

Kırıkkale’de endüstri bölgesi civarında toprak, yem, su ve bu yörede yetiştirilen koyunlar ile parazitlerinde bazı ağır metallerin (Cd, Cu, Pb, Zn) belirlenmesi

Atilla BEŞKAYA¹, Kader YILDIZ², Mehmet BAŞALAN³, M. Faruk US¹

¹T.K.B. Etlik Merkez Veteriner Kontrol ve Araştırma Enstitüsü, Biyokimya Laboratuvarı, 06020 Etlik/Ankara, ²Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi Parazitoloji Anabilim Dalı, 71450 Yahşihan/Kırıkkale, ³Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, 71450 Yahşihan/Kırıkkale

Özet: Bu çalışma Kırıkkale’de petrol rafineri ve silah fabrikaları çevresinde yetiştirilen koyunların çeşitli dokularında, bu koyunlarda bulunan parazitte (kist hidatik), yem, su ve toprakta bazı ağır metal düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Endüstri bölgesindeki bitki, toprak ve sudaki kadmiyum düzeyi ortalamaları arasında anlamlı fark tespit edilmemiştir. Değişik mesafelerden örneklenen yeşil vejetasyonda bakır düzeyleri ortalamaları benzerlik gösterirken bu ortalamanın kuru vejetasyon yemlerinde ve toprakta endüstri bölgesinin 20.km deki mesafede en yüksek seviyede, 5. ve 3. km ise en düşük seviyede olduğu gözlenmiştir. Sudaki bakır düzeyi ise tespit edilebilir sınırların (LoD) altında bulunmuştur. Endüstri bölgesine en yakın olan yerdeki yeşil vejetasyon örneklerinin kurşun düzeyleri diğer örnekleme bölgelerden elde edilenlere kıyasla yaklaşık 2 kat yüksek çıkmış ancak istatistiksel anlamlılık tespit edilmemiştir. Toprakta kurşun birikiminin endüstri bölgesinde kontrol örneklerinden anlamlı olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Endüstri bölgesindeki vejetasyon örneklerinde çinko düzeyleri benzer bulunmuştur. Ancak endüstri bölgesine en yakın ve en uzak mesafedeki toprak örneklerinde çinko düzeyi orta mesafedekilerden istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur (p<0,05). Analiz edilen verilere göre kist hidatik ile konak dokuları arasında ağır metal birikimi bakımından Cu, Pb ve Zn’da anlamlı ilişki gözlenmiştir.

Anahtar sözcükler: Ağır Metal, Koyun, Helmint, Yem, Su, Toprak.

Determination of some heavy metals (Cd, Cu, Pb, Zn) in breeding sheep tissues with parasitisms, soil, water and feedstuffs of around environment industry in Kırıkkale

Summary: With this project, it was aimed to determine the effects of industrial pollution on sheep tissues, their parasites (cyst hydatic) and their feedstuffs, soil and water samples. No differences were detected in the dry vegetation, soil and water cadmium levels among the locations. Average level of Copper (Cu) in dry vegetation and soil samples collected in the areas 20 km far from industrial region was found to be higher when compared with the samples collected from 5. ve 3. km far from industrial areas. However, Cu level was found to be under detectable limits in the water. Mean lead concentrations of the green vegetation samples collected from the closest location was twice as high as those of samples collected from other areas, however, there was no significant difference. It was determined that accumulation of lead in soils collected from 3 consecutive areas close by the plants were significantly higher than that of control area (p<0,05). Zinc concentrations in vegetation samples in industrialized area were similar. In contrast, zinc levels of soil samples in the closest and farthest area were significantly higher than those in the middle (p<0,05). In response to the analysed data, it was determined that Cu, Pb and Zn concentrations in tissue and cyst hydatic were significantly related.

Key words: Heavy Metal, Sheep, Helmint, Feed, Water, Soil.

Giriş

Çevrenin hava, su ve toprak gibi unsurları üzerinde ortaya çıkan ve canlı öğelerin hayati aktivitelerini olumsuz yönde etkileyen sorunlar çevre kirliliği adıyla değerlendirilmektedir. Çevre sorunlarının başlıca kaynakları arasında hava kirliliği, gübre ve zirai mücadelede kullanılan ilaçlar, endüstriyel atıklar, çöp, doğal bitki örtüsünün ve ormanların tahribi bulunmaktadır. Toprak kirliliğinin çevre sağlığı açısından en önemli etkisi, topraktaki kirleticilerin

bitki bünyesine geçerek bunu ya doğrudan ya da bu bitkilerle beslenen hayvanların besin olarak tüketilmesi sonucu insan bünyesine geçmesidir.

Ağır metal, yoğunluğu 5 g/cm³’ten yüksek olan veya atom ağırlığı 50 ve daha büyük olan elementlere denir. Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, Se, Co Ni, Fl ve I gibi elementler bitki ve hayvanlar için gerekli mikro besin öğeleri veya iz elementleri olarak adlandırılmaktadır. Mineraller insan ve hayvanlar tarafından

yüksek düzeylerde alınması zehirlenmeye neden olmaktadır.

Bu metallerin vücuda alınmasında yenilen gıdanın hangi çevre, toprak ve suda yetiştiği önem taşımaktadır. Endüstriyel kirliliğin ve trafiğin yoğun olduğu topraklarda yetişen bitkisel ürünlerde ve yemlerle beslenen hayvanların karaciğer, böbrek ve beyin gibi biyolojik doku ve vücut sıvılarında birikmesi sonucunda doku hasarı ve hatta ölümler meydana gelmektedir (KARAGÜL ve ark., 2000; ERGÜN, 2001).

Bakır başta karaciğer olmak üzere kalp, böbrek, beyin ve kılırlarda depolanır. Ulusal Bilimler Akademisi verilerine göre toksik düzeyler atlar için 800 ppm, tavuklar için 300 ppm, domuzlar için 250 ppm, sığırlar için 100 ppm ve koyunlar için de 25 ppm'dir. Ayrıca bakır ve çinko insan ve hayvanların yaşamsal fonksiyonları için dışarıdan alınması zorunlu mikro elementler olup, yüksek oranda alındıkları takdirde ise (karaciğerde Cu 700 ppm, Zn bitkilerde 400 ppm, hayvanlarda 500-1000 ppm ve Fe ise 1000 ppm üzerine çıkması halinde) zararlı etkilere sebep olan inorganik bileşikler olarak değerlendirilmiştir (KARAGÜL ve ark., 2000; ERGÜN, 2001).

Yapılan araştırmalarda; uzun süreli maruziyete kalan böbrekte biriken kadmiyum konsantrasyonu (wet wght.) 200 mg/kg'a ulaşması durumunda, böbrek fonksiyonlarında bozulma olduğu tespit edilmiş ve böbrekte oluşan hasarın düzelmediği bildirilmiştir (ERGÜN, 2001).

Halk sağlığı açısından bir ergin insanın diyetle alabileceği haftalık maksimum Cd miktarı 400-500 mikro gram iken, WHO, canlı ağırlık üzerinden günlük maksimum 1,0 ppb düzeyinde alınabileceğini bildirmiştir. Cu yüzeysel sularında 0,01-0,5 ppm bulunurken, WHO alınması önerilen maksimum miktarı 1,0 ppm olarak bildirmektedir (SURES, 2001; KALAY ve ark., 2004).

Kurşun yer kabuğunda 12.5 g/t miktar sıklığı ile bulunan ve petrolden elde edilen tetraetil (CH₃CH₂)₄Pb) eklenerek oktan sayısı artırılan yakıtlarla yanmalı motorlardan çıkan gazlarla dünya atmosferine boşaltılarak, hava kirliliğine neden olmaktadır (MORGAN, 1994). Petrol bileşiklerindeki toksik maddelerin başlıcalarının C4-C12 alifatik ve aromatik hidrokarbonlar, naftalin, parafin ve alkalenlerin yanı sıra tetraetil kurşun olduğu ve bu-

nunda karaciğerdeki yarı ömrünün 3-5 gün olan trietil kurşuna dönüştüğü bildirilmiştir. Trietil kurşunun yarı ömrü beyin dokusunda 500 güne çıkabileceği ve nörotoksik olduğu yine aynı makalede belirtilmiştir. Kentsel alanlarda yaşayan insanlarda kan serumu kurşun konsantrasyonunun 0.1 µg/ml olduğu, diğer insanlarda 0.04-0.06 µg/ml olduğu bildirilmiştir (CAIRNEY ve ark., 2002).

Pil fabrikası atık sularında 5,66 mg/L, asidik maden drenajlarında 0,02-2,5 mg/L, tetraetil kurşun üreten fabrika atık sularında 125-150 mg/L organik, 66-85 mg/L inorganik kurşun kirliliğine rastlanmıştır. Gıdaların önde gelen gelen metalik kirleticilerinden biri kurşun olup, sağlıklı erişkin bir kişinin kirli çevre nedeniyle besinlerle günde 70 mikrogram civarında kurşun aldıkları bildirilmiştir (SURES ve ark., 2000; CAIRNEY ve ark., 2002).

Kurşun için 1999'da WHO'nun verdiği maksimum değer içilen sularında 50 µg/L olarak bildirilirken, ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA)'nın (2003)'te 15 µg/L limit değerinin aşılmasını önermesi üzerine nisan 2003'te Japonya 20 µg/L AB ve ülkemizde 2005'te TS-266 standardı ile içme sularında kurşun limitini 10 µg/L (ppb)'ye indirmiştir.

Çinkonun çeşme sularında 0,01-1,0 ppm düzeyinde olup, yer üstü sularında WHO izin verdiği üst değer ise 5,0 ppm'dir. Çinko yer kabuğunda yaklaşık 70-130 ppm arasında bulunurken; normal toprak 50 ppm Zn içerir. Çinko değerleri kuru madde bazında kaba yem maddelerinde 17-160 ppm, tahıl danelerinde 20-30 ppm, yağlı tohum küspelerinde 50-70 ppm ve hayvansal protein kaynaklarında 90-100 ppm arasındadır. Memeli dokuların çoğunda Zn konsantrasyonu türlere göre 30-250 mg/g arasında değişir (GEORGIEVSKI, 1982; WHO, 1994; NRC, 2001). Değişik bitki türlerine göre saman ve slajlarda 60 ppm, tahıl danelerinde 20-30 ppm, soya, susam, pamuk tohumu gibi bitkisel proteinlerde 50-70 ppm arasında değişir. Zn geniş bir güvenlik sınırına sahip olduğu için kısmen toksik olmayan bir element olarak kabul edilir. Yem Zn içeriğinin 40 ppm den düşük olması yetersizlik yönünden önemli bir indikatör olarak kabul edilir (GEORGIEVSKI, 1982).

Son yıllarda endüstrileşme ve hızlı nüfus artışına bağlı olarak sucul ortamda hızla artan ağır metal seviyesi burada yaşayan canlılar üzerine toksik etkiye neden olmuştur. Suda yaşayan canlılar doğal

ortamlarında düşük yoğunluklardaki toksik maddelere bile uzun süre maruz kalmaktadır. Ayrıca yoğunluğu artan ağır metaller besin zinciri aracılığı ile diğer canlılara taşınmaktadır (SURES, 2001).

Parazitler buldukları konak için zararlı canlılar olarak kabul edilirler (SYMTH, 1994). Ancak bazı helmintlerin içinde yaşadıkları konaklarının dokularına çevreden alınan ağır metallerin birikmesine engel olduğu belirlenmiştir (SURES and SIDDALL, 1999). Özellikle sucul ortamda ağır metal kirliliğinin bu yolla izlenebileceği ileri sürülmüştür (Sures, 2001). Sucul habitatta metal yoğunluğunun izlenmesinde balık parazitlerinin potansiyel rolü hakkında bilgi bulunmakla birlikte karada yaşayan çiftlik hayvanlarındaki parazitlerin çevre kirliliğinin izlenmesindeki rolü hakkında oldukça sınırlı bilgi bulunmaktadır (BARUS et al., 2000; SURES et al., 2000a, b).

Bu çalışma ile Kırıkkale ilinde mevcut silah fabrikaları ve mühimmat yan sanayi ile petrol rafinerisinin meydana getirdiği endüstriyel kirliliğinin kaynağı sayılan ağır metallerin, bu yörede yetiştirilen hayvanlarda ve hayvan yemi olarak kullanılan bitki örtüsü, su ve toprağın üzerine etkileri ile yörede yetiştirilen koyunların çeşitli dokularındaki ağır metal birikim düzeylerine ve parazitlerin birikimdeki rolü üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Bu çalışma Mart 2006 - Şubat 2007 tarihleri arasında Kırıkkale'de petrol rafinerisi ile silah ve mühimmat fabrikaları civarında yetiştirilen 20 adet koyun ile adı geçen endüstri bölgesi yakınında yetiştirilen kaba hayvan yemleri (yeşil ve kuru) üzerinde yürütülmüştür. Bu amaçla bölgede yetiştirilen koyunların kesimi takiben 10'unun karaciğer, bağırsak, böbrek, akciğer ve larvaların germinal membranlarından örnekler alınmış, organları parazit yönünden muayene edilmiştir. Kontrol bölgesinde yetişen koyunlara (n:10) ait doku örnekleri de alınmıştır. Aynı yörede yetiştirilen hayvanların tükettiği mera bitkilerinde çalışma süresince endüstri bölgesinin 0.5, 3.0, 5.0 ve 20 km uzağından toprak yüzeyinin 1 cm yukarısından kesilerek örnekler her ay toplanmıştır. Endüstri bölgesinin 20 km uzağı kontrol olarak belirlenmiştir. Bu bölgeden de aynı şekilde toprak (n=48), yeşil ve kuru hayvan kaba yemleri (n=48) ayrıca sudan da (n=36) deneme grubu ile eş zamanlı olarak örnekler alınmıştır. Aynı zamanda Kızılırmak nehri hem yörede yetiştirilen hayvanla-

rın içme suyu kaynağı olması bakımından hem de hayvan yemi hammaddelerinin üretildiği arazilerin sulanmasında kullanılması bakımından değerlendirilmiş ve nehrin endüstri bölgesine 3.0, 5.0 ve 20 km mesafelerine yakın yüzeyinden su örnekleri alınmıştır.

Her bir numune mikro dalga fırınında yakma işlemlerinden geçirildikten sonra Atomik Absorbsiyon Spektrometre ile Flame tekniği (FAAS) kullanılarak Zn ve Cu, Graphite fırın tekniği (GFAAS) ile de Pb ve Cd düzeyleri belirlenmiştir (A.O.A.C., 1990; JORHEM, 1993; ANON, 2000; FOOD QUALITY SERVICES, 2002; TGKY, 2005b).

Endüstri bölgesinden toplanan her bir örnek grubu blok deneme desenine oturtulmuş ve incelenen metal konsantrasyonları her bir örnek grubunda endüstri bölgesine olan uzaklığa karşı regresyona tabi tutulmuştur. Genel düzlemsel modelde örnek grubu ile mesafe interaksyonunun anlamlı ($p<0.05$) olduğu durumlarda ikili karşılaştırmalar, en az anlamlı farklar ile yapılmış ve istatistiki anlamlılık ($p<0.05$) olarak kabul edilmiştir.

Bulgular

Çalışmada toplanılan örneklere ait veriler tablolar halinde aşağıda sunulmuştur. Örneklerin kadmiyum düzeyi ortalamaları her bir örnek grubunda mesafeler arasında anlamlı fark tespit edilmemiştir (Tablo 1). Ancak kontrol grubu olarak seçilen bölgeden temin edilen yeşil vejetasyon örneklerinin kadmiyum düzeyi ortalaması endüstri bölgesine yakın bölgeden temin edilenlerinkinden yaklaşık 4 kat daha düşük bulunmuştur (15,3 µg/kg). Kuru vejetasyon, toprak ve suda ise mesafeler arasında fark bulunmamıştır.

Tablo 1. Endüstri Bölgesindeki Bitkilerde, Toprak ve Sudaki Kadmiyum Düzeyleri (µg/kg).

| Örnek Grubu | Endüstri bölgesine uzaklık (km) | | | |
|------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 0,5 | 3 | 5 | 20 |
| Yeşil Vejetasyon | 61,2 ^b | 51,6 ^b | 66,6 ^b | 15,3 ^a |
| Kuru Vejetasyon | 44,1 | 60,9 | 58,8 | 57,6 |
| Toprak | 113,61 | 103,32 | 121,61 | 129,61 |
| Su | X | 164,65 | 228,31 | 183,32 |

Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan mesafeler arasındaki fark önemlidir ($p<0.001$).

Tablo 2.'de örneklerin bakır düzeyleri ortalamalarının yeşil vejetasyonda değişik mesafelerde benzerlik

gösterdiği; ancak kuru vejetasyon yemlerinde ve toprakta endüstri bölgesinin 20.km deki mesafede Cu düzeyi en yüksek seviyede, 5. ve 3. km ise en düşük seviyede olduğu gözlenmiştir. Sudaki bakır düzeyi ise tespit edilebilir sınırların (LoD) altında bulunmuştur.

Tablo 2. Endüstri Bölgesindeki Bitkilerde, Toprak ve Sudaki Bakır Düzeyleri (mg/kg).

| Örnek Grubu | Endüstri bölgesine uzaklık (km) | | | |
|------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 0,5 | 3 | 5 | 20 |
| Yeşil Vejetasyon | 4,8 | 5,7 | 6,6 | 4,8 |
| Kuru Vejetasyon | 3,9 ^b | 4,2 ^b | 1,8 ^b | 25,8 ^a |
| Toprak | 20,86 ^b | 13,43 ^b | 17,29 ^b | 33,58 ^a |
| Su | X | X | X | X |

Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan mesafeler arasındaki fark önemlidir (p<0.001).

Endüstri bölgesine en yakın olan yerden toplanan yeşil vejetasyon örneklerinin kurşun düzeyleri diğer bölgelerden elde edilenlere kıyasla yaklaşık 2 kat yüksek çıkmış ve istatistik olarak fark tespit edilmemiştir (Tablo 3). Kuru vejetasyon ise 3 km mesafede diğer bölgelerden elde edilenlerden sayısal olarak yüksek çıkmıştır. Toprakta kurşun birikimi endüstri bölgesine yakın üç bölgede kontrol örneklerinden anlamlı olarak daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (p<0.05).

Tablo 3. Endüstri Bölgesindeki Bitkilerde, Toprak ve Sudaki Kurşun Düzeyleri (µg/kg).

| Örnek Grubu | Endüstri bölgesine uzaklık (km) | | | |
|------------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | 0,5 | 3 | 5 | 20 |
| Yeşil Vejetasyon | 1408,2 ^a | 750 ^b | 713,4 ^b | 785,4 ^b |
| Kuru Vejetasyon | 1378,2 | 1805,7 | 1417,8 | 1470,9 |
| Toprak | 2501,04 ^a | 2161,79 ^a | 2778,12 ^a | 1785,82 ^b |
| Su | X | 141,32 | 158,98 | 137,65 |

Tablo 5. Endüstri Bölgesinde Kesilen Koyun Dokuları ile Kist Hidatik Ağır Metal Düzeyleri.

| Biyokimyasal Parametreler | Parazit | | Dokular | | | |
|---------------------------|------------|--------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | Enfeksiyon | Kist hidatik | Karaciğer | Akciğer | Böbrek | Bağırsak |
| Cd (µg/kg) | + | 28,8 ^c | 3406,8 ^a | 23,1 ^c | 547,8 ^b | 18,9 ^c |
| | - | 0,0 | 130,8 ^a | 37,5 ^b | 274,5 ^a | 9,0 ^c |
| Cu (mg/kg) | + | 42,9 ^b | 123 ^a | 7,2 ^b | 12,3 ^b | 1,5 ^b |
| | - | 0,0 | 186 ^a | 9,3 ^b | 18,6 ^b | 1,8 ^c |
| Pb (µg/kg) | + | 316,5 ^a | 255,9 ^a | 75,3 ^b | 370,2 ^a | 41,4 ^b |
| | - | 0,0 | 90 ^b | 43,2 ^c | 187,8 ^a | 107,1 ^b |
| Zn (mg/kg) | + | 94,5 ^a | 105,6 ^a | 63,6 ^b | 89,4 ^{ab} | 63 ^b |
| | - | 0,0 | 101,1 ^{ab} | 83,1 ^b | 106,8 ^a | 54,3 ^c |
| n | 10/10 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |

Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan parazit ve hayvan dokuları arasındaki fark önemlidir (p<0.001).

Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan mesafeler arasındaki fark önemlidir (p<0.001).

Endüstri bölgesindeki bitkilerde, toprak ve sudaki çinko düzeyleri Tablo 4'te görülmektedir. Vejetasyon örneklerinde çinko düzeyleri benzer bulunmuştur. Ancak endüstri bölgesine en yakın ve en uzak mesafedeki toprak örneklerinde çinko düzeyi orta mesafedekilerden istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur (p<0.05).

Tablo 4. Endüstri Bölgesindeki Bitkilerde, Toprak ve Sudaki Çinko Düzeyleri (mg/kg).

| Örnek Grubu | Endüstri bölgesine uzaklık (km) | | | |
|------------------|---------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 0,5 | 3 | 5 | 20 |
| Yeşil Vejetasyon | 39,0 | 39,9 | 47,1 | 34,2 |
| Kuru Vejetasyon | 22,5 | 24,0 | 31,2 | 25,2 |
| Toprak | 41,58 ^a | 32,58 ^b | 36,87 ^b | 54,30 ^a |
| Su | X | 2,67 | 3,67 | 2,00 |

Aynı satırdaki farklı harfleri taşıyan mesafeler arasındaki fark önemlidir (p<0.001).

Bölgede yetiştirilen koyunlarda parazit olarak karaciğer ve akciğerlerinde kist hidatik'e rastlanmıştır. Çapı 3 cm'den büyük olan kistlerin germinal membranları analiz edilmiştir. Kist hidatik ile konak dokularında Cu, Pb ve Zn birikimi bakımından anlamlı ilişki gözlenmiştir. Parazitle enfekte koyunların akciğer, böbrek ve bağırsakları ile bu hayvanlarda bulunan kist hidatik'lerde Cu birikiminin benzer olduğu, fakat koyun karaciğerindeki bakır birikiminin daha yüksek olduğu belirlenmiştir (p<0.001). Kurşunun koyun karaciğeri, böbreği ve kist hidatik'te daha yüksek oranda biriktiği belirlenmiştir (p<0.001). Çinkonun koyunların karaciğer ve kist hidatik'inde akciğer ve bağırsağa göre daha fazla biriktiği saptanmıştır.

Tartışma ve Sonuç

Hayvan yetiştiriciliği ekonomik hayatı yakından etkileyen, insanların günlük yaşantısının her safhasında yeri olan geniş bir faaliyet alanıdır. Farklı yollarla doğaya salınan ağır metaller ve çeşitli kimyasallar çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Bu kirliliğin canlı hayatı tehdit ettiği görülmektedir. Polislerin silah eğitimi yaptıkları yerdeki yüksek Pb düzeyinin civarda yaşayan yabani hayvanlarda kitlesel ölüme sebep olduğu belirlenmiştir (LEVIS et al., 2001).

Boston ve Ontario'da Veteriner Tanı Laboratuvarı verileri incelendiğinde ağır metal toksisitesi verilerinin yıllara, türlere ve coğrafi bölgelere göre dağılımında anlamlı farklılıklar bulunmuştur (HOFF et al., 1998; MORGAN, 1994). Çevredeki ağır metallerin besin zinciri aracılığı ile insan ve hayvan dokularında biriktiği bilinmektedir. Dwivedi et al. (2001), çinko madeni işletmelerinin yakınında yaşayan sığır ve mandaların çeşitli dokularında kurşun ve kadmiyum düzeylerinin yüksek olduğunu bildirmiştir.

Kazakistan'da maden işleme tesislerinin bulunduğu bölgedeki sığır, koyun ve at etlerinde yüksek oranda ağır metal birikimi belirlenmiştir (FARMER and FARMER, 2000). Bu çalışmada ise Kırıkkale'de endüstri bölgesinde yetiştirilen koyunların karaciğer, akciğer, böbrek ve bağırsaklarında Cu, Pb ve Zn birikiminin kontrol bölgesinde yaşayan konyunlara göre anlamlı farkta olduğu gözlenmiştir.

Kazakistan'ın maden işleme tesislerinin bulunduğu bölgedeki mera otlarının da toksik metallerle kirlendiği belirlenmiştir (FARMER and FARMER, 2000). Endüstriyel bölgeye yakın bir çiftlikte bulunan sığır sürüsünde fertilitite oranının %90 dan % 42 ye düşmesine, ayrıca aynı sürüde ölümlere sebep olan hastalığın etiolojisinde endüstri bölgesinden yayılan Cu, Zn ve Pb nin etkili olduğu ortaya konulmuştur (PARADA et al., 1987).

Bu çalışmada Kırıkkale'de endüstri bölgesi civarındaki bitki, toprak ve suda kadmiyum düzeyi ortalamalarında anlamlı bir fark bulunamamış, ancak kontrol grubunda yeşil vejetasyon örneklerinde endüstri bölgesindeki örneklere kıyasla yaklaşık 4 kat daha düşük bulunmuştur.

Analiz edilen örneklerin bakır düzeyleri ortalamalarının benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

Endüstri bölgesine en yakın olan yerden toplanan yeşil vejetasyon örneklerinin kurşun düzeyleri diğer bölgelerden elde edilenlere kıyasla yaklaşık 2 kat yüksek çıkmış ve istatistik olarak fark tespit edilmiştir. Toprakta kurşun birikiminin endüstri bölgesinde kontrol örneklerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

TKB'nin Yemlerde İstenmeyen Maddeler Tebliğine (2005), göre yeşil otlarda en fazla bulunması gereken kurşun düzeyleri 40 mg/kg kadmiyum ise bitkisel yemlerde 1 mg/kg olarak bildirilmektedir. Bu çalışmada elde edilen değerler önerilen rakamlardan daha düşük düzeydedir.

Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliğine (2005a), göre sığır, koyun, domuz ve kanatlıların yenilebilir sakatatlarında maksimum kurşun limiti 0.5 mg/kg, kadmiyum limiti ise aynı canlıların karaciğerinde 0.5 mg/kg, böbreğinde 1.0 mg/kg olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada analiz edilen endüstri bölgesinde yetiştirilmiş koyunların karaciğer, akciğer ve böbrek ve bağırsaklarında kadmiyum düzeyi sırasıyla 3406.8, 23.1 ve 547.8, 18.9 µg/kg olarak tespit edilmiştir. Kurşun düzeyi ise aynı dokularda sırasıyla 255.9, 75.3, 370.2 ve 41.4 µg/kg düzeyinde belirlenmiştir. Koyunların yenilebilir sakatatında bulunan her iki ağır metal düzeyinin yönetmelikte belirlenen maksimum limitlerden yüksek olduğu gözlenmiştir.

Türk Gıda Kodeksi verilerine göre Cd, Pb, Cu ve Zn için içme suyundaki tolerans değerleri sırasıyla 0.005 mg/kg, 0.01 mg/kg, 1.5 mg/kg ve 5.0 mg/kg'dır. Bu çalışmada örneklenen Kızılırmak suyunda bakır düzeyi tespit edilebilir seviyeden düşük çıkmıştır. Kadmiyum düzeyi ise endüstri bölgesine 3, 5 ve 20 km mesafede sırasıyla 164.65, 228.31 ve 183.32 µg/kg düzeyinde olduğu belirlenmiştir. Kurşun düzeyi ise örneklenen 3 mesafede de birbirine yakın 141.32, 158.98 ve 137.65 µg/kg olduğu gözlenmiştir. Sudaki çinko düzeyinin ise oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Böylece örnekleme yapılan Kızılırmak suyunun Cd ve Pb bakımından ağır metal düzeyleri TGK Tebliği tolerans verileri ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinin "I., II., III. ve IV. su kalite sınıfları"nın tasnifi üstünde olduğu tespit edilmiş, ancak Cu ve Zn bakımından ise çok yüksek olmadığı belirlenmiştir.

Böbrek ve bağırsağın memeli canlılarda metal alınımı ve birikimi ile ilgili önemli organlar olduğu

bildirilmektedir (KARAGÜL ve ark., 2000). Bağırsak kurşun için alım yeridir, böbrek ise kadmiyum birikimi ve atılması için önemli bir organdır. Bu çalışmada karaciğerde ve böbrekte Cd ve Pb düzeyinin en yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Zn ve Cu'nun en yoğun düzeyde tespit edildiği organ ise karaciğer olmuştur.

Kist hidatik, Taeniidae ailesine bağlı *Echinococcus granulosus*'un larva formudur. Parazitin son konağı köpek, arakonakları ise koyun keçi, sığır, deve, at ve kemirgenler gibi çeşitli hayvanlar ile insan olmaktadır (SYMTH, 1994). Akdeniz ülkeleri başta olmak üzere tüm dünyada bu parazit hem köpeklerde hem de arakonak canlılarda yaygın zoonoz parazittir (ROMIG et al., 2006). Türkiye'de çiftlik hayvanlarında bu parazit larvasının yaygın olduğu bilinmektedir (ÖGE ve ark., 1998; GICIK ve ark., 2002). Kırıkkale'de daha önceki çalışmalarda hastalık koyun ve sığırlarda tespit edilmiştir (YILDIZ and GÜRCAN, 2003; YILDIZ ve TUNCER, 2005). Bu çalışmada Kırıkkale'de endüstri bölgesinden örneklenen koyunların karaciğer ve akciğerlerinde kist hidatik görülmüş ve bu parazit larvasının germinal membranı analiz edilmiştir.

Hızlı endüstrileşmenin deniz kıyılarında olmasıyla denizlerdeki köpek balıklarında civa birikiminin tehlikeli boyutlara ulaştığı (STORELLI et al., 2002) bildirilmiştir. Sucul ortamdaki ağır metal kirliliğinin belirlenmesinde pek çok balık-parazit modeli kullanılmaktadır (SURES et al., 1994; SURES et al., 1999). Bu konu ile ilgili memeli hayvanlarda yapılan çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. İtalya'da, yerleşim birimlerine yakın bölgelerdeki metal depolarında yakalanan yabani ratlardaki kurşun birikimi çevre kontaminasyonu için bir indikatör olarak kullanılabilirliği ileri sürülmüştür (CERUTI et al., 2002). Domuzlarda yaşayan bir parazit olan *Macroacanthorhynchus hirudinaceus*'ta domuzun kasları, karaciğeri, böbreği ve bağırsağına göre daha yüksek Pb bulunduğunu gözlenmiş, parazitteki Cd konsantrasyonunun ise böbreğe kıyasla 5, karaciğere kıyasla ise 32 kez daha yüksek olduğu bildirilmiştir (SURES et al., 2000a). Ayrıca araştırmacılar *Ligula intestinalis* ve *Mesocostoides perlatius* gibi parazitlerle enfekte çeşitli kuş türlerinin kas ve karaciğerlerindeki Pb ve Cd yoğunluğunu kıyasladıklarında belirgin farklılık gözlemlemişlerdir (BARUS et al., 2000). Deneysel çalışmalarda *Moniliformis moniliformis* ile enfekte

edilmiş ratlara ağızdan kurşun verilmiş, enfekte ratların dışkılarındaki kurşunun enfekte olmayanlara göre daha düşük miktarda bulunduğu kaydedilmiştir. Kurşun, parazitte konağın karaciğer, bağırsak, böbrek renal korteks ve medullasıyla kıyasla daha yüksek düzeyde saptanmıştır (SURES et al., 2000b). Bu çalışmada koyunların çeşitli organlarında yerleşen kist hidatik'teki ağır metal birikimi araştırılmıştır. Analiz edilen parazit örneklerinde tespit edilen Cd, Pb, Cu ve Zn düzeyleri konaklarının dokularındaki metal düzeyi ile kıyaslandığında literatürde bildirilen gibi yüksek oranda birikime rastlanmamıştır.

Toksik metal bağlama yeteneği olan mikroorganizmalar, algler, mantarlar ve bitkisel biyomasslar denenmiş ve ekonomik olmamalarına rağmen faydalı bulunmuşlardır (SCHNEEGURT et al., 2001). Deneysel çalışmalarda parazitlerle enfekte ve enfekte olmayan balıklara kurşun verilmiş, yapılan otopsi sonucunda balıkların bağırsak duvarında saptanan kurşun miktarının kontrol grubu balıklarda enfekte balıklara göre iki kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir (SURES ve SIDDALL, 1999).

Sonuç olarak bu çalışmada, petrol rafineri ve silah fabrikaları ile yan sanayisinin bulunduğu endüstri yöresinden en uzak mesafede (20.km) yetiştirilen yeşil bitki örnek grubunda Cd değeri en düşük, toprak ve kuru bitki örneklerinde ise Cu değeri en yüksek bulunmuştur. Pb miktarı, toprak örneklerinde en yakın mesafede (0,5.km) en düşük seviyede, yeşil bitki örneklerinde ise en yüksek düzeyde tespit edilmiştir. Su örneklerinde ise Cu tespit edilebilir limitin altında, Zn ise tolerans edilebilir limitlerin altında, Cd ve Pb değerleri TGK, AB, ABD ve WHO standartların referans değerlerinin üstünde olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca bir sestod larvası olan kist hidatik'in koyun dokularına ağır metal birikimine etkileri araştırılmış, sucul ortamda bildirilen anlamlı ilişki koyun paraziti (kist hidatik) ve dokuları arasında gözlenmemiştir. Bu çalışmada kist hidatik'in analiz edilen metallere bağlı çevre kirliliğinin izlenmesinde uygun bir parazit modeli olmadığı anlaşılmıştır. Sonuçlar ışığında bölgenin kirlilik açısından sürekli gözlem altında tutulması yetiştiricilik ve halk sağlığı bakımından uygun olacağı kanaatine varılmıştır.

Kaynaklar

1. **A.O.A.C.**, (1990). *Official Methods of Analysis "Minerals in Feeds by Atomic Absorption Spectrophotometry-Official Final Action"*. Association of Official Analytical Chemists, p.1298, Virginia, D.C.
2. **Anon**, (2000). Perkin-Elmer International Instruments Chemical Analytical Methods For FAAS/GFAAS In Handbook Laboratory.
3. **Barus V, Tenora F, Kracmar S**, (2000). *Heavy metal (Pb,Cd) concentrations in adult tapeworms (Cestoda) parasitizing birds (Aves)*. Helminthologia, 37, 131-136.
4. **Ceruti R, Ghisleni G, Ferreti E, Commarato S, Sonzogni O, Scranzoni E**, (2002). *Wild rats as monitors of environmental lead contamination in the urban area of Milan, Italy*. Environ Poll, 117, 255-259.
5. **Dwivedi SK, Swarup D, Dey S, Patra RC**, (2001). *Lead poisoning in cattle and buffalo near primarily lead-zinc smelter in India*. Vet Hum Toxicol, 43, 93-94.
6. **Farmer AA, Farmer AM**, (2000). *Concentrations of cadmium, lead and zinc in livestock feed and organs around a metal production centre in Eastern Kazakstan*. Sci Total Environ, 257, 53-60.
7. **Food Quality Services** (2002). *Trace Element Analysis is a Regulatory Requirement for All Food Companies under EC Directive*. EC 2002/466.
8. **Gıcık Y, Arslan MO, Kara M, Köse M**, (2004). *Kars ilinde kesilen sığır ve koyunlarda kistik ekinokokkozisin yaygınlığı*. Türkiye Parazit Derg, 28, 136-139.
9. **Hoff B, Boermans HJ, Baird JD**, (1998). *Retrospective study (1990-1995) of toxic metal analyses requested at a veterinary diagnostic toxicology laboratory in Ontario*. Can Vet J, 39, 39-43.
10. **Jorhem L**, (1993). *Determination of metals in foodstuffs by atomic absorption spectrophotometry after dry ashing: NMKL Interlaboratory study of lead, cadmium, zinc, copper, iron, chromium, and nickel*. J AOAC Int, 76, 798.
11. **Karagül H, Altıntaş A, Fidancı UR, Sel T**. (2000). Klinik Biyokimya, Medisan Yayın Serisi, 45: Ankara.
12. **Lewis LA, Poppanga RJ, Davidson WR, Fischer JR, Morgan KA**, (2001). *Lead toxicosis and trace element levels in wild bird and mammals at a firearm training facility*. Arch Environ Contam Toxicol, 41, 208-214.
13. **Morgan RV**, (1994). *Lead poisoning in small companion animals: an update*. Vet Hum Toxicol, 36, 18-22.
14. **Öge H, Kalınbacak F, Gıcık Y, Yıldız K**, (1998). *Ankara yöresinde kesilen koyun, keçi ve sığırlarda bazı metasetodların (Hidatid kist, Cysticercus tenuicollis, Cysticercus bovis) yayılışı*. Ankara Üniv Vet Fak Derg, 45, 123-130.
15. **Parada R, Gonzales S, Bergquist E**, (1987). *Industrial pollution with copper and other heavy metals in a beef cattle ranch*. Vet Hum Toxicol, 29, 122-126.
16. **Romig T, Dinkel A, Mackenstedt U**, (2006). *The present situation of echinococcosis in Europe*. Parasitol Int, 55, 187-191.
17. **Schneegurt MA, Jain JC, Menicucci JA, Brown SA, Kemner KM, Garofalo DF, Quallick MR, Neal CR, Kulpa CF**, (2001). *Biomass byproducts for the remediation of wastewaters contaminated with toxic metals*. Environ Sci Tech, 35, 3786-3791.
18. **Storelli MM, Giacomini-Stuffler R, Marcotrigiano G**, (2002). *Mercury accumulation and speciation in muscle tissue of different species of sharks from Mediterranean Sea, Italy*. Bull Environ Contam Toxicol, 68, 201-210.
19. **Sures B**, (2001). *The use of fish parasites as bioindicators of heavy metals in aquatic ecosystems: a review*. Aquat Ecol, 35, 245-255.
20. **Sures B, Franken M, Taraschewski H**, (2000a). *Element concentrations in Archiacanthocephalan Macrocanthorhynchus hirudinaceus compared with those in the porcine definitive host from a slaughterhouse in La Paz, Bolivia*. Int J Parasitol, 30, 1071-1076.
21. **Sures B, Jürges G, Taraschewski H**, (2000b). *Accumulation and distribution of lead in the Archiacanthocephalan Moniliformis moniliformis from experimentally infected rats*. Parasitology, 121, 427-433.
22. **Sures B, Siddall R**, (1999). *Pomphorhynchus laevis: The intestinal Acanthocephalan as a lead sink for its fish host, chub (Leuciscus cephalus)*. Exp Parasitol, 93, 66-72.
23. **Sures B, Siddall R, Taraschewski H**, (1999). *Parasites as accumulation indicators of heavy metal pollution*. Parasitol Today, 15, 16-21.
24. **Sures B, Taraschewski H, Jackwert E**, (1994). *Lead accumulation in Pomphorhynchus laevis and its host*. J Parasitol, 80, 355-357.
25. **Symth DJ**, (1994). *Introduction to Animal Parasitology*. Cambridge University Press.
26. **TGKY (2005a)**. *Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ No.:2002/63*.
27. **TGKY (2005b)**. *Ağır Metal (Cd, Pb) Seviyesinin Resmi Kontrolü İçin Numune Alma, Numune Hazırlama ve Analiz Metodu Kriterleri Tebliği 2005/35*.
28. **Yıldız K, Gürcan S**, (2003). *Prevalence of hydatidosis and fertility of hydatid cysts in sheep in Kırıkkale, Turkey*. Acta Vet Hung, 51, 181-187.
29. **Yıldız K, Tuncer C**, (2005). *Kırıkkale'de sığırlarda kist hidatid'in yayılışı*. Türkiye Parazit Derg, 29, 247-250.
30. **Ergün A**, (2001). *Mineral elementler*. In, Ergün A, Tuncer DŞ (Ed): Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları. Medipress, 77-91, Ankara.
31. **http://www.who.int/water_sanitation_health/dvq/guidelines/en**. *Dünya Sağlık Örgütü İçilecek Su Kalitesi Rehberi*; WHO Guidelines for drinking-water quality.

32. **Cairney S, Maruff P, Burns C, Currie B**, (2002). *The Neurobehavioural Consequences Of Petrol Gasoline Sniffing*. Neuroscience Biobehavior Review, 26, 81-85.
33. **Georgevski VI**, (1982). *The physiological role of microelements; Zinc Mineral Nutrition of Animals*; pp:192-198.
34. **Kalay M, Koyuncu CE, Dönmez AE**, (2004). *Comparison of Cd levels in the muscle and liver tissues of Mullus barbatus and Sparus aurata caught from the Mersin Gulf. (in Turkish)*. Ekoloji Dergisi. 13(52):23-27.