

## GİRESUN-ORDU KARAYOLUNDA TAŞIT TRAFİĞİNİN SEBEP OLDUĞU KURŞUN (Pb) KİRLİLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Kültiğın ÇAVUŞOĞLU\*, Kadir KINALIOĞLU \*, Kürşad YAPAR\*\*,  
Zafer TÜRKMEN\*, Emine YALÇIN\*, Ömür DUYAR\*\*\*, Sinem ÖZDOĞAN\*

\*Giresun Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 28049-Debboy Mevkii, Giresun-TÜRKİYE. kultigincavusoglu@mynet.com

\*\*Giresun Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Farmakoloji ABD, 28340-Piraziz, Giresun-TÜRKİYE

\*\*\*Giresun Üniversitesi, Fındık Araştırma Enstitüsü, Giresun-TÜRKİYE

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Giresun ve Ordu illeri arasında uzanan 40 km'lik karayolu boyunca asılan *Peltigera praetextata* (Sommerf.) Zopf. liken türünde kurşun kirliliğinin seviyelerini araştırmaktır. Örnekler, 10 km aralıklarla yol kenarında ve yoldan 100 metre içeride yer alan toplam 8 istasyona asıldı. Her bir istasyondaki liken örnekleri 45. günün sonunda toplandı. Örneklerdeki kurşun miktarları İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES) ile belirlendi. Sonuçlar, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında tüm istasyonlarda ölçülen kurşun miktarlarında istatistiksel olarak önemli farklar olduğu görüldü ( $P < 0,05$ ). Ayrıca, Giresun ve Ordu illerinin yakınında yer alan istasyonlarda toplanan örneklerdeki kurşun kirliliği, diğer istasyonlara göre daha yüksektir. Bu sonuçlar, *P. praetextata* türünün kurşun kirliliğinin belirlenmesi için biyolojik bir belirteç olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kurşun (Pb) kirliliği, *Peltigera praetextata* (Sommerf.) Zopf., indüktif eşleşmiş plazma optik emisyon spektrometresi (ICP-OES), trafik.

## THE INVESTIGATION OF LEAD (Pb) POLLUTION CAUSED BY VEHICULAR TRAFFIC ON THE GİRESUN-ORDU ROAD

### ABSTRACT

The aim of this study is investigated the levels of lead pollution in *Peltigera praetextata* (Sommerf.) Zopf. lichen species hanged all the way 40 km highway situated between Giresun and Ordu provinces. The samples were hanged to total 8 stations situated 100 meter inside from the road and the roadside with 10 km distances. In each station, the lichen samples were collected at the end of 45 days. The amounts of lead (Pb) in the samples were determined with Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer (ICP-OES). The results showed that **there were statistically significant differences in the amounts of lead measured in all the stations** when compared with the control group ( $P < 0,05$ ). Besides, lead pollution in the samples collected from the stations situated nearby of the Giresun and Ordu provinces is higher according to the other stations. These results showed that *P. praetextata* species will be used as a biological indicator to determine of lead pollution.

**Key Words:** Lead (Pb) pollution, *Peltigera praetextata* (Sommerf.) Zopf., inductively coupled plasma optical emission spectrometer (ICP-OES), traffic.



## I. GİRİŞ

Günümüzde insan aktivitelerindeki hızlı artış, sağlığımız üzerinde olumsuz etkilere sahip olan atmosferik kirleticilerin biyolojik döngüsüne etki ederek atmosferdeki mevcut kimyasal yapının değişimine yol açmıştır [1, 2]. Bilindiği gibi, çevresel problemler son 20 yıldır tüm dünyada olduğu gibi Türkiye’de de günlük yaşam problemleri arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Bu problemlerden başlıcaları; bitki örtüsünün tahrip edilmesi, erozyon, çarpık kentleşme, endüstride kullanılan kimyasallar, termik ve nükleer santraller ile hava kirliliği şeklinde sıralanabilir [3]. Hava kirliliğinin en büyük kaynaklarından biri ise motorlu taşıtların egzozlarından çıkan kurşundur [4].

Kurşun, birkaç bin yıldan beri insanlar için önemli bir metal olmuştur [5]. Bu metal toprak ve bitkilerde küçük miktarlarda bulunan doğal bir elementtir. Aşırı miktardaki kurşun ise gerek bitki ve hayvanlar, gerekse de toprak içindeki mikroorganizmalara toksik etki yapmaktadır. Kurşunun bitki ve toprak yapısına katılması gübre, herbisit, insektisit, atık sular ve hava kaynaklı gazlar yoluyla olmaktadır [6].

Atmosferdeki kurşunun %90’ının 1925’den bu yana kurşunlu benzinin kullanımı sonucu oluştuğu bilinmektedir [7]. Son yıllarda bir takım ciddi önlemler alınmasına rağmen, günümüzde birçok ülkede motorlu araçların sebep olduğu kirlilik problemi hala tam olarak çözümlenememiştir. Kurşun konsantrasyonu kaynağının gücü ile orantılıdır. Doğal olarak kurşun konsantrasyonu kaynağından uzaklaştıkça azalmakta, yaklaştıkça ise artmaktadır. Örneğin, atmosferdeki kurşun konsantrasyonu taşıtların kullandığı yollardan uzaklaştıkça hızla azalmaktadır. Bu durum bitkilerin kurşun içeriğine de yansımaktadır [8, 9]. Bitki kökleri ve stomalar aracılığıyla bitki içerisine alınan kurşun, bitkinin değişik kısımlarında birikmekte ve besin zincirine girerek dolaylı veya solunum yoluyla doğrudan insan sağlığını etkileyebilmektedir [10]. Kurşunun sebep olduğu hastalıkların arasında ise kemik, sinir, böbrek ve kalp-damar hastalıkları gelmektedir [11]. Yukarıda belirtilen tüm bu hususlardan dolayı da insan çevresinde bu elementin oranını izleme ihtiyacı duymuştur.

Son yıllarda, kurşun gibi toksik metallerin zararlı etkilerinden sakınmak veya en aza indirmek için, şehir ve kırsal alanlardaki atmosferin niteliğinin izlenmesinde doğal biyo-indikatörlerin (belirteç) kullanımında önemli bir artış olmuştur [12, 13]. Bu amaçla, atmosferdeki metal kirliliğinin seviyelerini etkili bir şekilde izleyebilmek için en fazla tercih edilen canlı grubu ise likenlerdir [14, 15]. Likenler, dünya üzerinde çok geniş habitatlarda yaşayan simbiyotik organizmaların seçkin bir grubudur. Şimdiye kadar, dünya üzerinde yaklaşık 20.000 türü tespit edilmiştir. Likenler olumsuz çevre şartlarının hassas indikatörleri olarak bilinirler [15]. Bu hassas grubun en önemli

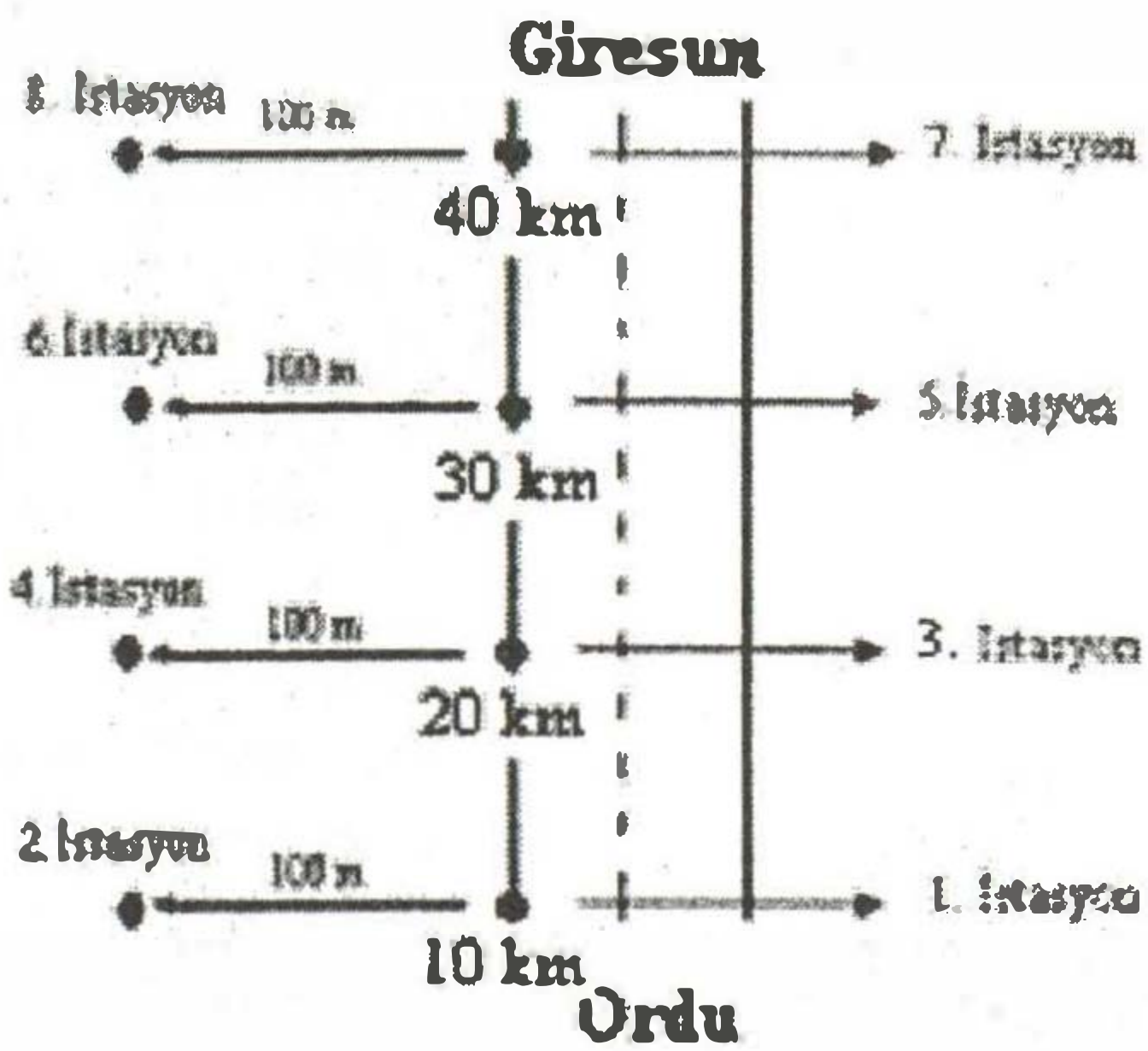
özelliği, dokuları içindeki atmosferik kirleticilerin seviyelerini olduğu gibi yansıtmasıdır [16]. Geniş yüzey alanına sahip olmaları, basit yapıdaki anatomileri, stomaların bulunmayışı, talluslarının kalıcı olması, uzun ömürlü olmaları, pH ve kirleticilerin miktarlarındaki değişimlere karşı yüksek derecede hassasiyet göstermeleri ve iyi gelişmiş bir kök sistemlerinin bulunmaması onları metal kirliliği için hassas belirteçler yapmıştır [17-19]. Özellikle, kök sisteminin bulunmaması, beslenme için ihtiyaç duyulan maddelerin doğrudan atmosferden temin edilmesini gerekli kılmakta, dolayısıyla da besin maddeleriyle birlikte havadaki kirleticilerinde alınmasına neden olmaktadır [20]. Koruyucu yapıdaki mumsu bir kutikula tabakasının bulunmaması da, ağır metallerin alınımını kolaylaştıran bir diğer etmendir [21]. Likenler hava kirliliğine karşı hassaslıklarını; tür çeşitliliğini azaltarak, hassas türlerin yok olmasıyla ve morfoloji, anatomi ve fizyolojilerinde meydana gelen çeşitli değişimler ile gösterirler [22, 23]. Tüm bu özelliklerinden dolayı da likenler, uzun dönemler süresince, atmosferdeki metal iyonlarının bileşimini ve seviyelerini doğru bir şekilde yansıtırlar.

Bu çalışmanın amacı, *Peltigera praetextata* liken türü biyolojik bir belirteç gibi kullanılarak, Giresun ve Ordu illeri arasında uzanan 40 km’lik 010-19 nolu devlet karayolunda taşıtların sebep olduğu kurşun kirliliğinin boyutlarını saptamaktır.

## II. GEREÇ VE YÖNTEM

**Örnek asma işlemi:** Giresun ve Ordu illeri arasında uzanan 40 km yol boyunca örnek asma işlemi 19 Ocak 2008 tarihinde gerçekleştirilmiştir. *Peltigera praetextata* (Sommerf.) Zopf. örnekleri yol boyunca belirlenen 8 istasyona asılmıştır. 40 km uzunluğundaki yolun 10 / 20 / 30 ve 40. kilometrelerindeki yol kenarları birer istasyon olarak belirlenmiş, bu istasyonlardan 100 metre içeriye girilmek suretiyle de diğer 4 istasyon oluşturulmuştur. Örnekler hava sirkülasyonuna açık, fakat kuş ya da böcek zararını en aza indirebilme özelliğine sahip olan 0.70 mm gözenek aralıklı, 15 cm boy ve 10 cm yüksekliğindeki tel kafesler içerisine konularak, yol kenarlarındaki refüjlere sabitlenmek suretiyle asılmıştır. 100 metre içeriye girilmek suretiyle oluşturulan istasyonlarda ise örnek asma işlemleri, ağaç gövdelerine yerden 2 metre yükseklik olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Örneklemenin yapıldığı istasyonlara ait bilgiler Şekil 1’de verilmiştir.





Şekil 1. Örnekleme istasyonları

**Kurşun miktarlarının ölçülmesi:** 45. günün sonunda her bir istasyona asılan liken örnekleri steril plastik torbalara toplanmış ve aynı gün laboratuvar ortamına getirilmiştir. Tüm örnekler üzerlerine yapışan atıklardan arındırılarak 60 °C'lik etüvde kurutulmuştur. Temizlenen ve kurutulan örnekler plastik bir öğütücü kullanılarak homojenize edilmiştir. Örneklerinin minerilizasyonu bir mikrodalga özümleme sistemi (CEM Mars X-Press) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla, 0,5 g kuru liken örneği teflon bir kap içerisine konulmuş ve üzerine 10 ml %65'lik konsantr nitrik asit ilave edilerek karıştırılmak suretiyle parçalanmıştır. Soğutma işleminden sonra, örneklerdeki nitrik asit buharlaştırılmış ve üzerine 10 ml saf su ilave edilmiştir. Örnekler filtre edilerek, üzerlerine 25 ml oluncaya kadar saf su eklenmiştir. Sonunda, kurşun konsantrasyonları "İndüktif Eşleşmiş Plazma Perkin Elmer marka Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES)" ile belirlenmiştir. Her bir örnekteki kurşun konsantrasyonları ard arda 3 kez ölçülmüş ve ortalama değerleri alınmıştır [24]. Ayrıca mümkün olduğunca trafikten uzak ve şehir dışına asılan *P. praetextata* örneği de kontrol grubu olarak kullanılmıştır.

***Peltigera praetextata* (Flörke ex Sommerf.) Zopf:** Tallusun üst yüzeyi kahverengi veya kahverengi grimsi, en azından kenarlarda keçeli yumuşak tüylü, olgun tallusların kenarları kırışık, alt yüzeyleri dallanmamış rizinli ve yumuşak beyaz tüylü, nemli fundalık alanlarda, ağaç tabanlarında ve karayosunlu kayalarda oldukça yaygındır [25, 26].

**İstatistiksel analiz:** İstatistiksel analizler SPSS 10.0 (SPSS Inc, Chicago, USA) istatistiksel analiz programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde "Varyans analizi (ANOVA) ve Duncan's testleri" kullanılmıştır. Kontrol grubu ve 8 istasyona asılan liken örneklerine ait verilerin karşılaştırılması sonucunda elde edilen P değerleri

0,05'den küçük olduğunda ( $P < 0,05$ ) istatistiksel açıdan önemli olarak kabul edilmiştir.

### III. BULGULAR

Giresun ve Ordu illerini birbirine bağlayan, 40 km uzunluğundaki karayolu üzerinde belirlenen istasyona asılan liken örneklerindeki ortalama kurşun konsantrasyonları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Her bir istasyondan toplanan *Peltigera praetextata* örneklerindeki ortalama kurşun konsantrasyonları

İstasyon No	İstasyon Adı	Kurşun (Pb) Konsantrasyonu ( $\pm$ SD, $\text{mgL}^{-1}$ )
1	10. km'de yol kenarında yer alan istasyon	18,46 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>
2	10. km'de 100 metre içeride yer alan istasyon	11,48 $\pm$ 0,12 <sup>b</sup>
3	20. km'de yol kenarında yer alan istasyon	7,65 $\pm$ 0,04 <sup>c</sup>
4	20. km'de 100 metre içeride yer alan istasyon	3,63 $\pm$ 0,06 <sup>c</sup>
5	30. km'de yol kenarında yer alan istasyon	6,24 $\pm$ 1,27 <sup>d</sup>
6	30. km'de 100 metre içeride yer alan istasyon	2,93 $\pm$ 0,08 <sup>e</sup>
7	40. km'de yol kenarında yer alan istasyon	16,77 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>
8	40. km'de 100 metre içeride yer alan istasyon	10,66 $\pm$ 0,06 <sup>b</sup>

\*Değerler ortalama ( $\pm$ ) standart sapma şeklinde gösterilmiştir. Aynı sütün içerisinde farklı harfler ile belirtilen ortalamalar istatistiksel olarak önemlidir ( $P < 0,05$ ).

Tablodaki sonuçlardan da görüldüğü gibi, incelenen 8 istasyon içerisinde kurşun birikimi yönünden en fazla yoğunluğa sahip istasyonlar 1. ve 7. istasyonlardır. Bu istasyonlara asılan *P. praetextata* örneklerinde belirlenen kurşun miktarları sırası ile 18,46 $\pm$ 0,10 ve 16,77 $\pm$ 0,09  $\text{mgL}^{-1}$  olarak ölçülmüştür. En düşük kurşun birikimi ise 4. ve 6. istasyonlara asılan örneklerde gözlenmiştir. Bu istasyonlara asılan *P. praetextata* örneklerinde 3,63 $\pm$ 0,06 ve 2,93 $\pm$ 0,08  $\text{mgL}^{-1}$  düzeyinde kurşun ölçülmüştür. Kontrol grubu olarak kullanılmak üzere şehir dışında ve mümkün olduğunca trafikten



uzak bölgeye asılan *P. praetextata* örneğinde ise ortalama olarak  $0,43 \pm 0,03 \text{ mgL}^{-1}$  düzeyinde kurşun belirlenmiştir. Duncan testi, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında 8 istasyona asılan liken örneklerindeki kurşun miktarlarında artışların istatistiksel olarak önemli olduğunu göstermiştir ( $P < 0,05$ ).

#### IV. TARTIŞMA VE SONUÇ

Ordu ve Giresun illeri İç Anadolu'yu Karadeniz'e bağlayan bir ulaşım köprüsü olarak hizmet vermektedir. Bir gün süresince (24 saatte) Ordu-Giresun karayolunu kullanarak İç Anadolu ve Karadeniz'e gidiş-geliş yapan araç sayısı yaklaşık 5.900'dür. Bu nedenle de bu güzergâh üzerinde yer alan bitki örtüsünde trafik kökenli kurşun kirliliği kaçınılmaz olmaktadır. Yaptığımız çalışmanın sonuçları da bunu doğrulamaktadır. Belirlenen 8 istasyon içerisinde en yoğun kurşun kirliliği sırası ile 1. ve 7. istasyonlara asılan liken örneklerinde tespit edilmiştir. Bu örneklerde, kurşun kirliliğinin yüksek oluşunun temel nedeninin, bu istasyonların şehre yakınlıkları ile alakalı olabileceğini düşündürmüştür. Zira birinci istasyon Giresun ilinin, 7. istasyon ise Ordu ilinin oldukça yakınında bulunmaktadır. Her iki istasyonun bu illerin yakınında bulunmaları, Doğu ve Batıya gidip gelen araç trafiğine, şehre giriş-çıkış yapan araç trafiğinin de eklenmesine neden olmuş, bunun sonucunda da, bu istasyonlara asılan *P. praetextata* örneklerinde diğer altı istasyondakilere göre daha fazla kurşun birikimi tespit edilmiştir. Ayrıca, bu iki istasyondaki yoğun kurşun kirliliğinin bir diğer nedeninin ise, hava sirkülasyonu kaynaklı olabileceği düşünülmüştür. Çünkü her iki istasyonda şehirlerin çok yakınında bulunduğundan, bu istasyonların çevresinde yer alan yerleşim bölgeleri, araçlardan yayılan kurşunun atmosfere yükselmesini engelleyen bir bariyer görevi yapmakta, sonuçta biriken kurşun ve diğer ağır metaller çevredeki bitki örtüsü tarafından tutulmaktadır. Zira karayolunun 20. ve 30. kilometrelerinde yer alan 3. ve 5. istasyonlara asılan örneklerde ölçülen kurşun miktarlarının, her iki şehrin yakınında bulunan 1. ve 7. istasyonlara göre düşük çıkması bu görüşümüzü doğrulamaktadır. 2., 4., 6. ve 8. istasyonlar karayolundan 100 m içeride yer aldıklarından, bu istasyonlara asılan liken örneklerinde karayolu kenarında yer alan istasyonlara asılan örneklere göre daha az kurşun birikimine rastlanılmıştır. Bu dört istasyonun tümü karayolundan 100 metre uzakta yer almasına rağmen, 2 ve 8 nolu istasyonlara asılan liken örneklerinde, 4. ve 6. istasyonlara asılan örneklere göre daha fazla miktarda kurşun birikimi gözlenmiştir. Söz konusu iki istasyon (2. ve 8. istasyon) Giresun ve Ordu illerinin yakınında bulunan 1. ve 7. istasyonlardan 100 m içeriye girmek

suretiyle oluşturulan istasyonlardır. Dolayısıyla da, araç trafiği 4. ve 6. istasyonlara göre daha fazladır. Bu nedenle de bu istasyonlardan toplanan liken örneklerinde daha fazla kurşun birikimi gözlenmiştir.

Bizim sonuçlarımızı doğrulayan tarzda, diğer araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen pek çok çalışmada bulunmaktadır. Örneğin, Çavuşoğlu ve ark. [27] tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada Kırıkkale ve Kırşehir illeri arasında uzanan 100 km uzunluğundaki karayolunun kenarından toplanan *Sinapis arvensis* L. türünün yapraklarında taşıtların sebep olduğu kurşun kirliliğinin boyutları araştırılmıştır. Sonuçta, kurşun kirliliğinin Kırıkkale ve Kırşehir illerinin yakınında bulunan istasyonlardan toplanan örneklerde, diğer istasyonlara göre oldukça yüksek olduğunu göstermiştir. Çavuşoğlu [4] tarafından EDS analiz cihazı kullanılarak gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise, Kırıkkale-Ankara karayolu üzerinde yer alan *Elaeagnus angustifolia* (iğde) ağaçların yapraklarında taşıtların sebep olduğu kurşun kirliliği araştırılmıştır. Sonuçta, yol üzerinde hava sirkülasyonunun az olduğu, yolun daraldığı ve rampaların arttığı bölgelerden alınan yapraklardaki kurşun kirliliğinin, yolun düz ve geniş, sirkülasyonun fazla olduğu bölgelerden toplanan yapraklara göre daha fazla olduğu rapor edilmiştir. Yine Çavuşoğlu ve Çavuşoğlu [28] tarafından gerçekleştirilen benzer bir çalışmada ise, Isparta ili şehir merkezi ile Süleyman Demirel Üniversitesi arasındaki 10 km'lik yol boyunca sıralanan *Cupressus sempervirens* ve *Cedrus libani* yapraklarında taşıtların sebep olduğu kurşun kirliliği araştırılmıştır. Sonuçta her iki bitki türünde de kurşun kirliliğinin şehir merkezine yaklaştıkça arttığı belirlenmiştir. Türkan [28] tarafından İzmir ve çevre yollarında yetişen bitkiler üzerinde yapılan bir başka çalışmada ise, 1800 taşıt/saat yoğunluğu olan yolların kenarında yetişen bitkilerdeki kurşun miktarı  $12-13 \text{ mg kg}^{-1}$  olarak ölçülmüştür.

Bu çalışmanın sonuçları, günümüzde geçmiş yıllara kıyasla kurşunlu benzin kullanımının azaltılmasına yönelik toplumda ciddi bir bilinç oluşturulmaya çalışılmasına rağmen, Giresun-Ordu karayolunda taşıtların sebep olduğu hala ciddi bir kurşun birikiminin varlığını göstermiştir.

#### KAYNAKLAR

1. Pasqualini, V., Robles, C., Garzino, S., Greff, S., Melau, A.B. and Boning, G., *Phenolic compounds content in Pinus halepensis Mill. Needles: a bioindicator of air pollution*, Chemosphere, 52, 239-248 (2003).
2. Rana, T., Gupta, S., Kumar, D., Sharma, S., Rana, M., Rathore, V. S. and Pereira, B. M. J., *Toxic effects of pulp and paper-mill effluents on male*



- reproductive organs and some systemic parameters in rats, *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 18, 1-7 (2004).
3. Aslan, A., Budak, G. ve Karabulut, A., *The amounts Fe, Ba, Sr, K, Ca and Ti in some lichens growing in Erzurum province (Turkey)*, *Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer*, 88 (4), 423-431 (2005).
  4. Çavuşoğlu, K., *İğde (Elaeagnus angustifolia L.) yapraklarında kurşun (Pb) yoğunluğunun araştırılması*, S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6, 191-196 (2002).
  5. Harrison, R. M., Laxen, D. P. H. and Wilson, S. J., *Chemical association of lead, cadmium, copper and zinc in street dust and roadside soils*, *Environmental Science Technology*, 15, 1378-1383 (1981).
  6. Karademir, M. ve Toker, C., *Ankara'nın bazı kavşaklarında yetişen çim ve bitkilerde ekzoslarından gelen kurşun birikimi*, II. Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi Bildirileri, 11-13 Eylül, Ankara, 15-20 (1995).
  7. Shy, C. M., *Lead in petrol the mistake of the XX.th. Century* *Rapp Sanit Mond*, 43, 168-176 (1990).
  8. Wheeler, G. L. and Rolfe, G. L., *The relationship between daily traffic volume and the distribution of lead in roadside soil and vegetation*, *Environmental Pollution*, 18, 265-274 (1979).
  9. Albert, L. A. And Badilla, F., *Environmental lead in Mexica*, *Review Environment Contamination and Toxicology*, 117 (1991).
  10. Toker, M. C., *Uptake of lead by barley (Hordeum distichon L.) roots and its relation to potassium*, *Doga: Turk Biyoloji Dergisi*, 12 (2), 128-133 (1998).
  11. Ursinyova, M., Hladikova, V., Uhnak, J. and Kovacicova, J., *Toxic elements in environmental samples from selected regions in Slovakia*, *Bulletin Environmental Contamination Toxicology*, 58, 985-992 (1997).
  12. Szczepanik, K. and Biziuk, M., *Aspects of the biomonitoring studies using mosses and lichens as indicators of metal pollution*, *Environmental Research*, 93, 221-230 (2003).
  13. Ng, O. H., Tan, B. C. and Obbard, J. P., *Lichens as bioindicators of atmospheric heavy metal pollution in singapore*, *Environmental Monitoring and Assessment*, 123, 63-74 (2005).
  14. Yun, M., Longerich, H. P. and Wadleigh, M.A., *The determination of 18 trace elements in lichens for atmospheric monitoring using inductively coupled plasma-mass spectrometry*, *Canadian Journal of Analytical Sciences and Spectroscopy*, 48, 171-180 (2003).
  15. Nayaka, S., Upreti, D. K., Gadgil, M. and Pandey, V., *Distribution pattern and heavy metal accumulation in lichens of Bangalore city with special reference to Lalbagh garden*, *Culture Science*, 84 (5), 674-680 (2003).
  16. Beeby, A., *What do sentinels stand for*, *Environmental Pollution*, 112, 285-298 (2001).
  17. Hale, M. E., *The Biology of Lichens*, Edward Arnold, London, 190 (1983).
  18. Puckett, K. J., *Lichens, Bryophytes and Air Quality*. In: Nash T. H. and Wirth, V. (Eds.), *Biblica Lichenologist*, Berlin, 231-267 (1988).
  19. Nirnis, P. L., *Proceeding of a Workshop on Indicators and Indices*. In: Colombo, A. G. and Premazzi, G. (Eds.), JRC Ispra, EUR 13060 EN 93-126 (1990).
  20. Bargagli, R., Manacci, F., Borghini, F., Bravi, and Agronelli, C., *Mosses and lichens as biomonitors of trace metals. A comparison study on Hypnum cupressiforme and Parmelia carperata in a former mining district in Italy*, *Environmental Pollution*, 116, 279-287 (2002).
  21. Nash, T. H., *Lichen Biology*. Cambridge University Press, New York, 154-180 (1996).
  22. LeBlanc F, Rao, D. N., *Bryologist*, 76, 1-1 (1973).
  23. Matthes, U. and Feige, G. B., *Ecophysiology of lichen symbioses*. In: Lange O. L., Nobel, P. S. Osmond, C. B. and Zieger, H. (Eds.) *Physiological plant ecology III. Responses to the chemical and physiol environment*. Encyclopaedia Plant Physiology 12C, Springer, Berlin Heidelberg New York, 423-467 (1983).
  24. Cayır, A., Coskun, M. and Coskun, M., *Determination of Atmospheric Heavy Metals Pollution in Canakkale and Balıkesir Provinces Using Lichen (Cladonia rangiformis) as Bioindicator*, *Bull Environ Contam Toxicol*, 79, 367-370 (2007).
  25. Purvis, W., *Lichens*. Natural History Museum Life Series, London (2000).
  26. Dobson, F., *Lichens. An Illustrated Guide to the British and Irish Species*, Slough: Richmond Publishing Co. Ltd, New fifth edition with colour photographs (2005).
  27. Çavuşoğlu, K., Budak, A. and Çakır Arıca, Ş., *Sinapis arvensis L. (Yabani Hardal) bitkisi indikatör olarak kullanılarak Kırıkkale-Kırşehir karayolunda taşıtların sebep olduğu kurşun (Pb) kirliliğinin araştırılması*, Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi. 20 (2), 223-231 (2008).
  28. Çavuşoğlu, K. and Çavuşoğlu, K., *Cupressus Sempervirens L. ve Cedrus libani A. Rich yaprakların da taşıtların sebep olduğu kurşun (Pb) kirliliğinin araştırılması*, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7 (2), 37-56 (2005).



29. Türkan, İ., *İzmir il merkezi ve çevre yolları kenarında yetişen bitkilerde kurşun, çinko ve kadmiyum kirlenmesinin araştırılması*, Doğa: Türk Biyoloji Dergisi, 10, 116–120 (1986).