



Diş Hekimlerinin Cıva Maruziyetinin Belirlenmesi

Determination of Mercury Exposure Among Dentists

Necmi YAYLA¹, Ahmet TURAN¹, Elif ŞAHİN², Mustafa Haluk İŞERİ³,
Ersi ABACI KALFOĞLU⁴

NY: 0000-0001-7254-8989 AT: 0000-0002-1516-8581 EŞ: 0000-0002-0027-6723 MHİ: 0000-0002-9445-3195
EAK: 0000-0003-0671-5130

¹İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Yüksek Lisans Programı, İstanbul - Türkiye

²İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, İstanbul - Türkiye

³İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, İstanbul - Türkiye

⁴İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Tıp Fakültesi, İstanbul - Türkiye

Öz

Amaç: Cıva, doğada doğal olarak bulunan, oda sıcaklığında buharlaşabilen ve yüksek toksisite gösteren bir ağır metaldir. Diş hekimliği alanında kullanılan cıvalı materyaller ve amalgam dolgular nedeniyle cıvanın toksikolojik ve ekolojik zararlarından söz edilmektedir. Bu araştırma kapsamında diş hekimlerinin diş hekimliği uygulamaları nedeniyle cıvaya maruziyetleri ve cıvaya maruziyetin önlenmesi için iş sağlığı ve güvenliği, çevre kontrol uygulamaları yolu ile alınacak tedbirlerin ortaya konulması amaçlanmıştır.

Yöntem ve Gereç: Çalışma kapsamında gönüllü 41 diş hekiminden alınan idrar örneklerinde indüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometrisi ile cıva analizi yapılmıştır. İdrar cıva analizlerini takiben İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Hastanesi'nde 5 farklı klinikte cıva buharı ölçümü atomik absorpsiyon spektrometre cihazında NIOSH 6009 standardına göre gerçekleştirilmiştir.

Bulgular: İdrar cıva analizleri sonucunda en düşük idrar cıva miktarı 0,14 µg/L iken en yüksek idrar cıva miktarı ise 4,12 µg/L olarak bulunmuştur. Dünya Sağlık Örgütü tarafından idrarda kabul edilebilir cıva seviyesi <20 µg/L (<100 nmol/L) olarak belirlenmiş ve idrar örneklerinin tamamında cıva seviyesi bu sınır değerinin altında bulunmuştur. İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Hastanesi'nde gerçekleştirilen ölçümlerde en düşük cıva buharı miktarı 0,0021 mg/m³ ve en yüksek cıva buharı miktarı 0,0023 mg/m³ olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, iş yeri ortamı için ulusal standardımızda belirlenen 0,02

Abstract

Aim: Mercury is a highly toxic heavy metal found in nature which evaporates at room temperature. Toxicological and ecological damages of mercury due to amalgam fillings and mercury related equipment used in dentistry are reported. This study aims to determine whether dentists are exposed to mercury due to dental practices and to discuss the measures to be taken via occupational health and safety together with environmental control practices to avoid exposure to mercury.

Materials and Methods: Mercury analysis was performed in urine samples from 41 dentists on a voluntary basis. After the urine mercury analyses, mercury vapor measurement was carried out in 5 different clinics in İstanbul Yeni Yüzyıl University Faculty of Dentistry Hospital.

Results: The results of urine mercury analysis showed that the lowest urinary mercury concentration was found to be 0,14 µg/L, whereas the highest urinary mercury amount was 4,12 µg/L. The acceptable level of mercury in urine determined by the World Health Organization is <20 µg/L (<100 nmol/L), and the mercury levels in our subjects was found below this limit. In the measurements carried out at İstanbul Yeni Yüzyıl University Faculty of Dentistry Hospital, the lowest amount of mercury vapor was determined as 0,0021 mg/m³ and the highest amount of mercury vapor was 0,0023 mg/m³. These results are below the 0,02 mg/m³ limit value set in our national standard for the workplace environment and the internationally accepted limits.

Conclusion: When evaluated in terms of occupational health and safety, our findings have revealed that amalgam-induced



mg/m³ sınır değerinin ve uluslararası kabul görmüş sınır değerlerin altında kalmaktadır.

Sonuç: İş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirildiğinde elde ettiğimiz bulgular, diş hekimleri için amalgam kaynaklı cıva maruziyetinin önemsiz seviyelerde olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, Minamata Sözleşmesi'nin uygulamaya alınması, iş sağlığı ve güvenliği politikalarının ve uygulamalarının yaygınlaşması, gelişen teknoloji ve teknikler gibi etkenler ile ilişkilendirilebilir.

Anahtar Kelimeler: Cıva, Amalgam, İş Sağlığı ve Güvenliği, Toksikite

mercury exposure is at insignificant levels for dentists. This fact can be associated with factors such as the implementation of the Minamata Convention, the dissemination of occupational health and safety policies and practices and developing quality of techniques used in the field.

Keywords: Mercury, Amalgam, Occupational Health and Safety, Toxicity.

GİRİŞ

Yüksek yoğunluğa ve toksik etkilere sahip olan cıva, kurşun, arsenik, krom, kadmiyum ve talyum gibi elementler ağır metal olarak sınıflandırılırlar. Bunlardan cıva; hava, su ve toprakta doğal olarak bulunur ve oda sıcaklığında sıvı olup, 1 atm basınçta buharlaşabilen tek element olma özelliği taşımaktadır. Bu nedenle, havalandırılmayan ortamlarda biyolojik açıdan tehlike yaratacak yoğunluklara ulaşabilir. Düşük miktarlarda dahi cıva maruziyeti ciddi sağlık problemlerine yol açabilmektedir. Özellikle sinir, sindirim ve bağışıklık gibi sistemler üzerinde ve ayrıca akciğer, böbrek, deri ve göz doku üzerinde toksisiteye yol açabilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından halk sağlığını en çok ilgilendiren on kimyasaldan biri olarak da kabul edilmektedir (1-4). Karsinogenik etki değerlendirmesi kapsamında IARC (Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı) tarafından cıva ve inorganik cıva bileşikleri "sınıflandırılmayan bileşikler (grup 3)", metil cıva bileşikleri ise "olası insan kanserojenleri (grup 2B)" olarak tanımlanmıştır (5).

Cıva; elektrik endüstrisi, tarım, çimento endüstrisi, boya üretimi, kâğıt ve selüloz üretimi, iletici olarak birçok elektrik priz, katalizör olarak kimya endüstrisi, termometre, barometre ve manometrelerde, floresan ampullerin üretimi, taksidermi (hayvan postu doldurma işi) gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Ayrıca diş hekimliğinde dolgu maddesi (amalgam) bileşiminde yer almaktadır (4). Sağlığa zararı nedeni ile günümüzde cıvanın çoğu kullanımı yerine alternatifleri önerilmektedir. Bu amaçla floresan lambalar yerine ışık yayan diyet

(LED) ampuller ve cıva içeren piller yerine lityum, gümüş ve alkalin pillere geçiş söz konusudur (6). Avrupa Parlamentosu tarafından Temmuz 2018'de başlayan ve aşamalı azaltmayı öngören "Cıva Yönetmeliği" kabul edilmiştir. Yönetmelik, tercihen 2030 yılına kadar diş hekimliğinde kullanılan amalgamın aşamalı olarak kaldırılmasının fizibilitesinin araştırılması gerektiğini belirtmektedir (7). 2021 Dünya Sağlık Örgütü tarafından yayınlanan "Cıva ve İnsan Sağlığı" kitapçığında sağlık sektörünün cıvayı kullandığı ancak sağlık sektöründe cıva içeren cihazların kullanımdan kaldırılması ve diş amalgamlarının kullanımının kademeli olarak azaltılması gerekliliğini strateji olarak belirtilmiştir (8). Buna rağmen cıva ve cıvalı ürünler halen kullanılmaktadır. Diş hekimliğinde kullanılan dental amalgam; cıva ve çeşitli metallerin karıştırılmasıyla elde edilen, diş çürümesi ile oluşan boşlukların doldurulmasında kullanılan bir alaşımdır (9). Cıvanın gümüş (%40-%70), kalay (%12-%30), bakır (%12-%30), indiyum (%0-%4), paladyum (%0,5) ve çinko (%0-%1) gibi çeşitli metallerle karıştırılmasıyla elde edilir ve 150 yılı aşkın süredir diş çürüklerinin tedavisinde kullanılmaktadır (10,11). Her ne kadar yapılan bazı çalışmalarda genel popülasyonda dental amalgam kullanımının negatif sağlık etkileri ile ilgili yeterli kanıt olmadığı hususu da ifade edilmekte ise de Avrupa komisyonu kullanımın kademeli olarak azaltılması yönünde siyasi bir taahhüt gündeme getirmiştir. Bu temelde 19 Ocak 2013 tarihinde Minamata Sözleşmesi kabul edilmiştir (8). Ancak bundan çok daha önce Norveç ve İsveç'te ekolojik nedenler ile 2007'de Çevre Bakanlığı tarafından amalgam kullanımı yasaklanmış-

tır (12). Minamata Sözleşmesi'nin uygulanmasının bir parçası olarak Avrupa Birliği, 1 Temmuz 2018'den itibaren hamile kadınlar, emziren kadınlar ve 15 yaşın altındaki çocuklar için amalgam kullanımını geçici olarak yasaklamayı kabul etmiştir (8). Dental amalgamın halen kullanılmasının nedenleri arasında yapısal özellik açısından yüksek dayanıklılık, gerilme mukavemeti/diş aşınması gibi mükemmel fiziksel ve mekanik avantajlara sahip olmasıdır. Bu avantajlarının yanında oldukça uygun maliyetli bir diş restoratif malzemesi olması, özellikle kompozit reçine ve porselenin yüksek maliyet yarattığı az gelişmiş ülkeler düşünüldüğünde fayda/ maliyet oranı açısından önemlidir (13,14).

Kullanımının sağlığa zararları temelinde günümüzde dolgu malzemesi amacıyla yaygın olarak kompozit malzemeler kullanılmaktadır. Ancak uygulamalarda kullanılmasa dahi diş hekimlerinin cıva ya maruz kalmaları söz konusudur. Bu da büyük ölçüde daha önceden yapılmış amalgam dolguların söküm işlemleri nedeniyledir. Söküm işlemi sırasında; amalgam bileşiminde bulunan cıvanın cıva buharı olarak ortam havasına salımı söz konusu olabilmektedir (12). Bu durumda gerek buharlaşan gerekse tıbbi atık olarak oluşan cıva önemli bir çevre sorunu oluşturmaktadır (15). Amalgam dolguların cıva toksisitesine katkısını araştıran çalışmalar incelendiğinde Engle ve arkadaşları; taşlama sırasında 1-2 µg, amalgamın hazırlanan diş boşluğuna yerleştirilmesi sırasında 6-8 µg, kuru cilalamada 44 µg, su ile yapılan cilalama sırasında 2-4 µg ve amalgam restorasyonun su spreyi ve yüksek kapasiteli bir aspiratör ile çıkarılması sırasında 15-20 µg cıva açığa çıktığı bildirilmiştir (16). Vücuttan cıva atılımını tespit etmek amacıyla, ağızda bulunan amalgam dolgu ile idrarda bulunan cıvanın varlığının incelendiği çalışmalarda parametreler arasında pozitif bir ilişki elde edilmiştir. Katılımcıların cıva konsantrasyonlarının amalgam dolgularının çıkarılmasından önce ve sonra ölçüldüğü başka bir çalışmada, amalgamın çıkarılmasından sonra kanda ve idrarda tespit edilen cıva konsantrasyonunun azaldığı bildirilmiştir (17).

İş sağlığı ve güvenliği bakış açısı ile değerlendirildiğinde mesleki maruziyet açısından diş doktorlarının ve diş kliniklerindeki yardımcı personelin amalgamın sorumlu tutulduğu cıva zehirlenmesi ve/veya cıva kaynaklı alerjik reaksiyonlardan etkilenen gruplar olduğu bildirilmiştir (8,18). Ülkemiz mevzuatında da cıva ve bileşiklerine yer verilmiş ve "Hastalık Tehlikesi Olan Başlıca İşler" başlığı altında "Dişçilikte amalgamla çalışma" ifa-

desi maruziyet açısından vurgulanmıştır (19).

Amerikan Diş Hekimleri Birliği (American Dental Association- ADA) ve Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (U.S. Food and Drug Administration - FDA) gibi uluslararası kabul görmüş sağlık kuruluşları tarafından amalgam bileşiminde kullanıldığı miktarlarda hasta açısından risk yaratmayacak ve dayanıklı bir diş malzemesi olarak tanımlanmış olmasına karşın, özellikle diş hekimleri ve yardımcı klinik personeli açısından kronik maruziyet nedeniyle kronik cıva zehirlenmesi riski oluşturmaktadır (7,20,21). Bu nedenle kliniklerin düzenli olarak havalandırılması, amalgam artıklarının toplandıktan sonra bertaraf edilinceye dek tehlikeli atık olarak geçici depolanması gibi tedbirlerin potansiyel cıva toksisitesi riskini azaltabileceği bildirilmektedir (9). Bu kapsamda cıva ve amalgam parçaları ile bunlarla kontamine olmuş atıkların kırmızı renkli tıbbi atık torbalarına konmamalıdır (22). 18 01 10* kodlu amalgam atıkları geri dönüştürülebilir atıklar olması sebebiyle lisanslı geri dönüşüm tesislerine teslim edilmelidir (23). Bu bilgilerden yola çıkarak bu araştırmada diş hekimlerinin diş hekimliği uygulamaları sırasında (amalgam dolgu yapımları, amalgam dolgu sökümüleri) cıvaya maruziyet düzeylerinin tespit edilmesi ve iş sağlığı ve güvenliği açısından cıvaya maruz kalınmaması için alınması gerekli tedbirlerin ortaya konulması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırmaya başlamadan önce İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Fen, Sosyal ve Girişimsel Olmayan Sağlık Bilimleri Araştırmaları Etik Kurulu'ndan 03.05.2021 tarih ve 2021/05-680 sayı ile onay alınmıştır. Örnek vermeyi kabul eden 41 gönüllü diş hekiminden Aralık 2021 - Temmuz 2022 tarihleri arasında cıva tayini amacıyla idrar örneği toplanmıştır. Ayrıca idrar örneği veren diş hekimlerine idrarlarındaki cıva düzeylerini değerlendirebilmek için mesleki deneyim süreleri, amalgam söküm sıklıkları, amalgam dolgu yapma sıklıkları ve ağızlarındaki amalgam dolgu sayıları sorularak kayıt altına alınmıştır. Örnekler 100 ml hacimli steril idrar kaplarına alınmış ve analize kadar 0-4 °C'de bekletilmiştir. İdrarda cıva tayini ICP-MS (indüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometresi) analiz cihazıyla asidik seyreltme ile doğrudan yapılmıştır (24). İdrar cıva analizlerini takiben en çok idrar örneğinin alındığı İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Hastanesi'nde 5

Örnek Numarası	Mesleki Deneyim Süresi (Yıl)	İdrar Cıva Seviyesi ($\mu\text{g/L}$)	Örnek Numarası	Mesleki Deneyim Süresi (Yıl)	İdrar Cıva Seviyesi ($\mu\text{g/L}$)
1	2-5	0,56	22	15+	0,79
2	15+	1	23	15+	0,37
3	15+	0,22	24	5-15	0,26
4	5-15	0,15	25	2-5	0,20
5	15+	0,15	26	15+	1,13
6	5-15	0,16	27	0-2	0,23
7	0-2	0,66	28	5-15	0,21
8	5-15	0,44	29	0-2	0,53
9	0-2	0,33	30	0-2	0,56
10	5-15	0,15	31	0-2	0,78
11	15+	0,61	32	5-15	0,14
12	15+	0,52	33	0-2	1,93
13	5-15	0,14	34	0-2	0,29
14	15+	0,35	35	15+	0,31
15	2-5	0,33	36	15+	1,33
16	15+	2	37	15+	3,12
17	0-2	0,45	38	0-2	3,94
18	15+	0,91	39	5-15	1,63
19	0-2	0,34	40	15+	4,12
20	15+	0,20	41	0-2	2,06

Tablo 1: Diş hekimlerinin idrar cıva seviyeleri

Mesleki Deneyim Süresi (Yıl)	Toplam Hekim Sayısı	Ortalama İdrar Cıva Seviyesi ($\mu\text{g/L}$)
0-2	13	0,959
2-5	3	0,363
5-15	9	0,364
15+	16	1,071

Tablo 2: Diş hekimlerinin mesleki deneyim sürelerine göre ortalama cıva düzeyleri

	Amalgam Dolgu Yapımı	Amalgam Dolgu Sökümü
Sıklıkla	%12,2	%26,83
Ortalama İdrar cıva düzeyi ($\mu\text{g/L}$)	1,244 $\mu\text{g/L}$	1,157 $\mu\text{g/L}$
Nadir	%17,07	%58,54
Ortalama İdrar cıva düzeyi ($\mu\text{g/L}$)	0,907 $\mu\text{g/L}$	0,761 $\mu\text{g/L}$
Hiç	%70,73	%14,63
Ortalama İdrar cıva düzeyi ($\mu\text{g/L}$)	0,738 $\mu\text{g/L}$	0,495 $\mu\text{g/L}$

Tablo 3: Diş Hekimlerinin amalgam dolgu yapma, amalgam dolgu sökümü ve ortalama idrar cıva düzeyleri oranı

Diş Hekimlerinde Bulunan Amalgam Dolgu Sayısı	Diş Hekimi Sayısı	Ortalama İdrar Cıva Seviyesi ($\mu\text{g/L}$)
Bulunmuyor	23	0,5
1-2 Adet	4	2,177
3-4 Adet	5	0,588
4+ Adet	9	1,204

Tablo 4: Diş hekimlerinin amalgam dolgu sayıları ile ortalama idrar cıva seviyeleri

farklı muayenehanede 5 farklı hava örnekleme pompası kurularak emiş tertibatına yerleştirilen aktif karbon sorbent tüpleri yardımıyla hava örnekleri toplanmış ve toplanan örnekler analiz edilmek üzere laboratuvara iletilmiştir. Aktif karbon sorbent tüplerinde absorblanan hava örnekleri laboratuvarında atomik absorpsiyon spektrometre cihazında NIOSH 6009 standardına göre analiz edilmiştir (25).

BULGULAR

Araştırmamıza katılan toplam 41 diş hekiminin %36,59'unun 50 yaş ve üzeri, %7,32'sinin 40-50,

%14,63'ünün 30-40, %41,46'sının 24-30 yaş aralığında olduğu görülmektedir. Mesleki deneyim sürelerine bakıldığında ise %31,71'inin 0-2 yıl, %7,32'sinin 2-5 yıl, %21,95'inin 5-15 yıl ve %39,02'sinin 15 yıl ve üzeri olduğu saptanmıştır. Araştırmaya katılan diş hekimlerinden %70,73'ünü kadınlar, %29,27'sini ise erkek katılımcılar oluşturmuştur.

Örnek veren diş hekimlerinin cıva ölçümleri Tablo 1'de belirtilmiştir. Toplanan idrar örnekleri incelendiğinde en düşük cıva düzeyinin 0,14 $\mu\text{g/L}$, en yüksek cıva düzeyinin ise 4,12 $\mu\text{g/L}$ olduğu görülmektedir.

41 adet idrarda saptanan ortalama cıva düzeyleri 0,828

No	Ölçüm Yeri	Ölçüm Sonucu (mg/m ³)
1	Pedodonti Kliniği	<0,0023
2	Özel Klinik-2	<0,0021
3	Protez Kliniği	<0,0023
4	Entegre Kliniği	<0,0023
5	2. Kat Tedavi ve Endodonti Kliniği	<0,0022
Not: Ortam ölçümlerinde maruziyetin en yoğun olduğu varsayılan kliniklerden ölçüm alınmıştır.		

Tablo 5: İş yeri ortamı cıva ölçüm sonuçları

µg/Ldir.

Katılımcıların mesleki deneyim sürelerine göre ortalama cıva düzeyleri Tablo 2'de gösterilmektedir.

Araştırmaya katılan diş hekimlerinin amalgam dolgu yapma ve amalgam dolgu söküm sıklıkları ve ortalama idrar cıva oranları Tablo 3'te gösterilmiştir.

Araştırmaya katılan diş hekimlerinden dördünde 1-2 adet, beşinde 3-4 adet ve dokuzunda 4 adet ve üzeri sayıda amalgam dolgu olduğu tespit edilmiştir. 23 Diş hekiminde amalgam dolgu bulunmamaktadır. İdrar örneği alınan 41 diş hekiminin amalgam dolgu sayıları ile ortalama idrar cıva seviyeleri Tablo 4'te verilmiştir.

İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Hastanesi'nde en yoğun çalışılan 5 klinikte yapılan iş yeri ortamı cıva buharı ölçümü sonuçları Tablo 5'te verilmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Dünya Sağlık Örgütü tarafından idrarda kabul edilebilir cıva seviyesi <20 µg/L (<100 nmol/L) olarak belirlenmiştir (26). Çeşitli ülkelerde çalışan diş hekimlerinin idrar cıva miktarının araştırıldığı 1988-2017 yılları arasında yayımlanan makaleler incelendiğinde diş hekimlerinin ve diğer diş hekimliği meslek çalışanlarının cıva buharına maruziyet düzeylerinin kontrol gruplarına kıyasla daha yüksek saptandığı ancak idrarda kabul edilebilir cıva düzeyinin aşılmadığı görülmektedir (14,27-29).

Buna rağmen yapılan bazı araştırmalarda WHO'nun belirttiği sınır değer üstünde sonuçlar saptanmıştır. Ec-

heverria vd. tarafından 1995 yılında yapılan çalışmada 19 diş hekiminde ortalama idrar cıva seviyesi 36 µg/L olarak saptanmıştır (30). Lenvik ve ark. Tarafından 2006 yılında yayınlanan araştırmada katılımcıların ortalama idrar cıva düzeyi 68 µg/Ldir (31) Shirkhanloo ve ark. Tarafından 2017 yılında yayımlanan çalışmada ise 50 diş hekimisi/diş hekimisi çalışanında ortalama idrar cıva düzeyi 23,1 µg/L olarak bildirilmiştir (32). Farklı ülkelerde ve farklı yıllarda yapılan araştırmalarda sınır değer üstünde sonuçların gözlenmesinin, pek çok ülkenin imzalararak taraf olduğu cıva ilişkin Minamata Sözleşmesi kapsamında ülkelerin kademeli olarak cıva kullanımını sonlandırmaması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte gerekli kontrol tedbirleri alınarak sınır değerlerin altında bir maruziyetin gerçekleşmesinin mümkün olduğu söylenebilir.

Bizim araştırmamız kapsamında diş hekimlerinden alınan idrar örnekleri incelendiğinde, tüm diş hekimlerinin idrar cıva seviyelerinin belirtilen sınır değer üstünde kaldığı saptanmıştır. Analiz edilen idrar örnekleri içerisinde en yüksek cıva seviyesi 4,12 µg/L olarak bulunmuştur.

Girgin ve arkadaşları tarafından 2022'de 135 diş teknisyenleri üzerinde yapılan araştırmada maruziyetin belirlenebilmesi için idrar cıva ölçümünün kan cıva ölçümüne kıyasla çok daha doğru sonuç vermesi nedeniyle tercih edildiği belirtilmiş ve diş teknisyenlerinin idrar cıva düzeyleri ölçülmüştür. Bu araştırmada, idrar Hg seviyeleri 0.71 ile 10.7 µg/L arasında düşük ama geniş bir aralık göstermiş ve ortalama değer 3,60 ± 0,15 µg/L olarak bulunmuştur. Diş teknisyenlerinde bulunan or-

talama idrar cıva düzeyi araştırmamızda elde ettiğimiz ortalama düzeylere kıyasla yüksek olmakla birlikte kabul edilebilir sınırın altındadır (33).

Cıva maruziyeti sadece dental amalgamların çıkartılması sırasında değil, ayrıca hekimlerin kendilerinde bulunan amalgamlardan da kaynaklanabilmektedir. Bu nedenle araştırmamızda idrar örneği alınan diş hekimlerinde amalgam dolguların bulunup bulunmaması ve amalgam dolgu bulunan hekimler ile amalgam dolgu bulunmayan hekimler arasında idrar cıva seviyesi arasında bir farklılık olup olmadığı değerlendirilmiştir. Tablo 3'e göre, ağızda amalgam dolgu bulunan diş hekimlerinin idrar cıva seviyeleri ortalama 1,32 µg/L iken, ağızda amalgam dolgu bulunmayan diş hekimlerinde bu oran ortalama 0,5 µg/L olarak saptanmıştır. Ağızda amalgam bulmayan diş hekimlerine kıyasla amalgam dolgusu bulunan diş hekimlerinin idrar cıva oranı daha yüksek olmakla birlikte kabul edilebilir sınırlar içerisindedir.

2021 WHO raporuna göre mesleki olarak maruz kalmayan popülasyonda, dental amalgam düzeylerinin sayısının idrar cıva oranı ile ilişkili olduğu belirtilmektedir. Cıvanın günlük ortalama emiliminin, kişinin ağızındaki amalgam yüzeylerinin sayısına bağlı olarak 3 ila 17 µg arasında değiştiği belirtilmiştir. Dental amalgam sayısının yanı sıra yüksek balık tüketimi, inorganik cıvanın demetilasyonu ve atılımı ve kısmen sınırlı metil cıva atılımı nedeniyle idrar cıvasının yükselebileceği belirtilmiştir (8).

Araştırmamıza katılan diş hekimleri arasında halen amalgam dolgu kullananlar ve kullanmayanlar şeklinde iki grup mevcuttur. Tablo 3'e göre amalgam dolgu yapan diş hekimlerinin ortalama idrar cıva seviyeleri amalgam dolgu yapmadığını bildiren diş hekimlerinin ortalama idrar cıva oranına göre yüksek bulunmuştur. Aynı farklılık amalgam sökümlerini yaptıran ve yapmadığını bildiren diş hekimlerinin ortalama idrar cıva düzeylerinde de gözlenmektedir. Her ne kadar elde edilen sonuçlar kabul edilebilir sınırlar altında ise de cıva maruz kalanlar ile kalmayanlar arasındaki fark da ilginç olarak değerlendirilmektedir. Söz konusu görece yüksekliğin beslenmeye bağlı olup olmadığı konusu bu çalışmada ele alınmamıştır.

Cıva maruziyetinin önemli bir kaynağı daha önce de ifade edildiği gibi, buharlaşan cıvadır. Araştırmamız kapsamında en fazla sayıda denekten idrar örneğinin alındığı İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Diş Hekimliği

Fakültesi Diş Hastanesi kliniklerinde havada cıva ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan söz konusu analizlerde, cıva buharı miktarı 0,0021 mg/m³ ile 0,0023 mg/m³ aralığında ölçülmüştür.

Cıva ile yapılan çalışmalarda iş yerindeki çalışanların mesleki olarak cıva maruziyetini kontrol altında tutmak amacıyla ortamdaki cıva buharı miktarı için ulusal ve uluslararası kuruluşlar tarafından mesleki maruziyet sınır değerleri belirlenmiştir. Bu sınır değerler;

- EU-OEL(European Union Occupational Exposure Limits- Avrupa Birliği Mesleki Maruziyet Limitleri): 0,02 mg/m³ (8 saatlik maruziyet halinde)
- OSHA (Occupational Safety and Health Administration - İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi): 0,1 mg/m³ (8 saatlik maruziyet halinde),
- NIOSH (National Institute for Occupational Safety & Health - Ulusal İş Sağlığı ve Güvenliği Enstitüsü): 0,05 mg/m³ (10 saatlik maruziyet halinde),
- ACGIH(American Conference of Governmental Industrial Hygienists- Amerikan Devlet Endüstriyel Hijyenistleri Konferansı) : 0,025 mg/m³ (8 saatlik maruziyet halinde)
- Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik: 0,02 mg/m³ (8 saatlik maruziyet halinde) olarak belirtilmiştir (34-38).

Araştırmamızda elde edilen sonuçlar sınır değerlere kıyasla oldukça düşüktür. Her ne kadar amalgam dolgular günümüzde çok tercih edilmese de amalgam dolgu sökümü yapılan klinikte ortamdaki cıva buharı miktarının düşük olması ayrıca diş hekimlerinin ve diğer diş hekimliği meslek çalışanlarının cıvalı materyallere karşı farkındalıklarının artmış olması ve diş hekimliği alanında iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin ve uygulamalarının yaygınlaşmış olması ile açıklanabilir.

Bununla birlikte düşük konsantrasyonda metalik cıva buharı maruziyeti ile, cıvanın eritrositlerde açık bir şekilde birikmesine rağmen, plazma ve idrarda gecikmiş olarak ortaya çıktığı insan ve deney hayvanlarında gösterilmiştir. Ishihara tarafından 2022'de yayınlanan araştırmada deney hayvanlarında, maruz kalma düzeyi ne kadar düşükse, cıvanın plazmada ortaya çıkma süresinin de uzun olduğu ve 0,03 mgHg/m³ cıva 8 saatlik maruz kalma için, eritrositlerde ve idrarda cıvanın net artışına rağmen plazmada saptanmadığı bulunmuştur. Bu sonucun 0,003 mgHg/m³ veya daha düşük konsantrasyonlarda metalik cıva buharına maruz kalan meslek



üyelerinden elde edilen verileri destekleyebileceği belirtilmiştir (39).

Kan ve idrar seviyeleri birbiriyle oldukça iyi korelasyon gösterir, ancak toplam vücut yükü ile korelasyon göstermediğini bilmek oldukça önemlidir (1). Dolayısıyla limitlerin altında kalan değerlerde de kronik maruziyet açısından alınacak iş sağlığı ve güvenliği önlemleri ve farkındalığın artması önem taşımaktadır.

Sonuç olarak; elde edilen verilere göre diş hekimliği uygulamaları nedeniyle diş hekimlerinin cıvaya maruziyetlerinin önemli seviyelerde olmadığı görülmüştür. Cıvanın toksik ve buharlaşabilen bir ağır metal olmasına karşın gerekli iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri alınarak, diş hekimliği çalışanlarının özenli ve dikkatli çalışmalarıyla, çalışanların bilinçlendirilmesiyle, gelişen teknoloji ve açıklanan yeni politikalar ile cıvaya ve cıvalı ürünlere alternatif materyallerin kullanılmasıyla cıvanın diş hekimliği alanında ciddi bir sağlık tehdidi oluşturmadığı sonucuna ulaşılabilmektedir.

Her şeye rağmen, diş hekimlerinde cıvanın düşük seviyelerinde bile kronik maruziyete bağlı olumsuz sağlık etkilerinin ortaya çıkabileceği dikkate alınmalıdır (1).

Bu araştırma, İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler Birimi tarafından desteklenmiştir. (Proje No: İYYÜ-BAP-AP-2021-13)

Received/Geliş Tarihi: 06.01.2023

Accepted/Kabul Tarihi: 26.01.2023

REFERANSLAR

1. Abacı Kalfoglu E. "Adli Kimya Açısından Ağır Metaller". (2022). Adli Kimya içinde Bölüm 7. (sy .115-124). Ed. Salkım İşlek D., Yükseloğlu EH. Nobet Tıp Kitapevi, İstanbul. ISBN: 978-605-335-758-2
2. Pandey, G., & Madhuri, S. (2014). Heavy metals causing toxicity in animals and fishes. *Research Journal of Animal, Veterinary and Fishery Sciences*, 2(2), 17-23.
3. WHO, (2017). Mercury and Health. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mercury-and-health> (Erişim: 01.07.2021).
4. Soydemir, E. (2013). Katı örneklemeli yüksek çözünürlüklü elektrotermal atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile 2,5 pm hava partiküllerinde cıva tayini (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, İstanbul.
5. Erkekoğlu, P., & Kadioğlu, E. (2013). Cıva zehirlenmesi ve tedavisi (Sayı, 37). *Türk Toksikoloji Derneği, Toksikoloji Bülteni*, 37:6-9.
6. UNEP. Many products Still contain mercury. These alternatives could replace them; UN Environment Program: Nairobi, Kenya. (2019); Available online: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/many-products-still-contain-mercury-these-alternatives-could-replace-them>
7. Regulation (EU) 2017/852. (2017). (Erişim: 27.12.2022) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32017R0852&from=en>
8. WHO, Educational Course : Mercury and human health (2021). ISBN: 978-92-890-5588-8. Erişim Tarihi: 20.12.2022. Erişim Adresi : <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345443/9789289055888-eng.pdf>
9. Şatır, S. (2019). Ultra yüksek alan manyetik rezonans görüntülemenin amalgam faz değişimi ve cıva salınımı üzerine etkisinin değerlendirilmesi (Diş Hekimliğinde Uzmanlık Tezi). Akdeniz Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Ağız Diş ve Çene Radyolojisi Anabilim Dalı, Antalya.
10. Richardson, G. M., Wilson, R., Allard, D., Purtill, C., Douma, S., & Graviere, J. (2011). Mercury exposure and risks from dental amalgam in the US population, post-2000. *Science of the Total Environment*, 409(20), 4257-4268. doi:10.1016/j.scitotenv.2011.06.035
11. Department of Health and Human Services (US) Bethesda (MD): Life Sciences Research Office; (2004). Review and analysis of the literature on the potential adverse health effects of dental amalgam; pp. 1-59.
12. Aaseth, J., Hilt, B., & Bjørklund, G. (2018). Mercury exposure and health impacts in dental personnel. *Environmental research*, 164, 65-69. doi:10.1016/j.envres.2018.02.019
13. Pereira, A. K. S., & Rodrigues, L. A. (2019). Prevalence of Dental Amalgam in Uninassau School of Dentistry Clinic. *Int J Oral Dent Health*, 5, 097. doi: 10.23937/2469-5734/1510097
14. Nagpal, N., Bettiol, S. S., Isham, A., Hoang, H., & Crocombe, L. A. (2017). A review of mercury exposure and health of dental personnel. *Safety and health at work*, 8(1), 1-10. doi: 10.1016/j.shaw.2016.05.007
15. Frykholm, K. O. (1957). On mercury from dental amalgam: Its toxic and allergic effects, and some comments on occupational hygiene. *Almqvist & Wiksells boktr.*
16. Engle, J. H., Ferracane, J. L., Wichmann, J., & Okabe, T. (1992). Quantitation of total mercury vapor released during dental procedures. *Dental Materials*, 8(3), 176-180. doi: 10.1016/0109-5641(92)90078-Q
17. Björkman, L., Sjursen, T. T., Dalen, K., Lygre, G. B., Berge, T. L. L., Svahn, J., & Lundekvam, B. F. (2017). Long term changes in health complaints after removal of amalgam restorations. *Acta Odontologica Scandinavica*, 75(3), 208-219. doi:10.1080/00016357.2016.1278262
18. Craig, R. G., & Powers, J. M. (2002). *Restorative dental materials* (11th ed.), Mosby, St. Louis, Missouri, USA, 672-675.
19. Resmî Gazete, Çalışma Gücü Ve Meslekte Kazanma Gücü Kaybı Oranı Tespit İşlemleri Yönetmeliği, Sayı : 27021, Tarih: 11.10.2008, Erişim Tarihi: 23.11.2022. Erişim adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/10/20081011-10.htm>

20. Karakaya, A. E. (2018). Kimyasaldan gıdaya doz ve risk. Ankara: Artek Reklamcılık Ltd
21. Kari, P. (2018). Amalgam toksikolojisi ve insan sağlığı üzerine etkileri, Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, Özel Sayı.
22. Doğan, F. (2014). Diş hekimliği hizmetlerinde atık yönetimi. II. ulusal sağlık kuruluşları çevre yönetimi sempozyumu, 153-159.
23. Hocaoğlu, S.M. (2017). Sağlık kuruluşları atık su/sıvı atık yönetimi el kitabı, 17-18.
24. Fong, B. M. W., Siu, T. S., Lee, J. S. K., & Tam, S. (2007). Determination of mercury in whole blood and urine by inductively coupled plasma mass spectrometry. *Journal of analytical toxicology*, 31(5), 281-287. doi: 10.1093/jat/31.5.281
25. Mostafavi, S. M., & Ebrahimi, A. (2019). Mercury determination in work place air and human biological samples based on dispersive liquid-liquid micro-extraction coupled with cold vapor atomic absorption spectrometry. *Analytical Methods in Environmental Chemistry Journal*, 2(04), 49-58. doi: 10.24200/amecj.v2.i04.81
26. Yıldız, S., (2020). Şiddet davranışı gösteren adolesanlarda kan, plazma ve idrarda ağır metal (kurşun, cıva, kadmiyum, mangan) düzeylerinin değerlendirilmesi (Uzmanlık Tezi). Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Ana Bilim Dalı, Diyarbakır.
27. Baelum, J., & Pöckel, H. (2007). Reference document on exposure to metallic mercury and the development of symptoms with emphasis on neurological and neuropsychological diseases or complaints. Odense: Department of Occupational and Environmental Medicine, Odense University Hospital.
28. Björklund, G., Hilt, B., Dadar, M., Lindh, U., & Aaseth, J. (2019). Neurotoxic effects of mercury exposure in dental personnel. *Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology*, 124(5), 568-574. doi: 10.1111/bcpt.13199
29. Jonidi Jafari, A., Esrafilı, A., Moradi, Y., & Mahmoudi, N. (2020). Mercury level in biological samples of dentists in Iran: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 18(2), 1655-1669. doi:10.1007/s40201-020-00558-w
30. Echeverria, D., Heyer, N. J., Martin, M. D., Naleway, C. A., Woods, J. S., & Bittner Jr, A. C. (1995). Behavioral effects of low-level exposure to Hg among dentists. *Neurotoxicology and teratology*, 17(2), 161-168. doi: 10.1016/0892-0362(94)00049-J
31. Lenvik, K., Woldbæk, T., & Halgard, K. (2006). Exposure to mercury among dental personnel—a presentation of historic measurement data. *Den norske tannlegeforenings Tidende*, 116, 350-356.
32. Shir Khanloo, H., Fallah Mehrjerdi, M. A., & Hassani, H. (2017). Identifying occupational and nonoccupational exposure to mercury in dental personnel. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 72(2), 63-69. doi:10.1080/19338244.2014.964391
33. Girgin, Gözde, Palabiyik-Yücelik, Saziye Sezin, Sipahi, Hande, Kilicarslan, Bilge, Ünüvar, Songül, Tutkun, Engin, Yılmaz, Ömer Hinc and Baydar, Terken. (2022) "Mercury exposure, neopterin profile, and tryptophan degradation in dental technicians" *Pteridines*, vol. 33, no. 1, , pp. 32-38. <https://doi.org/10.1515/pteridines-2022-0040>
34. NIOSH 6009. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/6009.pdf> (Erişim: 28.06.2022)
35. OSHA, Occupational Safety and Health Administration, Mercury (Vapor)† Erişim Tarihi: 23.11.2022, Erişim adresi: <https://www.osha.gov/chemicaldata/505>
36. Resmi Gazete (2013) Kimyasal Maddelerle Çalışmalarda Sağlık Ve Güvenlik Önlemleri Hakkında Yönetmelik Erişim Tarihi: 23.11.2022, Erişim Adresi: <https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=18709&mevzuatTur=KurumVeKurululYonetmeligi&mevzuatTertip=5>
37. International Labour Organization (ILO), WHO (2017). International Chemical Safety Card (ICSC) 0056: Mercury. Geneva: ILO/WHO Erişim Tarihi: 02.01.2023 Erişim Adresi: https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=en&p_card_id=0056&p_version=2
38. New Jersey Department of Health (NJDOH), (2009). Hazardous Substance Fact Sheet, Erişim Tarihi: 02.01.2023 Erişim Adresi: <https://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1183.pdf>.
39. Ishihara N. (2022). "Effects of exposure to metallic mercury vapor at low concentrations on urinary excretion of NAG activity, protein, and mercury". *Trace Elements and Electrolytes*, Vol. 39 – No. 1/2022 (25-31).