University, *Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Biology*.
- Sawidis T., Breuste J., Mitrovic M., Pavlovic P., Tsigaridas K. 2011. "Tsigaridas Trees as bioindicator of heavy metal pollution in three European Cities". *Environmental Pollution*, 159(12), 3560-3570.
- Serbula, S.M., Miljkovic, DD., Kovacevic, RM., Ilica, AA. 2012. "Assessment of airborne heavy metal pollution using plant parts and topsoil". *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 76, 209-214.
- Sevik, H., Çetin, M., Öztürk, A., Yiğit, N., Karakuş, O. 2019. "Changes in micromorphological characters of *Platanus orientalis* L. leaves in Turkey". *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(3), 5909-5921.
- Türkyılmaz, A, Sevik, H, Cetin, M. 2018a. "The use of perennial needles as biomonitors for recently accumulated heavy metals". *Landscape and Ecological Engineering*, 14(1), 115-120.
- Türkyılmaz, A., Sevik, H., Işınkaralar, K., Çetin, M. 2018b. "Using Acer platanoides annual rings to monitor the amount of heavy metals accumulated in air". *Environmental Monitoring and Assessment*, 190, 578.
- Yaltırık, F. 1988. Dendroloji I, Gymnospermae (Açık Tohumlular). İ Ü Orman Fakültesi Yayınları, İÜ Yayın No: 3443, Orman F. Yayın No: 386, İstanbul, s. 73-79.
- Yavuzer, H., Osma, E. 2018. "Evaluation of *Salix fragilis* L. (gevrek söğüt) as a biomonitor in heavy metal pollution". Anadolu University, *Journal of Science and Technology C- Life Sciences and Biotechnology*, 7(2), 122-129.
- Yıldırım E., Ekinci M., Turan M., Açar G., Örs S., Dursun A., Kul R., Balcı T. 2019. "Impact of Cadmium and Lead Heavy Metal Stress on Plant Growth and Physiology of Rocket (*Eruca sativa* L.)", *KSU J. Agric Nat*, 22(6), 843-850.
- Wang, O.R., Cui, Y.S., Liu, X.M., Dong, Y.T., Christie, P. 2003. "Soil Contamination and Plant Uptake of Heavy Metals at Polluted Sites in China". *Journal of Environmental Science and Health, Part A Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering*, 38(5), 823-838.
- Wei, B., Yang, L. 2010. "A review of heavy metal contaminations in urban soils, urban road dusts and agricultural soils from China". *Microchemical Journal*, 94, 99-107.
- Zengin M., Yıldız N. 2019. "Kentsel Mekânlarda Kullanılan "*Elaeagnus angustifolia* L." nin Yaprak Örneklerinde Ağır Metal Birikimi: Erzurum Örneği". *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(4), 517-525.