

## Rapor

# Çevresel cıva maruz kalımı ve sağlık etkileri

Cavit Işık Yavuz

Doç.Dr. Tıp doktoru, Halk Sağlığı ve Çevre Sağlığı Uzmanı, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD

Received: 16.04.2019, Accepted: 05.11.2019

### Öz

Cıva halk sağlığı açısından endişe oluşturan kimyasallardan biri olan bir ağır metaldir. Çevreye doğal ve insan kaynaklı aktiviteler kaynaklı yayılmaktadır. Kömürlü termik santraller gibi enerji tesisleri, ısınma amaçlı kömür kullanımı, atık yakma ve metal madenciliği, hurda metal işleme gibi işlemler, cıvanın çevrede bulunmasına neden olan insan kaynaklı aktivitelerdir. Cıva maruz kalımı önemli sağlık etkilerine neden olmaktadır. Oluşan sağlık etkileri maruz kalınan cıvanın türüne, maruz kalınan doza, maruz kalan kişinin yaşına ve gelişimsel durumuna, maruz kalım süresine ve maruz kalım yoluna göre değişkenlik göstermektedir. Cıva birçok olumsuz sağlık etkisine, özellikle de böbrek toksisitesine ve nörotoksik etkilere sahiptir. Bu yazıda ağırlıklı olarak çevresel maruz kalımlar olmak üzere cıva maruz kalımı ve sağlık etkileri incelenmektedir.

**Anahtar sözcükler:** cıva, metil cıva, sağlık etkileri, gıda, çevresel maruz kalım

## Environmental mercury exposure and health effects

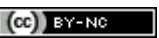
### Abstract

Mercury is a heavy metal and one of the major public health concern chemicals. Mercury is spread to the environment due to natural and human activities. Industrial processes such as coal-fired thermal power plants, coal-fired activities for heating, waste incineration and metal mining, and scrap metal processing are man-made activities that cause mercury in the environment. Exposure to mercury causes significant health effects. These health effects may vary depending on the type of mercury being exposed, dose, time, route, age and developmental status of the subject. Mercury has many health negative effects, particularly kidney toxicity and neurotoxic effects. In this review health effects of environmental mercury exposure are examined.

**Key words:** mercury, methylmercury, health effects, food, environmental exposure

**Sorumlu yazar:** Cavit Işık Yavuz, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı AD, Sıhhiye, Ankara, Tlf: 0 312 305 15 90, E-posta: cavityavuz@hacettepe.edu.tr

Copyright holder Turkish Journal of Public Health

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.  This is an open Access article which can be used if cited properly.

## **Çevresel Cıva Maruz Kalımı ve Sağlık Etkileri**

Havada, suda ve toprakta doğal bir element olarak bulunan cıva düşük miktarlarda bile maruz kalındığında olumsuz sağlık etkileri oluşturabilen bir maddedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) önemli halk sağlığı endişesi doğuran on kimyasal madde arasında sıraladığı cıva, birçok doku ve organda tahribata neden olmakta, insan sağlığı açısından en toksik üçüncü element olarak nitelendirilmektedir. Yer kabuğunda doğal olarak bulunmasının yanında başta kömürlü termik santraller ve kömür yakılan aktiviteler (ısınma gibi) olmak üzere endüstriyel süreçler, atık yakma ve metal madenciliği, hurda metal işleme gibi işlemler cıvanın çevrede bulunmasına neden olan insan kaynaklı aktivitelerdir.<sup>1-4</sup>

Çevredeki cıvanın antropojenik kaynaklı kısmı giderek artış göstermekte ve atmosferdeki mevcut cıva miktarının yaklaşık yarısının insan aktivitelerinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir.<sup>2</sup> DSÖ, cıva maruz kalımında sağlık etkileri açısından etkili faktörlerin başlıca beş başlıkta değerlendirilmesi gerektiğini belirtmektedir: Maruz kalınan cıvanın türü, dozu, maruz kalan kişinin yaşı (özellikle fetal dönem en duyarlı dönemdir), maruz kalım süresi ve maruz kalım yolu (solunum, sindirim ya da deri).<sup>1</sup>

Gıdalar ve özellikle de balıkta bulunan cıva insanlar için temel maruz kalım kaynağını oluşturmakta ve sağlık açısından giderek daha fazla endişe oluşturmaktadır. Bu yazıda çevresel cıva kaynakları, çevresel cıva maruz kalımı ile sağlık etkileri incelenmeye ve dünyada ve Türkiye'deki mevcut durum değerlendirilmeye çalışılmıştır.

### **1. Cıva Türleri**

Cıva doğada üç formda bulunmaktadır: Elementel formu (metalik cıva), inorganik cıva bileşikleri ve organik cıva.<sup>3,5,6</sup> Metalik cıva endüstriyel tesislerden ve kömür yakılması sonucu oluşabilir, gündelik hayatta kullanılan çeşitli

malzemelerde, dış dolgularında bulunabilirken, inorganik cıva daha çok mesleki maruz kalımlarla ilgilidir, organik ya da metil cıva esas olarak gıdalarla alınan formudur.<sup>1</sup>

Sağlık açısından cıvanın oluşturduğu tehlikeler cıva formuna göre farklılık göstermekle birlikte cıva bir şekilde vücuda girdiğinde başta sinir sistemi ve böbrekler olmak üzere toksik etkiler göstermektedir. Metalik cıva oda ısısında buharlaşabilmekte ve cıva buharının solunması akut ve ciddi zehirlenme tablolarına yol açabilmektedir. Metalik cıva, parlak görünümde, beyaz gümüş renginde, kokusuz bir sıvı formdadır ve inorganik cıva formuna ya da metilcıva gibi organik bileşiklere dönüşebilir. Metalik cıva, özellikle insan kaynaklı etkinlikler nedeniyle salındığı atmosferik koşullarda bir kara ve deniz döngüsü içerisine girerek atmosferde uzun süre kalabilir ve sadece yerel düzeyde değil bölgesel ve küresel ölçekte de yayılım gösterebilir. Metalik cıvanın bir özelliği de okside olarak inorganik formlara dönmesi ve bu formların yağmurlarla toprağa, suya denizler karışmasıdır. Metilcıva, toprak ve sudaki mikroskobik organizmalar tarafından metalik cıvanın dönüşümüyle oluşturulmaktadır. Bu nedenle çevresel ortamdaki metalik cıva arttıkça bu organizmalar tarafından oluşturulan metilcıva da artış gösterir<sup>6,7</sup>.

Cıvanın çevresel ortamlarda uzun süre kalması ve atmosferde yayılarak uzak mesafelere taşınması cıva bileşiklerini ekosistemler ve insan sağlığı açısından küresel bir tehlike hâline getirmiştir. Küresel iklim değişikliğinin de etkileriyle cıvanın çevresel ortamlardaki, havada, toprakta ve sudaki düzeylerinde artış beklendiği düşünüldüğünde cıva kirliliğinin azaltılması için çabaların yoğunlaştırılması gerekmektedir. Bu anlamda ayrıntılarına aşağıda değinilen uluslararası bir anlaşma imzalanmıştır.

### **2. Cıvaya Maruz Kalım**

Her yıl atmosfere salınan metalik cıvanın %70'inin insan kaynaklı aktiviteler

nedeniyle oluştuğu tahmin edilmektedir. Çevresel ortamlarda kalıcı olma özelliğindeki cıva kaynakları arasında doğal kaynak olarak yanardağlar ve orman yangınları yer almaktadır. İnsanlarda maruz kalma yolları ve insan kaynaklı aktiviteler olarak da aşağıdaki başlıklar sıralanmaktadır<sup>8,9-11</sup>:

- Başta kömür olmak üzere fosil yakıtlar
- Kömür yakılan endüstriyel (kömürlü termik santraller vb) ve diğer süreçler (ısınma vb)
- Demir ve demir dışı metal madenciliği ve bu metallerin eritilmesi süreçleri
- Çimento üretimi
- Petrol rafinerileri
- Geleneksel ve küçük ölçekli altın madenciliği
- Cıva madenciliği
- Pestisitler
- Atık depolama alanlarında yakma ve yavaş bozunum süreçleri
- Atık yakma süreçleri
- Klor-alkali üretimi ve vinil -klorür monomer üretimi
- Dental amalgam kullanımı
- Kozmetikler ve ilaçlar
- Kontamine balıklar ve deniz ürünleri

Maruz kalım yolları açısından değerlendirildiğinde cıvaya; gıdalar aracılığıyla ağız yoluyla (balık ve deniz ürünleri), cıva içeren fosil yakıtların yakıldığı tesislerin (kömürlü termik santraller gibi) ve yakma tesislerinin süprüntülerindeki cıva buharlarının solunması yoluyla, diş hekimliği ve tıbbi tedavilerden kaynaklanan cıva türleriyle,

işyeri kaynaklı solunum yolu ve deri temasıyla ve bazı kültürel, etnik ve geleneksel malzeme ve ritüellerde kullanımıyla maruz kalınabildiği izlenmektedir.<sup>7</sup> Cıva türlerine göre maruz kalım yolları Tablo 1’de sunulmuştur.

Cıva maruz kalımına daha duyarlı iki grup tanımlanmaktadır. Bunlardan ilki intrauterin dönemde cıvaya maruz kalan fetüslerdir. Gelişimsel etkiler nedeniyle intrauterin dönem en duyarlı olunan dönemdir. Annenin başta cıva içeren deniz ürünlerini tüketimi nedeniyle olmak üzere çeşitli biçimlerde cıvaya maruz kalması (endüstriyel tesis yakınında yaşama, gündelik malzemeler vb) sonrasında plasental geçiş, bebeğin nörolojik gelişim bozukluğuna neden olabilmektedir. Bu nedenle anne karnında cıvaya maruz kalan çocuklarda bilişsel düşünme, hafıza, dikkat, dil, ince motor ve görsel mekânsal beceriler etkilenebilmektedir. Maruz kalım açısından diğer duyarlı grup düzenli olarak yüksek düzeyde cıvaya maruz kalanlar, diğer bir deyişle kronik olarak etkilenenlerdir. Bunlar arasında yaptıkları iş gereği yani mesleki etkilenimlerle cıvaya maruz kalan bazı meslek grupları ile balıkçılıkla geçimini sağlayan gruplar yer almaktadır. Balıkçıların ve balıkçılık ile geçimini sağlayan grupların yüksek düzeyde cıvaya maruz kalımlarının mesleki bir etkilenimle değil, bu grupların ve ailelerinin yüksek düzeyde kontamine balık tüketebilmeleri nedeniyle oluştuğu belirtilmektedir<sup>12</sup> Özellikle balıklarda cıva birikimi ile maruz kalınan cıvanın, cıva içeren balıkları tüketmeleri nedeniyle balıkçılıkla geçinen bazı topluluklardaki çocuklarda binde 1,5-17 oranında bilişsel etkilere neden olduğu tahmin edilmektedir.<sup>3</sup>

Tablo 1: Cıva türlerine göre maruz kalım yolları<sup>27</sup>

<b>Cıva türü</b>	<b>Maruz kalım biçimleri</b>
Elementel cıva	Ana maruz kalma yolu mesleksi (iş yerlerinde inhalasyon yoluyla). Dental amalgam dolgularla toplum için düşük düzeyde maruz kalım.
İnorganik cıva	Maruz kalım sınırlı (bu bileşiklerin yasaklanması ve kullanım sınırlılığı nedeniyle). Cıva içeren lateks boyaların kullanıldığı malzemelerle maruz kalınabilir.
Metil cıva	Gıda ile maruz kalım (Balık ve deniz ürünleri ana kaynak. Metil cıva içeren fungusitlerle ilaçlanmış tahıllar ve bu tahılları tüketen hayvanların etleri de maruz kalım yolu olarak değerlendirilir.) Su kaynakları da bir diğer maruz kalım yoludur.

### 2.1. Pestisitler

Cıva evlerde küflerin gelişimini engellemek amacıyla geliştirilen pestisitlerde, mikroorganizma gelişimine bağlı renk değişimini önlemek amacıyla koruyucu olarak latex boyalarda bulunmaktadır. Bunun yanında mantar öldürücü (fungisit) pestisitlerde de bulunur ve çim mantarlarını öldürmek amacıyla kullanılır.<sup>8,13</sup>

### 2.2. Kozmetikler

Cıva (inorganik formu) deri rengini açıcı özellikteki sabun ve kremlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tür ürünler genellikle "antiseptik sabun" olarak satılmakta ve özellikle bazı Afrika ve Asya ülkelerinde yaygın kullanılmaktadır. Bu sabun ve kremlerin oluşturduğu temel yan etki böbrek hasarıdır, bunun yanında çeşitli deri belirtileri ve nöropsikiyatrik etkiler de ortaya çıkarabilir. Bu ürünler dışında ayrıca göz makyajı temizleme ürünlerinde ve rimel gibi kozmetiklerde de cıva (organik formu) bulunabilmektedir.<sup>14</sup> Amerika Birleşik Devletleri(ABD) Gıda ve İlaç Dairesi (Food and Drug Administration, FDA), cıva içeren deri kremleri, antiseptik sabunlar ve losyonlardan kaçınılması gerektiği konusunda tüketicilere uyarılarda bulunmaktadır. Cıva içeren bu ürünler çoğunlukla ciltte lekeleri (yaşlılık lekeleri, çiller vb) ve kırışıklıkları gideren yaşlanma karşıtı tedaviler olarak pazarlanmaktadır.

Ergenler de bu ürünleri akne tedavisinde kullanabilmektedir.<sup>15</sup>

### 2.3. İlaçlar

Cıva etil cıva formunda thiomersal şeklinde çok düşük miktarlarda bazı aşı ve ilaçlarda koruyucu madde olarak kullanılmaktadır. Etil cıva metil cıvaya göre çok daha çabuk vücuttan atılmakta ve birikmemektedir. Dünya Sağlık Örgütü, etil cıvanın bu kullanımının insan sağlığı açısından risk oluşturduğuna dair kanıt olmadığını vurgulamaktadır.<sup>12</sup> Ayrıca özellikle topikal ilaçlarda bakteriyel kontaminasyonu önlemek için de bu ürünlere cıva katılmaktadır.<sup>8</sup>

### 2.4. Gündelik hayattaki malzemeler

Günlük hayatta cıva birçok malzeme ve üründe kullanılmaktadır. Piller, termometre ve barometre gibi ölçüm araçları, araç gereçlerdeki elektrik anahtarları ve röleler, ampuller ve lambalar, diş hekimliğinde dolgu amacıyla kullanılan amalgam (dental amalgam) bunlardan bazılarıdır. DSÖ cıva içeren bu ve benzeri ürünlerin güvenli bir şekilde taşınması, kullanılması ve imha edilmesi gerektiğine dikkat çekmektedir.<sup>12</sup>

### 2.5. Dental amalgam

Dental amalgam genellikle %50 oranında inorganik cıva içerir. Cıva ile birlikte bakır, kalay, çinko ve gümüş de amalgamların yapısında bulunur.

Amalgamın bu yapısının özellikle “çiğneme, yemek yeme, diş fırçalama ve sıcak içecek tüketimi ile daha kolayca artan” bir biçimde cıva maruz kalımına neden olduğu belirtilmektedir.<sup>16</sup> Dolguların çoğunluğu sıvı cıva ve alaşım olarak kullanılan metal tozları olmak üzere iki ana bileşenden oluşmaktadır ve dolgulardaki cıvaya cıva buharıyla maruz kalınmaktadır.<sup>17</sup> Amalgamın yapısı ve içeriği maruz kalım için önemlidir ve yeni kuşak amalgamlar bu anlamda maruz kalımı azaltabilmektedir. EPA dental amalgam ile maruz kalımın düşük miktarlarda olduğunu belirtmekte FDA ise amalgam kullanımının altı yaş üstündeki çocuklarda ve yetişkinlerde cıva maruz kalımı açısından bir tehlike oluşturmadığını, sağlık sorunlarına yol açtığına dair kanıt olmadığını ve kullanımının güvenli olduğunu belirtmektedir. Ayrıca gebelerde, anne karnındaki bebeklerde ve altı yaş altındaki çocuklarda dental amalgamın uzun dönemli sağlık etkilerine dair yeterli klinik kanıt bulunmadığını vurgulamaktadır<sup>18,19</sup>.

## **2.6. Balıklarda cıva**

Balıklarda ve deniz ürünlerinde cıva birikimi insanlarda maruz kalımın en önemli yolu olarak öne çıkmaktadır. Cıva balıkta kas dokuda birikmekte ve bu nedenle de pişirme ya da temizlenme işlemleri cıva düzeyine etki etmemektedir. FDA bir dokümanında yüksek cıva nedeniyle ABD için kaçınılması gereken balıkları şöyle sıralamıştır: Kral uskumru (king mackerel ya da kingfish olarak adlandırılan Atlantik Okyanusu ve Meksika Körfezi'nde bulunan bir tür uskumru), Atlantik kılıçbalığı, turuncu imparator balığı (okyanuslarda yaşayan bir derin su balık türü), köpekbalığı, kılıçbalığı, tilefish adıyla bilinen bir tür derin deniz balığı ve bazı ton balığı türleri (Bigeye tuna olarak bilinen cinsi).<sup>20</sup>

Ülkemizde yapılan bir çalışmada Karadeniz'de avlanan hamsilerde cıva düzeyi  $0.013 \pm 0.002$  ppm düzeyinde bulunmuş<sup>21</sup>, bir başka çalışmada da Türkiye'den Avrupa'ya ihraç edilen ve Karadeniz, Marmara ve Batı Akdeniz'den tutulan altı farklı balık türünde (kalkan, mezgit, vatoz, barbun, mahmuzlu köpek

balığı, ton balığı) cıva düzeyleri, en düşük kalkan balığında en yüksek ton balığında olmak üzere 0.01-0.45 ppm düzeyinde saptanmıştır.<sup>22</sup>

Avrupa Birliği'nin ilgili komisyonlarınca 2006 yılında yayımlanan bir düzenlemeye göre yayında listelenen balık türlerindeki düzeyin 1 ppm'i geçmemesi öngörülmüş, balık etiyle yapılan gıda ürünlerinde ise bu düzeyin 0,50 ppm olması gerektiği belirtilmiştir.<sup>23</sup> Avrupa Komisyonu, haftada 1-4 porsiyon tüketilmesiyle sağlık açısından yararlı olan balık tüketiminin hamilelikte balık / deniz ürünleri tüketiminin çocukların sinir sistemi gelişiminin fonksiyonel sonuçlarına etkisi ve yetişkinlerde kalp-damar hastalıkları üzerindeki etkisi öngörülerek cıva düzeyi yüksek balıkların tüketiminin sınırlandırılmasını önermektedir.<sup>24</sup> Amerika Birleşik Devletleri Hastalık Kontrol Merkezi (Center for Disease Control and Prevention-CDC) de emziren annelerin başta cıva düzeyi yüksek gıdalar olmak üzere cıvaya maruz kalımlarının önlenmesi için öneriler getirmektedir.<sup>25</sup>

## **3. Dünyada cıva kirliliği**

Cıvanın çevresel ortamlarda artışı sadece yerel düzeyde değil küresel ölçekte bir cıva kirliliği oluşturmuştur. Bu konuda Birleşmiş Milletler Çevre Programı tarafından yayımlanan “GLOBAL MERCURY ASSESSMENT 2018” başlıklı değerlendirme sorunun boyutlarına dair kapsamlı bir bilgi sunmaktadır.<sup>26</sup> Rapor'a göre:

- 2015 yılında insan kaynaklı aktivitelerden kaynaklanan küresel cıva emisyonu yıllık 2220 ton düzeyinde gerçekleşmiştir ve bu emisyonu neden olan ana kaynaklar 17 başlıkta sınıflandırılmıştır. Bu miktar 2010 yılına göre %20'lik bir artışa işaret etmektedir.
- Emisyonların %49'u Asya (Doğu ve Güneydoğu Asya) %18'i Güney Amerika, %16'sı Sahraaltı Afrika kaynaklıdır.
- Küresel emisyonların %38'i geleneksel madencilik ve küçük çaplı madencilik kaynaklıdır ve bu emisyonlar esas olarak Güney Amerika ve Sahraaltı Afrika kaynaklıdır, emisyonların kalan

%62'lik kısmı enerji üretimi ve endüstriyel süreçlerden kaynaklanmaktadır.

- Fosil yakıtların yanması küresel emisyonların yaklaşık dörtte birinden(%24) sorumludur ve bu emisyonlar esas olarak kömür(%21) kaynaklıdır. Çimento üretiminin %11, metal üretiminin toplamda %17, cıva içeren atıkların ise %7'lik bir payı vardır.
- Bugün için atmosferdeki cıva konsantrasyonları insan kaynaklı aktiviteler sonucunda doğal düzeylerinin %450'sine ulaşmıştır. İklim değişikliğinin cıva döngüsünü etkilemesi beklenmekte ve var olan cıva düzeyleriyle birlikte etkilerin yoğunlaşabileceği belirtilmektedir. Sucul ortamların ve okyanusların cıva kirliliği düzeylerinin artışı endişe kaynağıdır. Okyanuslardaki cıva düzeyi doğal düzeylerinin %230'una ulaşmış durumdadır.

Cıva emisyonları sınır ötesi kirlilik oluşturur, bu nedendir ki cıva küresel bir çevre sorunu olarak dikkat çekmektedir. Ekolojiye ve insan sağlığına doğrudan zarar veren bu madde özellikle anne karnındaki bebeklerde ciddi sağlık sorunlarına yol açmaktadır. ABD'de her yıl 75.000 yenidoğanın anne karnında cıvaya maruz kalmaları nedeniyle öğrenme güçlüğü sorunu yaşadıkları tahmin edilmektedir.<sup>27</sup> Nörotoksik özelliği ve vücutta birikmesi ve tüm yaş gruplarında beyin, kalp, böbrek ve bağışıklık sistemi sorunlarına yol açması, özellikle sinir sistemi etkilerinin kalıcı olması, etkilerin çok düşük düzeylerde de ortaya çıkabilmesi halk sağlığı açısından endişe doğuran bir kirlenici olarak sayılmasının başlıca nedenleri arasındadır.<sup>28</sup> Deniz ürünlerinin tüketimi, mesleki maruz kalım, cıva içeren atıklar ve malzemeler ile kozmetikler cıvaya maruz kalımın temel biçimleridir ve bu açıdan hemen herkesin bir şekilde cıvaya maruz kalabileceği görülmektedir.

Minamata Sözleşmesi ile uluslararası bir çerçeveye ve kararlılığa dönüştürülmeye çalışılan çabalar, son olarak 16 Ağustos 2017 tarihinde İsviçre'de 150'den fazla ülkenin katılımıyla gerçekleşen bir toplantıda da gündeme gelmiştir.<sup>28</sup> Bu çabalara karşın atmosferdeki cıva emisyonlarının artışının önüne geçilememektedir. Cıva bir kez atmosfere salındıktan sonra, "küresel cıva döngüsü" olarak adlandırılan bir döngü içerisinde çevresel ortamlarda 3.000 yıl kalabilen bir maddedir.<sup>29</sup> Su kaynaklarının kirliliği ve cıva kirliliğinin etkileri uzun süreli bir risk olarak ortaya çıkmaktadır. Geçmiş dönemlerde ciddi bir cıva kirliliği sorunu yaşayan İsveç'te 2018 yılında yapılan bir izlemde ülke genelinde 23 binden fazla su kaynağının hâlâ cıva kirliliğinden etkilendiği ve binlerce nehir ve göldeki balıkların sağlık açısından tehlikeli düzeyde cıva içerdiği belirlenmiştir. Tehlikenin küresel boyutta oluşuna örnek olarak İsveç'i etkileyen cıvanın %88'inin Avrupa dışından kaynaklandığının belirlenmesi gösterilebilir.<sup>29</sup> Bu nedenle cıva sağlık açısından küresel bir tehdittir.

Balık tüketimi ve gıda zinciri açısından endişe oluşturan cıva kirliliğine ilişkin Avrupa Çevre Ajansı 2018 yılında yayımladığı bir dokümanda Batı Akdeniz'de avlanan balıklardaki cıva düzeylerini Tablo 2'deki gibi sunmaktadır. Tablodan da anlaşılacağı gibi orfoz ve fener balığı gibi dip balıklarında cıva düzeyi ortalamalarının daha yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Avrupa Birliği ülkelerinde, bu ülkelerde yılda 1.8 milyon çocuğun sınır değerinde (0,58 µg/g) ve 200 bin çocuğun da 2.5 µg/g üzerinde metil cıvaya maruz kalarak doğduğunu belirtilmektedir. Metil cıvanın gıda zinciri açısından önemi bu açıdan üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Bu etkilerinin yanında Avrupa Birliği genelindeki ekosistemlerin %54'ünün yüksek düzeyde cıva içerdiği izlenmektedir.<sup>30</sup>

Tablo 2: Batı Akdeniz’de avlanan balıklarda cıva düzeyi\* 29

<b>Balık türü</b>	<b>Ortalama</b> (mg/kg ıslak ağırlık)	<b>Minimum-Maksimum</b> (mg/kg ıslak ağırlık)
Hamsi	0.057	0.05-0.1
İstrongilos/İzmarit ( <i>Spicara smarıs</i> )	0.064	0.05-0.15
Sardalya	0.05	0.05-0.05
Sarıgöz ( <i>Spondyliosoma cantharus</i> )	0.19	0.05-0.79
Mercan ( <i>Pagrus pagrus</i> )	0.31	0.05-1.0
Dil balığı ( <i>Solea solea</i> )	0.45	0.05-1.2
Hani balığı ( <i>Serranus cabrilla</i> )	0.3	0.05-0.53
Orfoz ( <i>Epinephelus marginatus</i> )	1.6	0.57-3
İskorpit	0.22	0.05-0.58
Yılanbalığı	0.56	0.17-1.8
Dülger balığı	0.33	0.05-1.3
Berlam balığı ( <i>Merluccius merluccius</i> )	0.3	0.05-0.99
Fener balığı	0.74	0.12-3.1

\*Avrupa Çevre Ajansı çoğu balık türü için insani tüketim sınır değeri olarak 0.5 mg/kg, bazı avcı balık türleri için 1 mg/kg değerini belirlemiştir.

#### 4. Türkiye’de Durum

Ülkemizde cıva kirliliğine ilişkin geniş kapsamlı ve sistematik değerlendirmeler olduğunu söylemek zordur. Minamata Sözleşmesi’nin imzalanmasıyla yeni bir süreç kapsamında “Minamata Sözleşmesi Türkiye’de Ön Değerlendirme Projesi” başlatılmıştır. Bu Proje’de amaç “Minamata Sözleşmesi’ne taraf olunmasına ilişkin sürecin tamamlanması ve cıvaya ilişkin ülkedeki mevcut durumun belirlenmesi” olarak ifade edilmektedir. Proje kapsamında 2019 yılı içerisinde ülkenin “ulusal cıva envanteri” çıkarılması planlanmıştır. Bu açıdan değerlendirdiğimizde ülkemizde cıva kirliliğine ve bu kirliliğin kaynaklarına

ilişkin durumun net olarak bilinmediğini görüyoruz.

Bu noktada Türkiye için cıva emisyonu kaynaklarının ele alınması ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Başlıklar hâlinde sıralayacak olursak;

#### Kömür

Türkiye’de kömür tüketimi yıllar içerisinde artış göstermekte ve bu tüketimin temel kaynağı da termik santraller olmaktadır. TÜİK istatistiklerine göre yıllık satılabilir kömür üretimi 2018 yılında taşkömüründe 1.1 milyon ton, linyitte 80,8 milyon ton, taşkömürü kokunda da 4,5

milyon ton olmuştur. Bunun yanında 37 milyon ton taşkömürü, 0,8 milyon ton taşkömürü koku ithal edilmiştir.<sup>31</sup> Diğer bir deyişle Türkiye'nin 2018 yılında toplam üretim ve ithal kömür miktarı yaklaşık 124 milyon tondur. Üretilen kömürlerin kullanım alanları Tablo 3'de izlenmektedir. Üretilen taşkömürünün %59'u linyitin de %89'u termik santraller tarafından tüketilmiştir ve toplamda yaklaşık 94 milyon tona karşılık gelmektedir ve 2018

yılındaki üretim ve ithal kömürlerin %76'sı termik santraller tarafından tüketilmektedir. Bu durum ülke açısından cıva kirliliğinin temel kaynağı olarak kömürü gündeme getirmekte ve özellikle kömürlü termik santralleri odak noktasına oturtmaktadır. Kömür yakılmasına ve özellikle termik santrallere bağlı cıva kirliliği ülke açısından üzerinde durulması gereken bir inceleme ve araştırma alanı olarak dikkat çekmektedir.

**Tablo 3.** TÜİK Katı Yakıt İstatistikleri 2018 yılı toplam kullanım alanları

<b>Kömür türü</b>		<b>Miktar (Ton)</b>	<b>%</b>
<b>Taşkömürü</b>	Toplam teslimat	38.191.615	100,0
	Termik santral	22.437.894	58,8
	Kok tesisleri	6.338.791	16,6
	Demir-çelik sanayi	1.219.555	3,2
	Sanayi (demir-çelik sanayi hariç)	2.641.081	6,9
	Diğerleri (konut, hizmet vb.)	5.554.294	14,5
<b>Linyit</b>	Toplam teslimat	80.524.448	100,0
	Termik santral	71.648.233	89,0
	Sanayi (demir-çelik sanayi hariç)	5.444.208	6,8
	Diğerleri (konut, hizmet vb.)	3.432.007	4,3
<b>Taşkömürü koku</b>	Toplam teslimat	5.249.435	100,0
	Demir-çelik sanayi	5.123.114	97,6

### **Çimento**

Çimento üretimi önemli cıva emisyon kaynakları arasında yer almaktadır. Türkiye'nin çimento sektöründe üretimde Avrupa'da ilk sırada dünyada da beşinci sırada geldiği, ihracatta dünya altıncısı olduğu belirtilmektedir.<sup>32</sup> Türkiye'de 2014 yılında 71,2 milyon ton

olan çimento üretimi 2017 yılında rekor kırarak 80 milyon tonu aşmıştır. Çimento üretiminin cıva kirliliğine etkisi ile ilgili ülkemize ilişkin bir değerlendirmeye ulaşılamamıştır.



## **Madenler**

Minamata Sözleşmesi Türkiye’de Ön Değerlendirme Projesi kapsamında paylaşılan bilgilere göre ülkemizde Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü tespitlerine göre 4.235 ton cıva rezervi vardır ve bu rezervlerin %85’i Ege Bölgesi’ndedir. Cıva üretim madeni doksanlı yıllarda kapatılmıştır.<sup>33</sup> Bu açıdan doğrudan cıva madenciliğine bağlı bir cıva kirliliği söz konusu olmayabilir ancak altın madenciliğinde giderek azalan oranlarda da olsa cıvanın hâlen kullanılmaya devam etmesi bu madencilik türü açısından cıva kirliliğine katkıda bulunabilecek bir alan oluşturmaktadır. Ülkemizde 6500 ton altın rezervi olduğu tahmin edilmektedir, 2015 yılında dünya için bu miktar 56.000 ton olarak tahmin edilmiştir.<sup>34</sup>

## **Balıklarda cıva**

Cıvanın gıda zinciri ile maruz kalıma yol açması halk sağlığı açısından oluşturduğu en büyük risktir ve bu açıdan su kaynaklarının ve su ürünlerinin cıva ile kontaminasyonu en büyük tehlike olarak görülmektedir. Türkiye açısından bu konuda halk sağlığı açısından bir değerlendirme yapmaya gereksinim vardır. Tarım ve Orman Bakanlığı verilerine göre ülkemizde 2017 yılında üretilen su ürünleri toplam olarak 630.820 tondur. Bu miktarın %44’ü yetiştiricilikle elde edilmekte kalan %56’sı ise denizlerden ve iç sulardan avlanmaktadır. Yıllık 100 bin ton su ürünü de ithal edilmektedir. Yıllar içerisinde avcılıkla elde edilen miktarın azaldığı dikkat çekmektedir. 2017 yılı için kişi başı balık tüketimi bu verilerde 5,5 kg olarak verilmektedir ve bu miktar dünya ve Avrupa ortalamasının oldukça altındadır (sırasıyla 19 ve 22 kg)<sup>35,36</sup>.

Ziraat Mühendisleri Odası’nın Su Ürünleri Raporu’na göre Karadeniz avcılık yoluyla elde edilen su ürünlerinin temel kaynağıdır ve payı %80’dir. Bu denizden elde edilen su ürünleri ve payları; hamsi (%49), çaça balığı (%19), beyaz kum midyesi (%9) olarak belirtilmekte, iç sularda da inci kefalı (%26), sazan (%26), havuz balıkları(%20), gümüş balığı(%14)

sıralanmaktadır<sup>36</sup>. Rapor’da “Su ürünleri üretimi açısından önem taşıyan 200 kadar doğal göl, 300’ü aşkın baraj gölü, 750 civarında gölet ve 33 büyük akarsu” bulunduğu belirtilmektedir. Bu noktada cıva kirliliği açısından gerek denizlerimizin gerekse de iç sularımızın kirlilik düzeyinin değerlendirilmesi gıda zincirindeki cıva kirliliği riski açısından önem kazanmaktadır. Artan kömür tüketimi ve termik santral sayısı su kaynaklarımızın cıva ile kirliliği ve su ürünlerinde cıva birikimi açısından endişe oluşturmaktadır.

Kişi başı balık tüketimi ve genel olarak küçük balık tüketme eğiliminin yaygınlığı düşünüldüğünde ülkemiz açısından büyük risk öngörülmebilir ancak bunu kanıta dayalı söyleyebilmek için daha sistematik değerlendirmelere ve izlemlere ihtiyaç vardır. Bu açıdan Tablo 2’te yer alan Avrupa Çevre Ajansı Raporu’nda aktarılan benzer bir çalışma ile Türkiye denizlerinde ya da iç sularındaki balık türlerinin cıva -ve diğer ağır metal-düzeylerinin belirlenerek kamuoyu ile paylaşılması gereklidir. Türkiye’de konserve ton balığı sektörünün hızla büyüdüğü ve tüketime sunulan ton balıklarının üreticiler tarafından Batı Pasifik, Hint ve Atlantik okyanuslarından elde edildiği düşünüldüğünde bu konuda da bir değerlendirmeye ihtiyaç olduğu düşünülebilir.

## **Cıva içeren malzemeler ve atıklar**

Cıva içeren atıklarla ilgili birçok yasal düzenleme bulunmaktadır. Atık yönetimi ile ilgili süreçler cıva içeren malzemelerin uygun şekilde bertarafını düzenleyen unsurlar içermelidir. Başta piller, floresan lambalar, elektrikli cihazlar, termometreler vb. olmak üzere cıva bulunduran malzemelerin gerek kullanımı gerekse de bertarafı konusunda yürütülen çabaların arttırılmasına gereksinim vardır. Türkiye’de dikkat çeken bir risk de cıva zehirlenmeleridir. Medyada yapılacak bir tarama ile son üç yılda okullarda üç cıva zehirlenmesine rastlanabilmektedir<sup>37,38,39</sup>. Bu durum ülkemizde okullarda okul sağlığı açısından cıvanın potansiyel bir risk olduğunu düşündürmektedir. Cıvanın

ortama saçınımı ile ilgili riskler sağlık hizmetleri açısından önemsenmeli ve önleyici tedbirler alınmasını sağlayacak girişimler ve düzenlemeler yapılmalıdır.

## **5. Sağlık Etkileri**

Nörotoksik özellikteki cıva, öncelikle sinir sistemini etkilemektedir ancak cıvanın neden olduğu sağlık etkileri, maruz kalınan cıvanın türüne, maruz kalma yoluna(solunum, ağız, deri vb), maruz kalım süresi ve miktarına, maruz kalan kişinin özelliklerine göre (yaş, cins, sağlık durumu vb) değişiklik göstermektedir.<sup>40</sup>

### **5.1. Elementel (metalik) cıva sağlık etkileri<sup>40,41</sup>**

Elementel (metalik) cıvaya maruz kalım termometre, barometre, termostatlar ve elektrikli cihazlar gibi ürünlerde bulunan cıvanın genellikle bu cihazların kırılması vb nedeniyle ortama dökülmesiyle ortaya çıkabilir. Dökülen cıva, parçacıklara ayrılarak kolaylıkla dağılabilir ve yine kolaylıkla buharlaşabildiği için bu buharların solunmasıyla sağlık etkilerine neden olabilir. Sinir sistemi, akciğer ve böbrek etkilenimine neden olur.

Genel olarak elementel cıvanın sağlık etkileri tremor, irritabilite, sinirlilik gibi emosyonel değişiklikler, insomnia, nöromusküler değişiklikler(kaslarda atrofi, zayıflık, seğirme gibi), baş ağrısı, duyu bozuklukları, sinir iletim ve yanıtlarında sorunlar, mental fonksiyon testlerinde performans düşüklüğü olarak sıralanabilir. Yüksek düzeydeki maruz kalımlar böbrek etkilerine, solunum yetmezliğine ve ölüme yol açabilir.

Metalik cıvanın ortama yayılımı, sağlık açısından ciddi etkiler oluşturan bir durumdur ve özel önlemler ve müdahaleler gerektirir. Termometre vb malzemelerdeki cıvanın bu malzemelerin kırılmasıyla ortama yayılması kişileri cıva buharının solunması riskiyle karşı karşıya bırakmaktadır. Miktar düşük gibi görünse de ortamda kalması ve yayılması uzun süreli cıva buharı solunmasına yol açabilir. Cıvanın küçük taneciklere parçalanma ve parçalandıkça buharlaşma eğiliminin artması, ortamdaki tüm alanlara ve özellikle

çatlak, girinti ve çukurluklara yayılımı sağlık etkileri açısından riskleri arttırmaktadır. Metalik cıvanın döküldüğü ve saçıldığı ortamların çok özel yöntemlerle temizlenmesi gereklidir. Süpürme, silme, sıcak su ile silme gibi uygulamalar cıvanın buharlaşmasını arttırmaktadır.<sup>42</sup> Cıva buharına yüksek düzeyde maruz kalındığında akut etkiler olarak öksürük, boğazda yanma, solunum sıkıntısı, göğüs ağrısı, bulantı, kusma, ishal, kan basıncı ve kalp atım hızında artış, ağızda metalik tat, gözde irritasyon, baş ağrısı, görme sorunları ortaya çıkabilir. Uzun süreli etkilenimde ise anksiyete, anoreksi, uyku sorunları, irritabilite, unutkanlık, görme ve işitme sorunları ortaya çıkabilir.<sup>41</sup>

Cıva ortama yayıldığında, halı, mobilya, zemin, duvar ve diğer eşyalara yayılır ve zamanla buharlaşmaya başlar. Cıva buharları havadan ağır olduğundan zemine çöker, havalandırması kötü alanlarda daha çok birikir. Özellikle küçük çocuklar risk altındadır. Buharlar havalandırma sistemi varsa bu sistem aracılığıyla diğer odalara ve alanlara yayılabilir. Sıcak yüzeyler buharlaşmayı hızlandırır. Genel olarak dökülen/saçılan cıva 35 ml ve üstünde ise yüksek miktarda cıva saçılımı olarak değerlendirilmektedir. Cıva temizliği için özel ekip ve ekipman gereklidir ve koruyucu önlemler alınarak alan temizlenmeye çalışılır.<sup>41,42</sup> ABD’de ilgili kuruluşlar, cıva maruz kalımı sonrasında idrar ya da kanda cıva analizini önermektedirler. Metalik cıva için idrar analizi(24 saatlik toplam idrar ya da sabah idrarı analizi) önerilmektedir. Maruz kalım sonrasındaki üç gün içerisinde kanda cıva da bakılabileceği belirtilmektedir.<sup>41</sup>

### **5.2. Metil cıva sağlık etkileri<sup>40</sup>**

Metil cıva güçlü bir nörotoksindir. Metil cıva etkilenimlerinde periferik görme kaybı, genellikle ellerde, ayaklarda ve ağzın etrafında karıncalanma hissi, hareket koordinasyonunun kaybı, konuşma, işitme, yürüme bozukluğu, kas güçsüzlüğü görülebilir. İntrauterin dönemde metil cıvaya maruz kalım çocuklarda bilişsel sorunlara, dikkat, dil sorunlarına, ince motor becerilerde ve görmede sorunlara yol açabilir.

### 5.3. İnorganik cıva sağlık etkileri<sup>40</sup>

İnorganik türdeki cıva gastro intestinal sistemi, sinir sistemini ve böbreği etkiler. Deride döküntü ve dermatit, hafıza kaybı, mental sorunlar, kas güçsüzlüğü, böbrek hasarı gibi sorunlar ortaya çıkabilir.

Laboratuvar testlerinde cıva, idrar kan ve saç örneklerinde analiz edilebilmektedir.<sup>43</sup>

### 5.4. Cıva ve kanser

Uluslararası Kanser Araştırmaları Kurumu (International Agency for Research on Cancer-IARC) sınıflaması açısından metalik cıva ve inorganik cıva bileşikleri Grup 3, metil cıva ise grup 2B olarak sınıflandırılmaktadır.<sup>44</sup> ABD Çevre Koruma Örgütü (Environmental Protection Agency-EPA) de metalik cıvayı insan ve hayvan çalışmalarında yeterli kanıt bulunmadığı için karsinogenler sınıfına sokmamaktadır. İnorganik cıva için bazı hayvan deneylerinde mide, tiroid ve böbrek tümörlerinde artış bildirilmiştir ve EPA tarafından "olası karsinogen" olarak sınıflandırılmıştır. Metil cıva için de hayvan deneylerinde böbrek tümörleri rapor edilmiştir ve EPA tarafından "olası karsinogen" olarak sınıflanmıştır.<sup>43</sup>

## 6. Minamata Sözleşmesi

Halk sağlığı açısından giderek daha büyük bir sorun haline gelen cıva bir uluslararası sözleşmenin de konusu olmuştur. Bu konuda 2013 yılında uluslararası bir anlaşma hazırlanmış, 98 ülke tarafından onaylanarak 2017 yılında yürürlüğe girmiştir. Cıva kirliliğini azaltma yönünde ortak bir adım olarak yola çıkan sürecin somut etkileri için henüz söylenebilecek bir şey yoktur.<sup>45</sup> Bu sözleşme kontrol ve azaltım önlemleri öngörmekte ve 2020 yılına kadar cıva içeren ürün ve malzemelerin üretimi, ithalatı ve ihracatı sınırlandırılmakta, cıva içeren atıkların etkin bertarafı öngörülmekte ve ülkelerin cıva kaynaklı salınımları azaltma stratejileri geliştirmeleri beklenmektedir. Türkiye de bu sözleşmeye 24 Eylül 2014 tarihinde imza koymuştur ancak "sözleşmeye taraf olma" çalışmalarının henüz başlatılmadığı belirtilmektedir.<sup>46</sup>

## Sonuç ve öneriler

Cıva halk sağlığı açısından endişe oluşturan bir ağır metaldir ve önemli sağlık etkilerine neden olabilmektedir. Sağlık etkileri, maruz kalınan cıvanın türüne, maruz kalınan doza, maruz kalan kişinin yaşına ve gelişimsel durumuna, maruz kalım süresine ve maruz kalım yoluna göre değişkenlik göstermektedir. İntrauterin dönem maruz kalım açısından en hassas dönem olarak öne çıkmaktadır. Cıva maruz kalımı özellikle uzun süreli düşük doz etkileri nedeniyle önem kazanmaktadır. Bir yandan küresel iklim değişikliğinin etkileri ve kirlilik nedeniyle gıda zinciri aracılığıyla cıva maruz kalımı, diğer yandan gündelik hayatta kullanılan malzemelere bağlı cıva etkilenimlerinin daha ayrıntılı olarak incelenmeli ve sağlık etkileri iyi bilinmesine karşın koruyuculuğun yeterli düzeyde olmadığı vurgulanan bu konuda gerekli önlemler alınmalıdır. Minamata Sözleşmesi kapsamında ülkemizin de bu sözleşmeye taraf olmasıyla birlikte cıva kirliliğine ilişkin daha sistematik değerlendirmelerin ve mevcut durumun ortaya konabileceği beklenmelidir. Bu çalışmaların etkinliği alınacak önlemler ile ilişkili olarak önemli bir yol haritası oluşturulmasını sağlayabilir. Cıva maruz kalımına ilişkin araştırmaların artırılması ve özellikle risk gruplarında araştırmaların yaygınlaştırılması gereklidir.

**Çıkar çatışması:** Herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

**Mali destek:** Yazının hazırlanmasında hiçbir finansal destek alınmamıştır.

## Kaynaklar

1.Mercury and health. Fact sheet Updated March 2017 [online]. Available at:

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs361/en/> Accessed December 21, 2018

2. Finster ME, Raymond MR, Scofield MA, Smith KP. Mercury-impacted scrap metal: Source and nature of the mercury. J Environ Manage 2015;161:303-308.

3. Mercury. WHO International Programme on Chemical Safety [online]. Available at: [http://www.who.int/ipcs/assessment/public\\_health/mercury/en/](http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/mercury/en/) Accessed December 20, 2018
4. Budnik LT, Casteleyn L. Mercury pollution in modern times and its socio-medical consequences. *Sci Total Environ* 2019;654:720-734
5. Basic Information about Mercury [online]. Available at: <https://www.epa.gov/mercury/basic-information-about-mercury> Accessed January 5, 2019
6. Carocci A, Rovito N, Sinicropi MS, Genchi G. Mercury toxicity and neurodegenerative effects. *Rev Environ Contam Toxicol* 2014;229:1-18.
7. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) Mercury - ToxFAQs [online]. Available at: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxfaqs/tfacts46.pdf> Accessed December 11, 2019.
8. Tchounwou PB, Ayensu WK, Ninashvili N, Sutton D. Environmental Exposure to Mercury and Its Toxicopathologic Implications for Public Health. *Environ Toxicol* 2003;18(3):149-75.
9. Mercury general information ENEP web sayfası [online]. Available at: <https://www.unenvironment.org/explore-topics/chemicals-waste/what-we-do/mercury/mercury-general-information> Accessed January 21, 2019
10. Trasande L, Landrigan PJ, Schechter C. Public Health and Economic Consequences of Methyl Mercury Toxicity to the Developing Brain. *Environ Health Perspect*. 2005; 113(5): 590-596.
11. Preventing disease through healthy environments exposure to mercury: a major public health concern. *Public Health and Environment*. World Health Organization, 2007. [online]. Available at: <https://www.who.int/ipcs/features/mercury.pdf> Accessed January 21, 2019
12. Mercury and health. [online]. Available at: <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/mercury-and-health> Accessed January 21, 2019
13. Wisconsin mercury sourcebook. Mercury use: agriculture [online]. Available at: <https://p2infohouse.org/ref/04/03851/agr.pdf> 23 Ocak 2019 Accessed December 12, 2018
14. Mercury in skin lightening products. World Health Organization 2011 [online]. Available at: [https://www.who.int/ipcs/assessment/public\\_health/mercury\\_flyer.pdf](https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/mercury_flyer.pdf) Accessed December 27, 2018
15. Mercury Poisoning Linked to Skin Products [online]. Available at: <https://www.fda.gov/ForConsumers/ConsumerUpdates/ucm294849.htm> Accessed December 27, 2018
16. Tatlı EC, Avşar AFY. Dental Amalgam-Cıva Toksisitesi *Ankara Med J*, 2016;(4):383-386.
17. Bengtsson UG, Hylander LD. Increased mercury emissions from modern dental amalgams. *Biometals* 2017; 30:277-283.
18. About Dental Amalgam Fillings [online]. Available at: <https://www.fda.gov/medical-devices/dental-amalgam/about-dental-amalgam-fillings> Accessed September 27, 2019
19. Mercury in Dental Amalgam. [online]. Available at: <https://www.epa.gov/mercury/mercury-dental-amalgam> Accessed September 27, 2019
20. Advice About Eating Fish. [online]. Available at: <https://www.fda.gov/downloads/Food/ResourcesForYou/Consumers/UCM536321.pdf> Accessed February 10, 2019
21. Çamur D, Güler Ç, Vaizoğlu SA, Özdilek B. Determining mercury levels in anchovy and in individuals with different fish consumption habits, together with their neurological effects. *Toxicol Ind Health* 2016;32(7):1215-23.
22. Ulusoy Ş, Mol S, Karakulak FS, Kahraman AE. Selenium-Mercury Balance in Commercial Fish Species from the Turkish

Waters. Biol Trace Elem Res 2018 Dec 14. doi: 10.1007/s12011-018-1609-2.

23.Commission regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs (Text with EEA relevance) [OJ L 364, 20.12.2006, p. 5] [online]. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02006R1881-20180319&qid=1550657909582&from=EN> Accessed February 15, 2019

24.Mercury [online]. Available at: [https://ec.europa.eu/food/safety/chemical\\_safety/contaminants/catalogue/mercury\\_en](https://ec.europa.eu/food/safety/chemical_safety/contaminants/catalogue/mercury_en) Accessed February 20, 2019

25.Mercury. Breastfeeding mothers should minimize exposure to mercury in their diets, at home, and at work. [online]. Available at: <https://www.cdc.gov/breastfeeding/breastfeeding-special-circumstances/environmental-exposures/mercury.html> Accessed February 20, 2019

26.UN Environment, 2019. Global Mercury Assessment 2018 UN Environment Programme, Chemicals and Health Branch Geneva\_Switzerland

27.Mercury Emissions: The Global Context. [online]. Available at: <https://www.epa.gov/international-cooperation/mercury-emissions-global-context> Accessed March 25, 2019.

28.World Unites Against Mercury Pollution. [online]. Available at: <https://www.unenvironment.org/news-and-stories/press-release/world-unites-against-mercury-pollution> Accessed March 25, 2019.

29.European Environment Agency, 2018. Mercury in Europe's environment A priority for European and global action. EEA, Copenhagen.

30.Air & mercury cutting mercury emissions, improving people's health. [online]. Available at: [https://env-health.org/IMG/pdf/13\\_airmercury\\_final.pdf](https://env-health.org/IMG/pdf/13_airmercury_final.pdf) European Environmental Bureau. Accessed March 29, 2019.

31.Katı yakıtların üretim, ithalat, ihracat, teslimat ve stok değişim miktarları, 2017, 2018. [online]. Available at: <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do;jsessionid=cmrnccwQpQdh41LCmJXjHSm5pRY3zLyjFjxqhNSQRryzrRRvgnYN!-429722507?id=30612> Accessed March 28, 2019.

32.Ekonomi Bakanlığı Çimento sektörü, sektör raporu. İhracat genel Müdürlüğü Kimya Ürünleri ve Özel İhracat Daire Başkanlığı. [online]. Available at: <https://ticaret.gov.tr/data/5b87000813b8761450e18d7b/Cimento.pdf> Accessed March 28, 2019.

33.Minamata Sözleşmesi Türkiye'de Ön Değerlendirme Projesi. [online]. Available at: <https://civasizturkiye.com/belgeler/ulusal-envanter-sunumlari/turkiyede-on-degerlendirme-projesi.pdf> Accessed March 28, 2019.

34.Maden tetkik Arama Genel Müdürlüğü (2016). Türkiye'de ve dünyada altın. [online]. Available at: <https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden-serisi/Altin.pdf> Accessed March 29, 2019.

35.T.C. Tarım Ve Orman Bakanlığı Su Ürünleri İstatistikleri. [online]. Available at: <https://www.tarimorman.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BSGM.pdf> Accessed March 29, 2019.

36.Ziraat Mühendisleri Odası Su Ürünleri Raporu. [online]. Available at: [http://www.zmo.org.tr/genel/bizden\\_detay.php?kod=27302&tipi=17&sube=0](http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=27302&tipi=17&sube=0) Accessed March 29, 2019.

37.CNN Turk web sayfası, 25.04.2018 tarihli haber "Karaman'da 8 öğrenci cıva zehirlenmesi şüphesiyle Ankara'ya sevk edildi". [online]. Available at: <https://www.cnnturk.com/turkiye/karamanda-8-ogrenci-civa-zehirlenmesi-suphesiyle-ankaraya-sevk-edildi> Accessed March 30, 2019.

38.Milliyet web sayfası, 02.11.2017 tarihli haber "Başkentte Okulda Cıva Zehirlenmesi". [online]. Available at: <http://www.milliyet.com.tr/baskentte->

okulda-cıva-zehirlenmesi-ankara-yerelhaber-2379074/ Accessed March 30, 2019.

39.Sputnik Türkiye web sayfası 14.02.2019 tarihli haber "Adıyaman'da cıva zehirlenmesi şüphesi: 35 öğrenci hastaneye kaldırıldı" [online]. Available at: <https://tr.sputniknews.com/turkiye/201902141037649774-adiyaman-cıva-zehirlenmesi-suphesi-ogrenci-hastane-kaldirildi/> Accessed March 30, 2019.

40.Health Effects of Exposures to Mercury. [online]. Available at: <https://www.epa.gov/mercury/health-effects-exposures-mercury> Accessed January 25, 2019.

41.Mercury Quick Facts Health Effects of Mercury Exposure [online]. Available at: <https://www.atsdr.cdc.gov/mercury/docs/healtheffectsm Mercury.pdf> Accessed January 25, 2019.

42. Vaizoğlu SA, Çamur D. Cıva. İçinde: İçinde Güler Ç (ed.). Çevre sağlığı (Çevre ve Ekoloji Bağlantılarıyla). Ankara: Yazıt yayıncılık:1045-1059, 2012.

43.Mercury Compounds [online]. Available at: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-09/documents/mercury-compounds.pdf> Accessed January 25, 2019.

44.List of classifications, Volumes 1-123. [online]. Available at: <https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications-volumes/> Accessed January 25, 2019.

45.Cıva: Çevre ve insan sağlığı için kalıcı bir tehdit. Interview with Ian Marnane. [online]. Available at: <https://www.eea.europa.eu/tr/articles/cıva-cevre-ve-insan-sagligi> Accessed January 28, 2019.

46.Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Kimyasallar Yönetimi Dairesi Başkanlığı web sayfası. Minamata Sözleşmesi [online]. Available at: <http://onceliklikimyasallar.csb.gov.tr/minamata-sozlesmesi-i-5179> Accessed January 28, 2019.