

**MALLEUS VE INCUS'UN AĞIR METAL DÜZEYLERİNİN OPTİK EMİSYON SPEKTROSKOPİSİ (ICP-OES) İLE BELİRLENMESİ\***

**DESIGNATING THE HEAVY METAL INGREDIENTS OF THE MALLEUSES AND INCUSES BY MEANS OF AN OPTICAL EMISSION SPECTROSCOPY DEVICE (ICP-OES)\***

**Hazemi TİRYAKİOĞLU<sup>1</sup>, Erdoğan UNUR<sup>1</sup>, Zeliha LEBLEBİCİ<sup>2</sup>, Hatice SUSAR<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Erciyes Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Ananomi Anabilim Dalı, Kayseri

<sup>2</sup> Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Nevşehir

<sup>3</sup> Sütçü İmam Üniversitesi, Anatomi Anabilim Dalı, Kahramanmaraş

**ÖZ**

Orta kulak boşluğunda kulak zarı ile iç kulak arasında 3 tane hareketli kemikçik (malleus, incus, stapes) bulunur. Bu kemikçiklerden malleus membrana tympani'ye tutunmuştur. Stapes ise bu zincirin sonunda yer alır. Incus ise her iki kemik ile eklem yaparak malleus ve stapes arasındaki bağlantıyı sağlar. Hareketli olan bu kemikçik zinciri membrana tympani'den aldığı ses titreşimlerini fenestra vestibuli'ye iletirler. Çalışmamızda toplam 10 malleus ve 10 incus kullanıldı. Bu kemikçikler üniversitemiz bünyesindeki koleksiyondan ve Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı'nda eğitim amaçlı kullanılan kadavralardan elde edildi. Elde edilen kemikçiklerin optik emisyon spektroskopisi (ICP-OES) ile ağır metal içerikleri tespit edildi (demir, çinko, kadmiyum, bakır, nikel, kurşun, mangan).

Yapılan ağır metal analiz işlemlerine göre malleus'ta tespit edilen ağır metal içerikleri sırasıyla demir  $0.3060 \pm 0.2987 \mu\text{g g}^{-1}$ , çinko  $0.2503 \pm 0.1143 \mu\text{g g}^{-1}$ , kadmiyum  $0.0028 \pm 0.0007 \mu\text{g g}^{-1}$ , kurşun  $0.0483 \pm 0.0125 \mu\text{g g}^{-1}$ , bakır  $0.0334 \pm 0.0092 \mu\text{g g}^{-1}$ , mangan  $0.0121 \pm 0.0214 \mu\text{g g}^{-1}$ , nikel  $0.0129 \pm 0.0045 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak tespit edildi. Incus'ta ise sırasıyla demir  $0.1902 \pm 0.1216 \mu\text{g g}^{-1}$ , çinko  $0.2572 \pm 0.1214 \mu\text{g g}^{-1}$ , kadmiyum  $0.0021 \pm 0.0006 \mu\text{g g}^{-1}$ , kurşun  $0.0385 \pm 0.0061 \mu\text{g g}^{-1}$ , bakır  $0.0273 \pm 0.0053 \mu\text{g g}^{-1}$ , mangan  $0.0043 \pm 0.0045 \mu\text{g g}^{-1}$ , nikel  $0.0129 \pm 0.0045 \mu\text{g g}^{-1}$  olarak tespit edildi. Diğer araştırmalarda çıkan sonuçlar bizim sonuçlarımıza göre çok yüksek seviyelerdedir. Bu da göstermektedir ki analizlerini yaptığımız malleus ve incus'larda ağır metal kirliliği bulunmamaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Malleus, incus, ağır metal, optik emisyon spektroskopisi

\*Bu çalışma 19-22 Mayıs 2011 tarihleri arasında Bursa'da düzenlenen 11. Uluslararası Anatomi Kongresinde poster bildirisi olarak sunulmuştur.

Makale Geliş Tarihi : 03.06.2016

Makale Kabul Tarihi: 08.11.2016

**ABSTRACT**

There are three mobile auditory ossicles (malleus, incus, stapes) between the ear membrane in middle ear and inner ear. The malleus is clung to tympanic membrane. The stapes is placed in the end of this chain. The incus is joint with both of those two bones and makes the connection between malleus and stapes. These mobile ossicles chain transmit the sound vibration from membrane tympany to fenestra vestibule. We used 10 malleus and 10 incus in our study. We obtained these bones from bone collection and cadaver used for education in the Anatomy Department of Erciyes University Medical Faculty. We determined the heavy metal content of the ossicles (ferrum, zinc, cadmium, copper, nickel, lead, manganese) by optical emission spectroscopy (ICP-OES).

According to the heavy metal analysis processes, these heavy metal contents have been determined in malleus as below; ferrum  $0.3060 \pm 0.2987 \mu\text{g g}^{-1}$ , zinc  $0.2503 \pm 0.1143 \mu\text{g g}^{-1}$ , cadmium  $0.0028 \pm 0.0007 \mu\text{g g}^{-1}$ , lead  $0.0483 \pm 0.0125 \mu\text{g g}^{-1}$ , copper  $0.0334 \pm 0.0092 \mu\text{g g}^{-1}$ , manganese  $0.0121 \pm 0.0214 \mu\text{g g}^{-1}$ , nickel  $0.0129 \pm 0.0045 \mu\text{g g}^{-1}$ . These heavy metal contents have been determined in incus as below; ferrum  $0.1902 \pm 0.1216 \mu\text{g g}^{-1}$ , zinc  $0.2572 \pm 0.1214 \mu\text{g g}^{-1}$ , cadmium  $0.0021 \pm 0.0006 \mu\text{g g}^{-1}$ , lead  $0.0385 \pm 0.0061 \mu\text{g g}^{-1}$ , copper  $0.0273 \pm 0.0053 \mu\text{g g}^{-1}$ , manganese  $0.0043 \pm 0.0045 \mu\text{g g}^{-1}$ , nickel  $0.0129 \pm 0.0045 \mu\text{g g}^{-1}$ . Other research findings are at much higher levels than ours, which indicates that there are no heavy metal dirtiness in the malleus and incus we analyzed.

**Keywords:** Malleus, incus, heavy metal, optical emission spectroscopy

**Corresponding Author:** Hazemi Tiryakioğlu  
Erciyes Üniversitesi Sağlık Araştırma ve Uygulama Merkezi,  
Kayseri  
Tel: 05455466681

## GİRİŞ

Orta kulak boşluğunda bulunan üç adet kemikçik hakkındaki ilk bilgilerimiz 15. yüzyıl sonlarına dayanmaktadır (1). Bu kemikçikler dıştan içe doğru sırası ile malleus, incus ve stapes'tir. Malleus membrana tympanica'ya tutunurken, stapes fenestra vestibuli'ye tutunur. Ortada yer alan incus ise malleus ve stapes ile eklem yapar (2). Şekil olarak çekice benzeyen malleus orta kulak kemikçiklerinin en büyüğüdür ve membrana tympanica'ya tutunmuştur. Yaklaşık 8-9 mm uzunluğundadır (3). Incus, malleus'un arka-iç yanında olup şekil bakımından örse veya iki köklü premolar bir dişe benzetilmektedir (4).

Stapes ise insan vücudunda bulunan ve özel isim verilen en küçük kemik olup 1952 tarihinden önce kemik olarak kabul edilmiyordu (5). Kulak boşluğundaki kemikçik zincirin en sonuncusu olan stapes şekil olarak üzenkiye benzer (6). Morfolojik gözlemler sonucunda varyasyon bakımından en değişken kemikçik olduğu tespit edilmiştir (7). Stapes ortalama 3.5 mm uzunluğunda 2.5 gr ağırlığındadır (1).

Ağır metaller metalik özellik gösteren elementlerden oluşan, açık ve tam bir tanımlaması yapılmamış olan grupta bulunan elementlere verilen addır. Bu grubun içinde geçiş metalleri, bazı yarı metaller, lantanitler ve aktinitler bulunur. Ağır metallerin hakkında yoğunluğa, atomik sayıya, atomik ağırlığa, kimyasal özelliklerine ve toksisitelerine dayanan farklı tanımlar bulunur (8).

**Kurşun:** Kurşunun simgesi Pb olup atom numarası 82'dir (8). Yeni kesildiğinde mavimsi beyazdır, ancak zamanla havada oksitlenmesi sonucu mat gri bir renk alır (9). Yüksek dozları insanlarda zekâ geriliği, öğrenme bozuklukları ve koordinasyon bozukluklarına yol açar. Ek olarak anemi ve enzim aktivitelerinde değişim gibi çeşitli bozukluklara da yol açabilmektedir (10).

**Bakır:** Atmosfer koşullarında metalik gri tonunda bulunmayan iki metalden biri olan bakır, M.Ö 5000 yılından beri tanınmaktadır ve adını bulunduğu ilk yer olan Kıbrıs'ın Latince'sinden almıştır (11). Bakır alınımları insanlar için gereklidir ancak çok fazla bakır önemli sağlık problemlerine yol açabilir. Bakır dumanına, tozuna veya sisine endüstriyel olarak maruz kalanlarda burun mukozasında atrofik değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Kronik bakır zehirlenmesi Wilson hastalığı ile sonuçlanmaktadır ve karaciğer sirozu, beyin hasarı, demiyelinizasyon, böbrek hastalığı ve korneada bakır birikme ile karakterize edilmektedir (12).

**Çinko:** Çinko, mavimsi açık gri renkte, kırılabilir bir metaldir. Düşük kaynama sıcaklığı dikkat çekicidir. Çinko, yer kabuğunda en çok bulunan elementler arasında 23. sıradadır. Çinko, dünyada yıllık kullanım miktarı açısından demir, alüminyum ve bakırdan sonra gelir (8). Yiyeceklerle alınacak günlük Zn miktarının günde 15-12 mg olduğu belirtilmektedir. Aksi durumda, karaciğerde leke oluşumu sinir sistemi bozukluğu, böbrek fonksiyonlarında zayıflama ve ölüme neden olmaktadır (13).

**Nikel:** Atom numarası 28 olan ve simgesi Ni olan kimyasal bir elementtir. Nikel gümüşü beyaz bir metaldir (8). Nikelin az miktarda alınması vücut için gereklidir; fakat

aşırı dozda alınırsa insan sağlığı için tehlikeli olabilir. Nikel dumanı solunum yollarını tahriş edici etkiye sahiptir ve zatürreye neden olabilir (14).

**Kadmiyum:** Kadmiyum, kimyasal simgesi Cd olan, gümüş beyazlığında, elektrik, seramik, pil ve akü sanayisinde kullanılan yumuşakça, kanserojen, toksik bir ağır metaldir (8). Düşük yoğunluklarda, duyarlı canlı türlerinde üremenin durmasına ve gelişimin yavaşlamasına neden olurken, yüksek yoğunluklarda ölüme neden olmaktadır. Kısa süreli olarak kadmiyum alınımları mide rahatsızlıklarına neden olurken, uzun süreli alınımları böbrek ve kemiklerde önemli problemlere neden olmaktadır. Kadmiyum zehirlenmesine bağlı olarak kemik erimesi ve buna bağlı hastalıklarda görülür (11).

**Demir:** Demirin atom numarası 26 ve simgesi Fe'dir (8). Demirin yetişkin bir insan için gereken dozu günde 10 mg'dır. Aşırı dozda demir alınımları öldürücü olabilir (11).

**Mangan:** Mangan veya Manganiz atom numarası 25 olan element olup simgesi Mn'dir. 1774 yılında keşfedilmiştir. Grimsi metal renklidir (8). Yetişkin insan organizmasında manganiz toplam miktarı yaklaşık 10-20 mg olarak tespit edilmiştir. Çoğu iskelet, karaciğer, böbrek, pankreas ve kalpte bulunur (15).

Günümüzde ağır metal kirliliği, çeşitli kaynaklardan ortaya çıkabilmeleri, çevre koşullarına dayanıklı olmaları ve kolaylıkla besin zincirine girerek canlılarda artan yoğunluklarda birikebilmeleri nedeni ile kimyasal kirleticiler arasında ilk sırada yer almaktadır. Birçok ağır metalin çok düşük seviyelerde alınımında dahi insan sağlığının üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğu bilinmektedir (9). Son zamanlarda ortaya çıkan çevre kirliliğinin yol açtığı sonuçları değerlendirmek açısından, biyolojik türlerin bünyesinde biriken ağır metal konsantrasyonunun tespit edilmesi büyük önem arz etmektedir. İnsan dışındaki canlı ve cansız birçok türlerde ağır metal tayin içerikleri ile ilgili çalışmalar daha fazla yapılmaktadır. Bu çalışmalar daha çok sanayi bölgeleri ile hava kirliliğinin ve çevresel kirliliğinin yoğun olduğu bölgelerde tercih edilmektedir (9).

Çeşitli kemiklerde ağır metal içerikleri ile ilgili araştırmalara rastlanılmış ancak kulak kemikçiklerinin ağır metal içerikleri ile ilgili yapılan bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Kulak kemikçiklerinin ağır metal içerikleri ile ilgili bilgiye rastlanılamaması bizi bu çalışmayı yapmaya sevk etmiştir. Çalışmamızda amacımız; ülkemiz insanına ait malleus ve incus'un ağır metal içeriklerini tespit etmek, bu konuda yapılacak detaylı çalışmalar için temel veri oluşturmaktır.

## MATERYAL VE METOD

Çalışmamızda 10 incus ve 10 malleus kullanıldı. Bu kemikçiklerden 5 malleus ve 5 incus Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Laboratuvarı'nda mevcut olan kemik koleksiyonlarından, diğer 5 adet malleus ve 5 adet incus ise eğitim için kullanılan kadavralardan diseksiyon yoluyla elde edildi.

Çalışmamız tanımlayıcı tipte bir çalışmadır 2008-2010 yılları arasında yapılmıştır.

Ağır metal tayin işlemine başlamadan önce kemikçiklerin boyları ve ağırlıkları tespit edildi. Kemikçiklerin ağır

metal analizleri Erciyes Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Ekoloji Laboratuvar'ında bulunan Varian marka Liberty ICP-OES cihazında yapılmıştır. Kadavralardan ve koleksiyondan alınan kulak kemikçikleri etüvde 80 °C'de 24 saat kurutuldu. Kurutulan kemikler porselen havanda dövülerek toz haline getirildi. Kulak kemikçiklerinin çözülmesinde HNO<sub>3</sub> kullanıldı.

Kemikçiklerdeki ağır metal içeriğinin çalışmada kullanılacak materyalde bulunan metallerle karışmaması için, çalışmada kullanılacak cam, plastik ve porselen malzemeler önce deterjanlı su içerisinde bir gün bekletildi. Daha sonra çeşme suyunda yıkanarak %20'lik nitrik asit içerisine atılıp bir gece bekletildi. Bu işlem sonunda çift distile su ile yıkanarak 60 °C'de etüvde kurutuldu.

ICP-OES cihazında hassas ölçüm yapabilmek için numune miktarının 0.5 gr'dan az olmaması gerekmektedir. Orta kulak kemikçikleri de bu ağırlıktan daha hafif olduklarından, kemikçikler 2'şerli ve 3'erli gruplar yapılarak ölçümleri gerçekleştirildi.

Etüvden alınan kulak kemikçikleri örnekleri hassas tartıda 0.5 gr tartılarak teflon hücrelere konuldu. Bu örneklerle çeker ocak içerisinde 10 ml %65'lik HNO<sub>3</sub> ilave

edildi. Örneklerin CEM-Marsh 5 (CEM Corporation Mathews) marka mikrodalga numune hazırlama cihazında 180 PSI (Pounds per square inch) basınçta ve 180°C'de çözme işlemi yapıldı. Bu çalışmada Merck marka Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn standartlar kullanıldı. Standartlar her element için değişik konsantrasyonlarında stok solüsyonunda hazırlanarak, ICP-OES'de okunmuşur.

#### BULGULAR

Çalışmamızda kullanılan kemikçiklerin analizleri yapılmadan önce 0,01 mm hassasiyeti olan mikrometre ile boyları ve hassas terazi ile ağırlıkları ölçüldü. Kemikçiklerin uzunlukları ve ağırlıklarının değerleri, aritmetik ortalama  $\pm$  standart sapma (ort $\pm$ SS) şeklinde, minimum (min) ve maksimum (maks) değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Toz haline getirilen malleus ve incus örneklerinden 0,5 gr alınarak HNO<sub>3</sub> içerisinde çözüldükten sonra ağır metal içerikleri tespit edildi. İncelemeler sonucunda elde edilen malleus'a ait ağır metal içerikleri Tablo 2A ve Tablo 2B'de incus'a ait ağır metal içerikleri Tablo 3A ve 3B'de gösterilmiştir.

**Tablo 1.** Çalışmada kullandığımız kemikçiklerin uzunlukları (mm) ve ağırlıkları (mg)

	Uzunluk				Ağırlık			
	n	Min.	Maks	Ort $\pm$ SS	n	Min.	Maks.	Ort $\pm$ SS
Malleus	10	7.05	8.05	7.542 $\pm$ 0.504	10	11.70	23.70	18.97 $\pm$ 4.156
Incus	10	5.05	6.05	5.943 $\pm$ 0.314	10	9.70	29.00	23.33 $\pm$ 6.276

**Tablo 2A.** Malleus'ların bir miligramında bulunan kadmiyum, bakır, demir, mangan, nikel, kurşun ve kalay değerleri ( $\mu$ g g<sup>-1</sup>)

	Cd	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Malleus1-2	0.0038	0.0470	0.1985	0.0016	0.0193	0.0660	0.235
Malleus3-4	0.0022	0.0311	0.1482	0.0011	0.0121	0.0477	0.1515
Malleus5-6-7	0.0028	0.0271	0.7519	0.0443	0.0119	0.0372	0.414
Malleus8-9-10	0.0024	0.0284	0.1257	0.0014	0.0084	0.0423	0.201

**Tablo 2B.** Malleus'larda bakılan ağır metallere ait ortalama değerler ( $\mu$ g g<sup>-1</sup>)

	n	Min.	Maks.	Ort $\pm$ SS
Cd	4	0.0022	0.0038	0.0028 $\pm$ 0.0007
Cu	4	0.0271	0.0470	0.0334 $\pm$ 0.0092
Fe	4	0.1257	0.7519	0.3060 $\pm$ 0.2987
Mn	4	0.0011	0.0443	0.0121 $\pm$ 0.0214
Ni	4	0.0084	0.0193	0.0129 $\pm$ 0.0045
Pb	4	0.0372	0.0660	0.0483 $\pm$ 0.0125
Zn	4	0.1515	0.4140	0.2503 $\pm$ 0.1143

Tablo 2B'de görüldüğü gibi malleuslar'da yapılan ağır metal analizinin sonucunda en küçük değer kadmiyum'a aitken, en yüksek değerler ise demir ve çinko'ya aittir.

malleus'un ağırlığı  $18.97 \pm 4.156$  mg iken incus'un ağırlığı  $23.33 \pm 6.276$  mg'dır.

Son zamanlarda ağır metallerin ve kimyasal maddelerin

**Tablo 3A.** Incus'ların bir miligramında bulunan kadmiyum, bakır, demir, mangan, nikel, kurşun ve kalay değerleri ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )

	Cd	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn
Incus1-2	0.0024	0.0338	0.359	0.0096	0.0144	0.0454	0.184
Incus3-4	0.0030	0.023	0.083	0.0002	0.0133	0.0395	0.438
Incus5-6-7	0.0015	0.0229	0.195	0.0067	0.0079	0.0306	0.218
Incus8-9-10	0.0018	0.0298	0.124	0.0009	0.0116	0.0375	0.189

**Tablo 3B.** Incuslar'da bakılan ağır metallerin en küçük, en büyük değerleri aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )

	n	Min.	Maks.	Ort $\pm$ SS
Cd	4	0.0015	0.0030	0.0021 $\pm$ 0.0006
Cu	4	0.0229	0.0338	0.0273 $\pm$ 0.0053
Fe	4	0.0830	0.359	0.1902 $\pm$ 0.1216
Mn	4	0.0002	0.0096	0.0043 $\pm$ 0.0045
Ni	4	0.0079	0.0144	0.1108 $\pm$ 0.0028
Pb	4	0.0306	0.0454	0.0385 $\pm$ 0.0061
Zn	4	0.1840	0.4380	0.2572 $\pm$ 0.1214

Tablo 3B'da görüldüğü gibi incuslar üzerinde yapılan ağır metal analizinin sonucuna göre en küçük değer kadmiyum'a aitken, en yüksek değerler ise demir ve çinko'ya aittir.

### TARTIŞMA VE SONUÇ

Membrana tympanica ve fenestra ovale pencere arasında uzanan zincir, malleus, incus ve stapes olmak üzere birbirlerine bağlı üç kemikçikten oluşur ve bu kemikçikler az oynar eklemler aracılığıyla birbirine bağlanmıştır (15).

Kulak kemikçiklerinin boyutları hakkında literatürde farklı bilgiler mevcuttur. Bu bilgiler doğrultusunda, malleus'un ortalama boyutları 7.3-8.5 mm arasında (16,17,18) incus'un boyutları ise 6.4 ile 6.8 mm arasında değişmektedir (6,19). Çalışmamızda kullandığımız malleus'un boyutları  $7.542 \pm 0.504$  mm iken incus'un boyutları ise  $5.943 \pm 0.314$  mm'dir.

Kaynaklarda kulak kemikçiklerinden malleus ve incus'un ağırlıklarının 15-30 mg arasında değiştiği bilinmektedir (11,20). Çalışmamızda kullandığımız

ekolojik sisteme verdikleri zararlar ve yol açtıkları çevresel problemler sık sık gazete haberlerinde yer almaktadır. Bunun nedeni çevresel problemler söz konusu olduğunda; ağır metal kavramının ve tanımının yüksek yoğunluğa sahip ve düşük konsantrasyonlarda bile zararlı veya zehirleyici olan metaller için kullanılmasıdır. Bu yaygın kaniya, ağır metallerin belirli bir zaman aralığında canlı organizmada diğer metallere kıyasla birikiminin fazla olması ve bunun sonucu negatif etkinin giderek artması yol açmaktadır (9). Dünya'da endüstriyel gelişmeye bağlı olarak toksik ağır metallerle ve boyar maddelerle çevre kirlenmesi artmaktadır. Bunlardan bir veya birkaç tanesi hücrede yüksek konsantrasyonlara eriştiğinde fizyolojik fonksiyonları değiştirir (19).

İnsanın çevreye verdiği zarar sonucu gerek bitkilerde ve gerekse hayvanlarda ağır metal birikimleri artmıştır. Bu durumun canlılar üzerindeki etkilerini ortaya koymak için konuyla ilgili olarak yapılan çalışmalarda artmıştır. Baranowska ve arkadaşları (21) ekolojik kirliliğin yoğun olduğu bir bölgede yaşayan yetişkin otopsi örneklerinde kadmiyum, kurşun, çinko, bakır ve nikel konsantrasyon-

larını belirlemişlerdir. Bu çalışmada yaş kemiklerin kurşun konsantrasyonunun 20-200 $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında olduğunu, kadmiyum konsantrasyonunun ise 0.4-1.5 $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

M. Ziya Lugal Göksu ve ark. (22) balıkların yenilebilir kısımlarında yaptığı bir çalışmada balıkların ortalama Fe değerini 1.93 $\pm$ 0.36  $\mu\text{g/g}$  olarak tespit etmişlerdir. Jurkiewicz ve ark.'nın (23) femur başından alınmış spongios kemik üzerinde yapmış oldukları çalışmada demir içeriğini 59.5 $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada malleus'un demir içeriği 0,3060 $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak, incus'un demir içeriği 0.1902 $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak tespit edildi.

Garcia ve ark.'nın (24) yaptığı çalışmada farklı dönemlerdeki kişilere ait iskeletlerin farklı kemik kalıntılarının çinko içeriklerini tespit etmişlerdir. Bu çalışmaya göre tibia'daki Zn içeriği 372.4 $\mu\text{g g}^{-1}$ , fibula'da ise 306.3 $\mu\text{g g}^{-1}$ 'dir. Yaptığımız çalışmada malleus'ta bulunan Zn seviyesi 0.2503 $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Incus'ta çinko seviyesi 0.2572 $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak tespit edildi.

Baranowska ve ark. (25) otopsi örneklerinde yaş kemiklerde yaptığı çalışmada kadmiyum içeriğinin 0.4 $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada malleus'ta bulunan kadmiyum seviyesi 0.0028 $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak, incus'ta bulunan kadmiyum seviyesi 0.002 $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak bulundu.

Ender Yarsan ve Ali Bilgili (26) yapmış oldukları çalışmada midye örneklerinde kurşun içeriklerini tespit etmişlerdir. Bu çalışmaya göre midye örneklerindeki kurşun düzeyleri 1.43 $\pm$ 0.81 $\mu\text{g /gr}$ 'dir. Jurkiewicz ve ark.'nın (27) yaptıkları çalışmada spongios kemik örneklerinde ortalama kurşun içeriği 2.56 $\mu\text{g g}^{-1}$ , kompakt kemikte 3.05 $\mu\text{g g}^{-1}$  ve kırıldak yüzeyde ise 3.53 $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada malleus'ta bulunan kurşun seviyesi 0.0483 $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Incus'ta bulunan kurşun seviyesi 0.0385 $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak bulundu.

Özlem Erdoğan ve ark.'nın (28) yapmış olduğu çalışmada patates, havuç ve ıspanakta bakır içeriklerine bakılmışlardır. Bu çalışmaya göre elde edilen ortalama bakır değerleri; patateste 0.016  $\mu\text{g/gr}$ , havuç 0.055  $\mu\text{g/gr}$  ve ıspanakta 0.043  $\mu\text{g/gr}$  dir. Benes ve ark.'nın (29) yaptıkları çalışmada otopside aldıkları kemiklerde Cu konsantrasyonunu erkeklerde 1410  $\mu\text{g/kg}$ , kadınlarda ise 655  $\mu\text{g/kg}$  olarak tespit etmişlerdir. Çalışmamızda ise malleus'ta bulunan bakır konsantrasyonu 0.0334 $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak, incus'ta bulunan bakır konsantrasyonu 0.0273 $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak bulundu.

Yetişkin insan organizmasında manganez toplam miktarı yaklaşık 10-20mg olarak tespit edilmiştir (15). Çelik ve ark.'nın (30) insan saçından aldığı örneklerden yapmış oldukları çalışmada sanayi bölgesinde yaşayan insanlarda manganez içeriğini 1.22 $\mu\text{g g}^{-1}$ , şehir merkezinde yaşayan insanlarda ise 0.67 $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak tespit etmişlerdir. Yaptığımız çalışmada malleus'ta bulunan mangan içeriği 0.0121 $\mu\text{g g}^{-1}$ , incus'ta bulunan mangan içeriği ise 0.0043 $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak tespit edildi.

Demirezen ve Aksoy'un (19) bal örneklerinde yapmış oldukları çalışmada nikel konsantrasyonunun 0.2 ile 0.8 $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızda ise malleus'ta bulunan nikel seviyesi 0.0129 $\mu\text{g g}^{-1}$ , incus'ta bulunan nikel seviyesi 0.1108 $\mu\text{g g}^{-1}$  olarak tespit edildi.

Çağımızda ortaya çıkan çevre kirliliğinin yol açtığı so-

nuçları değerlendirmek açısından, biyolojik türlerin bünyesinde biriken ağır metal konsantrasyonunun tespit edilmesi büyük önem arz etmektedir. İnsan dışındaki türlerde bu tür çalışmalar daha fazla yapılmaktadır. Bu çalışmalar yapılırken daha ziyade sanayi bölgeleri ile hava kirliliğinin ve çevresel kirliliğinin yoğun olduğu bölgelerde tercih edilmektedir. Bizim çalışmamızda kullandığımız kulak kemikçikleri ise anatomi laboratuvarında eğitim amacıyla kullandığımız koleksiyondan ve kadavralardan temin edildi. Bu yüzden araştırmalarda çıkan sonuçlar bizim sonuçlarımıza göre çok yüksek seviyelerdedir. Bu da göstermektedir ki analizlerini yaptığımız malleus ve incus'larda ağır metal kirliliği bulunmamaktadır. Ancak hem malleus ve hem de incus'a ait sonuçlar içerisinde en yüksek değerler çinkoya ait değerlerdir. Bunun sebebi belki de Kayseri'de bulunan çinko fabrikasının varlığıdır.

Sonuç olarak, yaptığımız çalışma Türk toplumuna ait malleus ve incus'larda ağır metal içeriklerinin ortaya konulması açısından bir temel teşkil etmektedir. Bu verilerin varlığı daha sonra yapılacak olan daha detaylı araştırmalara temel teşkil edebileceği görüşündeyiz. Aynı şahıstan alınacak kulak kemikçikleri ve iskelet kemiklerine ait analizlerin birlikte yapılması ağır metallerin kulak kemikçiklerinde ne kadar biriktiğini anlamamız açısından daha olumlu sonuçlar verebilir.

#### KAYNAKLAR

1. Akyıldız N. Kulak Hastalıkları ve Mikroşürirjisi 1. Oğun Kardeşler Matbaacılık Sanayi, Ankara 1980; Cilt 1, ss 25-26.
2. Sancak B, Cumhur M. Fonksiyonel Anatomi: Baş-Boyun ve İç Organlar. Odtü Yayıncılık 3. Basım. Ankara 2004; ss 85-87.
3. Aycan K, Unur E, Bozkır G, Ülger H. Malleus'un anatomik yönden incelenmesi. ERÜ Sağlık Bilimleri Dergisi 1990; 1: 152-158.
4. Unur E, Aycan K, Ekinci N, Ülger H, Bozkır G. The study of incus from morphometric view. Erciyes Tıp Dergisi 1993; 15(1): 16-19.
5. Unur E. Orta Kulak Kemikçiklerinin Morfolojisi. Yüksek Lisans Tezi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri 1990; ss 3-12.
6. Sarrat R, Guzman G, Torres A. Morphological variations of human ossicula tympani. Department of Morphology. Acta Anat 1988; 131: 146-149.
7. Unur E, Ülger H, Ekinci N. Morphometrical and morphological variations of middle ear ossicles in the newborn. Erciyes Tıp Dergisi 2002; 24(2): 57-63.
8. [http://tr.wikipedia.org/wiki/A%C4%9F%C4%B1r\\_metal](http://tr.wikipedia.org/wiki/A%C4%9F%C4%B1r_metal), Erişim tarihi: 10 Ocak 2010
9. Kahvecioğlu Ö, Kartal G, Güven A, Timur S. Metallerin Çevresel Etkileri-1. İTÜ Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü. (www.google.com.tr Erişim tarihi:10 Ocak 2010)
10. Timoçin Ç. İki Farklı Balık Çiftliğinden Örneklenen Clarias gariepinus ve Cyprinus carpio'nun Solungaç, Kas ve Karaciğer Dokularında Bakır, Çinko, Demir, Krom, Kurşun ve Kadmiyum Düzeyleri. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana 2008; ss 1-4.



11. Kartal G, Güven A, Kahvecioğlu Ö, Timur S. Metallerin Çevresel Etkileri-2 İTÜ Metalürji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü.(www.google.com.tr Erişim tarihi:10 Ocak 2010)
12. Gürler B. İyon Değiştirici Membranlar Kullanılarak Sulu Ortamdan Bor'un Uzaklaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta 2007; ss 20-21.
13. Çakmak İ. Enrichment of fertilizers with zinc: An excellent investment for humanity and crop production in India. J Trace Elem Med Biol 2009; 23(4): 281-289.
14. <http://www.food-info.net/tr/metal/intro.htm>, Erişim Tarihi: 15 Mayıs 2010
15. Serim S. Koklear İmplantlı Olgularda Düşük Doz Yüksek Çözünürlüklü Bilgisayarlı Tomografi Uygulamaları. Uzmanlık Tezi, Sağlık Bakanlığı Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul 2006; ss 13.
16. Odar İ. Anatomi Ders Kitabı. 1. Baskı, Hacettepe Taş Kitapçılık, Ankara 1986; Cilt 1, ss 550-553.
17. Elhan A, Arıncı K. Anatomi. 1. Baskı. Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara 1995; 2. Cilt, ss 372-379.
18. Gierek T, Slaska-Kaspera A. The stapedius muscle- the present opinions about anatomy and physiology. Otolaryngol Pol 2007; 61(1): 29-32.
19. Çalta M, Canpolat Ö. Hazar gölü'nden yakalanan *Capoeta Capoeta Umbla* (Heckel, 1843)'da bazı ağır metal miktarlarının tespiti. Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi 2002; 14(1): 225-230.
20. Demirezen D, Aksoy A. Determination of heavy metals in bee honey using by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). GU Journal of Science 2005; 18(4): 569-575.
21. Baranowska I, Czernicki K, Aleksandrowicz R. The analysis of lead, cadmium, zinc, copper and nickel content in human bones from the upper Silesian industrial district. Sci Total Environ 1995; 10: 155-159.
22. Göksu M, Çevik F, Fındık Ö, Sarıhan E. Seyhan Baraj Gölü'ndeki Aynalı Sazan (*Cyprinus carpio L., 1758*) ve Sudak (*Stizostedion lucioperca L.,1758*)'larda Fe, Zn, Cd Düzeylerinin Belirlenmesi.E.Ü. Su Ürünleri Dergisi 2003; (1-2): 69-74.
23. Jurkiewicz A, Wiechula D, Nowak R, Gazdzik T, Loksa K. Metal content in femoral head spongy bone of people living in regions of different degrees of environmental pollution in Southern and Middle Poland. Ecotoxicol Environ Saf 2004; 59: 95-101.
24. Garcia M, Moreno M, Moreno-Clavel J, et al. Heavy metals in human bones in different historical epochs. Sci Total Environ 2005; 348: 51- 72.
25. Baranowska I, Czernicki K, Aleksandrowicz R. The analysis of lead, cadmium, zinc, copper and nickel content in human bones from the upper Silesian industrial district. Sci Total Environ 1995; 10: 155-159.
26. Yarsan E, Bilgili A. Van Gölü'nden toplanan midye (*Unio stevenianus Krynicki*) örneklerindeki ağır metal düzeyleri. Turk J Vet Anim Sci 2000; 24: 93-96.
27. Jurkiewicz A, Wsiechula D, Nowak R, Loska K. Lead content in the femoral heads of inhabitants of Silesia (Poland). J Trace Elem Med Biol 2005; 19: 165-170.
28. Erdoğrul Ö, Tosyalı C, Erbilir F. Kahramanmaraş' ta yetişen bazı sebzelerde demir, bakır, mangan, kadmiyum ve nikel düzeyleri. KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi 2005; 8(2): ss 27.
29. Benes B, Jakubec K, Smid J, Spevackova V. Determination of thirty-two elements in human autopsy tissue. Biol Trace Elem Res 2000; 75(1-3): 195-203.
30. Çelik A, Abalı Y, Edgünlü G, Uzunoğlu S, Tirtom N. İnsan saçında bulunan (Manisa ilinin üç farklı yerleşim bölgesinde) bazı ağır metallerin ICP-OES yöntemi ile tayini. Ekoloji 2009; 19(73): 71-75.