

A. Ü. Veteriner Fakültesi Formakoloji ve Toksikoloji Kürsüsü
Prof. Dr. M. Şahin Akman

EGE DENİZİ KÖRFEZLERİNDE AVLANAN ÇEŞİTLİ BALIK TÜRLERİNDE CİVA İLE KİRLENME

Selahattin Ceylan*, - Yusuf Şanlı** - Sezai Kaya****

“Mercurial pollution in various fish species from the Bays
of Aegean Sea”

Summaryé *The residues due to the mercurial pollution were determined in total of 252 fish samples from the fishing regions of Aegean Sea between Güllük and Saros Bays.*

All samples were found to have total mercury residues. The minimal and maximal levels of them in the fish meat based on the wet tissue were 0.025 and 1.940 p.p.m. respectively. The mean concentrations in respect to the species were calculated between 0.166 \mp 0.0147 p.p.m. and 0.432 \mp 0.1001 p.p.m. As a mean general pollution, the samples contained 0.338 \pm 0.0184 p.p.m. of total mercurial residues.

It was observed that the residue concentration increases with the age of fish and also differs in the fishing seasons, being progressively deposited from spring to fall.

According to the fishing regions, the mean residue levels in the samples were appeared to change in the following order: İzmir Bay (0.391 p.p.m.), Güllük Bay (0.324 p.p.m.), Ayvalık Bay (0.291 p.p.m.), Kuşadası Bay (0.279 p.p.m.) and Saros Bay (0.226 p.p.m.).

Although the results indicated a common mercurial pollution of the fish species in Aegean Sea, it seems not to have yet a potential alimentary risk for the public health.

*Doç. Dr., A.Ü. Veteriner Fakültesi, Ankara, Türkiye.

** Aynı kürsüde Doç. Dr.

*** Aynı kürsüde Asistan.

Özet: *Ege Denizi'nin Güllük ve Saros Körfezleri arasındaki avlanma bölgelerinden alınan toplam 252 balık örneğinde, civalı bileşiklerle kirlenmeden kaynaklanan kalıntılar belirlendi.*

Tüm örneklerin total civa kalıntısı içerdiği saptandı. Yaş doku temelinde göre, balık etinde minimal ve maksimal olarak 0.025 ve 1.940 p.p.m. kalıntı bulunduğ u anlaşıldı. Balık türleri açısından dikkate alındığında, ortalama kalıntı yoğunluğunun en az 0.166 \mp 0.0147 p.p.m. ve en yüksek 0.432 \mp 0.1001 p.p.m. olduğ u gözlemlendi. Genel kirlenme düzeyi olarak, analiz örneklerinin ortalama 0.338 \mp 0.0184 p.p.m. civa kalıntısı içerdiği anlaşıldı.

Balıkların yaşlarına ve avlanma mevsimlerine göre gruplandırılarak incelenmesi sonucunda, civa kalıntıları yoğunluğunun yaşla birlikte arttığı ve aynı zamanda, vücutta ilkbahardan sonbahara doğru depolanmak üzere, mevsimlere göre ayrımlar gösterdiği kanısına varıldı.

Avlanma bölgelerine göre, balık örneklerindeki ortalama kalıntı düzeylerinin aşağıdaki sırayı izleyerek değ iştiğ i belirlendi: İzmir Körfezi (0.391 p.p.m.), Güllük Körfezi (0.324 p.p.m.), Ayvalık Körfezi (0.291 p.p.m.), Kuşadası Körfezi (0.279 p.p.m.) ve Saros Körfezi (0.226 p.p.m.).

Elde edilen veriler, Ege Denizi'ndeki balık popülasyonunda civa ile yaygın bir kirlenme olgusunu sergilemekle beraber; bugünkü su ürünleri tüketim alışkanlığının düzeyi dikkate alınır sa, toplum sağlığı açısından beslenme yoluyla bir tehlike yaratabilecek nitelikte görünmemektedir.

Giriş

Civa kalıntılarıyla çevre kirlenmesine neden olan endüstriyel kuruluşların başında, klor-alkali, vinil klorür, üre tan, plastik, aset aldehyd, boya ve kağıt fabrikaları gelir. Bu tür üretimlerde yararlanılan civanın hemen hemen tümü, çevreye artık ve atık madde olarak yayılır (27). Dünyadaki civa üretiminin % 20 kadarını kullanan civalı elektrik araçları ve kontrol aygıtları endüstrisi de bu kirlenmeye önemli ölçüde katılır (17). Madencilik çalışmalar ı dolayısıyla, ayrıca, 25000 ton kadar civa doğal ortama atılmaktadır (24, 29). Öte yandan, ilâç ve kozmetik üretiminde, dişçilikte, hastanelerde ve laboratuvarlarda kullanılan civanın da sonunda tümüyle çevreyi buluşturduğ u bilinmektedir (54). Civa ile çevre kirlenmesinin önemli bir kaynağ ı da tarımsal savaş ımda yararlanılan organik civalı fungisidlerdir (39). Son zamanlarda kömür, petrol, doğal gazlar gibi fosil

yakıtlarının, yanmasından ileri gelen civa artıkları üzerinde de dikkatle durulmaktadır. Bu tür yakıtlar yılda 3000 ton kadar civanın atmosfere yayılmasına neden olmaktadır (5, 25). Doğadaki civa yataklarının yüzeysel katmanlarda bulunuşu ve dolayısıyla çeşitli fiziksel etkilerle kolayca açığa çıkabilmesi sonucunda yılda 5000 ton kadar civanın çevreyi bulaştırdığı belirtilmektedir. Böylece, 100000 ton dolayında civanın kara, su ve atmosfer ortamında dolaşım halinde olduğu sanılmaktadır (23, 49).

Kara kesiminde beliren civa kalıntıları, zamanla akarsular ve meteorolojik olaylar sonucunda dünyanın su sistemlerine taşınır. Kirlenmemiş suların doğal civa düzeyleri çok düşüktür. Tatlı sularında 0.1-0.3 p.p.b. (2, 37). yeraltı sularında 0.02-0.07 p.p.b. ve deniz sularında da 0.03-0.15 p.p.b. (20, 57) dolayında civa kalıntısına rastlanırken; kirlenmiş suların civa değerleri, kirlenme kaynağına ve bölgelere göre değişir. Genel olarak 0.2 p.p.b. den fazla kalıntı içeren sular civa ile kirlenmiş sayılır ve çok yoğun endüstri ve yerleşim kesimlerindeki sularda 3 p.p.m.'in üzerine çıkacak derecede civa bulunabilmektedir (47). Su sistemlerinin giderek daha çok civa yüklenmek durumunda kaldığı ve 1934-1961 yılları arasındaki dönemde sulardaki ortalama civa düzeyinin 100 katına çıktığı belirlenmiştir (39).

Sulara karışan serbest civa, suspansiyon halindeki katı partiküllere bağlanır veya diğer inorganik iyonlarla birleşir; zamanla dibine çökerek sedimentlerde birikir (18, 34). Denizlere ulaşan civa kalıntıları, suda güçlükle saptanabilecek düzeylere kadar seyreltilmediği halde fitoplanktonlarda, zooplanktonlarda ve organik maddelerde kolayca birikebildiği için sudaki besin zincirinin ilk halkasına girer (19); biyolojik yoğunlaşma (biyomagnifikasyon) özelliğinden dolayı, besin zincirinin daha ileri halkalarını oluşturan başta balıklarda olmak üzere, suda yaşayan canlılarda yüksek boyutlara ulaşır (37). 0.01 p.p.m. yoğunlukta fenil merkürü içeren suda üç hafta süreyle barındırılan alabalıkların çeşitli organlarında biriken civa kalıntı düzeyinin sudaki miktarın 200-1600 katına çıktığı saptanmıştır (7).

Son yıllarda insan etkinlikleri sonucunda kirlenmiş tatlı su, körfez ve kapalı denizlerde yaşayan su canlılarının tehlikeli boyutlara kadar civa içerdiği anlaşılmıştır (23). Açık deniz ve okyanuslarda avlanan ton, kılıç ve yunus gibi iri balıklarda da yüksek düzeyde civa veya rastlanması, kirlenmenin yaygınlığını vurgulayacak derece anlamlı sayılmaktadır (12).

Civa ile kirlenmiş su ürünlerinin neden olduğu ilk yaygın sağlık sorunu, Japonya'nın Minimata Kenti hakkında 1953'deki zehirlenme epidemisiyle ortaya çıkmıştır. Bu olayda 47'si ölümlle sonuçlanan 121 zehirlenme görülmüştür. Araştırmalar sonucunda bu zehirlenmelerin Minimata Körfezine vinil klorür fabrikalarından dökülen civa artıklarıyla ileri derecede kirlenen su ürünlerinin yenilmesinden kaynaklandığı anlaşılmıştır (55). Bu körfezden avlanan balıklarda 27-150 p.p.m. arasında civa bulunduğu belirlenmiştir (30, 44). Daha sonra, 1965'de, Japonya'nın Niigata kentinde de aynı şekilde bir epidemik zehirlenme olayı görülmüş; Niigata Körfezi balıklarında da civa kalıntılarına rastlanmıştır (55).

1970'li yıllara kadar, bu sorun daha çok ekili alanlarla çevrili ve endüstriyel artıkların döküldüğü akarsu, körfez ve kıyı sularına özgü, yerel kirlenme olayları olarak düşünülmekteyken, açık denizlerin ve okyanusların iri balıklarının da tehlikeli boyutlarda civa ile kirlendiği anlaşılınca, sorunun yaygınlığı ve önemi daha iyi değerlendirilmeye başlanmıştır. Çeşitli ülkelere ait, aşağıdaki bazı araştırma sonuçları civa ile su ürünlerinin kirlenme derecesini açıkça sergilemektedir.

İsveç'te tatlı su ve denizden elde edilen 4000'den fazla su ürünü örneğinde 1 p.p.m.'in üstünde civa kalıntısı bulunmuştur (61). Norveç, Finlandiya ve Danimarka da da su ürünlerinde benzeri düzeyde bir kirlenme olgusuyla karşılaşmıştır (54, 56). Belçika'da tatlı su ve deniz balıkları ile yumuşakça ve kabuklularda 0.10-0.24 p.p.m. civa kalıntısı saptanmıştır (6). Hollanda-Fransa arasındaki Batı Avrupa kıyılarından toplanan midyelerde 0.06-0.19 p.p.m. civa bulunduğu anlaşılmıştır (16). Fransa'nın Atlantik okyanusu ile Akdeniz kıyılarından avlanan ton, som ve köpek balıklarında ölçülen civa düzeyi 0.21-1.14 p.p.m. arasındadır (12). İtalya kıyı sularında yaşayan balıklardaki civa kalıntılarının, Akdeniz'de ölçülen düzeylerin en yükseği olduğu ileri sürülmektedir (55). Toscana kıyılarıyla Adriyatik Körfezinden alınan yengeçlerde 0.30-4.47; yumuşakçalarda 0.10-2.72 ve balıklarda 0.11-4.64 p.p.m. civa kalıntısı bulunmuştur (41). A.B.D.'de çeşitli iç sulardan alınan çok sayıda balık örneğinin analizi sonucunda 0.5 p.p.m.'in üzerinde civa kalıntısına rastlanmıştır (8). Kanada ve A.B.D.'nde Pasifik ve Atlantikten avlanan çeşitli balık türlerinin genellikle 0.02-0.30 p.p.m. arasında civa içerdiği; bunlar arasında ton, kılıç ve köpek balıklarında 0.33-1.00 p.p.m. civa bulunduğu ortaya konulmuştur (20, 24, 40, 43).

Sudaki civa kalıntılarının olumsuz etkileri, öncelikle fito- ve zooplanktonlarla diatomlar üzerinde kendini gösterir. 0.1 p.p.b. yoğunlukta bulunan organik civa bu canlılardaki fotosentezi azaltabilmekte ve üreme oranını düşürmektedir (21). 60 p.p.b. metilmerkürü fitoplanktonlar için öldürücüdür. Fitoplanktonların azalması, su ortamındaki oksijen ve besin azalmasına önderlik eder, ekolojik denge etkilenir (21, 36).

Suda bulunan 0.003 p.p.m. inorganik civa kalıntısının balıklarda ölçülebilir toksik etkilere neden olabileceği saptanmıştır. Bir aylık deney sürecine göre, sudaki 5-10 p.p.m. inorganik civanın turna ve yılan balıklarında, 15 p.p.m. kalıntının ise tüm balıklarda öldürücü olduğu görülmüştür (23). Minimata Körfezi'ndeki canlı faunasının kitleler halinde ölümü, ortalama 9.24 p.p.m. düzeyinde saptanan civa kirliliklerine bağlanmıştır (28).

Civayla kirlenmiş sularda yaşayan balıklarda, genellikle, önce solungaç hareketleri ve oksijen tüketimi artar. Daha sonra genel bir direnç kırılması meydana gelir; oksijen tüketimi normalin % 20'sine düşer, solungaç hareketleri azalır ve ölüm şekillenir (14).

İnsanlar tarafından, civa kalıntısı içeren besinlerin uzun süre yenilmesiyle tüm kandaki civa yoğunluğu 0.2 p.p.m. ye ulaştığında ilk nöyrotoksik zehirlenme belirtileri ortaya çıkar (45). Alkil civa ile kronik zehirlenmelerde, beyindeki civa 10 p.p.m. ye vardığı zaman, dönüşümsüz beyin hasarı meydana getirerek ölüme neden olur. Bu beyin civa yoğunluğunun oluşması için günde 1 mg. civa alınması yeterli görülmektedir (4, 32, 35). Civa ile kronik zehirlenmelerde ortaya çıkan en belirgin semptomlar ekstremitelerde, dil ve dudaklarda duyu bozuklukları; ataksi; işitme ve görme yetmezliği, uykusuzluk, uyuşukluk, felç, sancı ve deliriumdur. Morfolojik olarak beyinde atrofi, serebro-spinal sıvıda artma, beyin korteksinin glia ve nöronlarında soysuzlaşma, beyincığın granüler hücrelerinde azalma ve perifer sinirlerde soysuzlaşma dikkati çeker (10, 11, 32).

Akut ve kronik toksisitesi nedeniyle gerek biyolojik denge, gerekse kara ve su ekosistemlerindeki canlıların yaşamı açısından önemli riskler getiren organik ve inorganik civa bileşiklerinin endüstriyel ve tarımsal savaşım artıklarının, beslenme yoluyla toplum sağlığına yansıyan tehlikeleri bugün iyi bilinmektedir. Çevre ve besin kirlenmesi sorunlarıyla yüz yüze gelmeğe başlayan yurdumuzda da bu konular enine-boyuna tartışılmaya ve önlemler alınmaya başlanmıştır. Daha

önce Akdeniz ve Karadenizden avlanan çeşitli balıklarda yaptığımız çalışmalarda, denizlerimizin belli düzeylerde civa kirlenmesiyle karşı karşıya bulunduğu ortaya konulmuştur. Bu çalışmamızda, Ege Denizi'nde balıkçılarımız tarafından avlanan ve halkın tüketimine sunulan balıklarda, çeşitli civa bileşiklerinin deniz suyuna karışmasından kaynaklanan total civa kalıntılarının birikim düzeyleri araştırılmıştır.

Materyal ve Metod

Analizi yapılan balıklar ve örnekleme koşulları:

Yurdumuzun Ege Denizi kıyılarındaki avlanma kesimlerinden Güllük, Kuşadası, İzmir, Ayvalık ve Saros Körfezlerine şubat 1979 şubat 1980 döneminde üç ayda bir gidilerek, bölge balıkçılarından, günlük olarak çeşitli türde balık örnekleri alındı; buzluk içerisinde Ankara'ya getirildi. Balıkların pul ve otolitleri üzerinde yapılan mikroskopik inceleme (1) ile türleri ve yaşları belirlendi.

Total civa kalıntı analizleri için, aşağıdaki türlerden uygun örnekler ayrıldı: Kefal (*Mugil Sp.*); tekir-barbunya (*Mullus Sp.*); mercan-karagöz-sarıgöz (*Pagellus-Diplodus Sp.*); lahoz (*Epinephelus Sp.*); benekli hani-yazılı hani (*Paracentropistis-Serranus Sp.*); izmarit (*Smaris Sp.*); istavrit (*Trachurus Sp.*) ve sardalya (*Sardina Sp.*). Civa kalıntı düzeylerinin değişiminde etkili olduğu bilindiğinden, avlanma zamanlarına göre "dört mevsim grubu" ve örneklerin en küçük-en büyük yaş sınırları arasında "beş ayrı yaş grubu" dikkate alındı. Toplam 252 balık örneğinde total civa kalıntıları araştırıldı.

Civa standardı: Civa standardı olarak 1 mg/ml inorganik civa içeren merkürü klorür ($HgCl_2$) standard çözeltisi (Coleman, Cat. No: 50-120) kullanıldı. Analiz için, bu çözeltiden 1 mikrogram/mililitre yoğunluğunda dilusyonu hazırlandı.

Aygıl ve ayraçlar:

- Alevsiz atomik absorpsiyon spektrofotometre: Perkin-Elmer, Coleman, Model MAS-50 civa analiz sistemi.
- Yıkımlama şişeleri, termostatlı su banyosu, BOD şişesi.
- Derişik sülfürik asit (Merck, Art. 713).

- Potasyum permanganat çözeltisi (suda % 5).
- Hidroksilamin hidroklorür çözeltisi (suda % 6).
- Kalay klorür çözeltisi (2N H₂SO₄'de % 10).

Örneklerin analize hazırlanması: Balıkların pul ve derisi ayrıldı; iç organları çıkarıldı. Kılçıkları temizlendi ve et kısmı homojenize edildi.

Yıkımlama ve ölçüm: Civa kalıntılarının belirlenmesinde yöntem olarak Hatch ve Ott (22) alevsiz atomik absorpsiyon spektrofotometre tekniğine dayalı, Perkin-Elmer (Coleman) firmasınca hazırlanan MAS-50 civa analiz sistemi Şanlı'nın (51) uygulamasına göre kullanıldı: Bir gram hamojenizat, ağzı kapaklı yıkımlama şişesine konuldu; üzerine 30 ml derişik sülfürik asit ilave edildi. Şişe, 60° C durağan ısıdaki su banyosunda iki saat tutulup dokusal çözülme sağlandı. Banyodan alınan şişe 15 dakika oda ısısında bırakıldı; sonra musluk altında yavaş yavaş soğutulurken 40 ml damıtık su ve 15 ml potasyum permanganat çözeltisi katıldı. Yeniden su banyosuna oturtularak bir saat tutuldu ve organik maddelerin yıkımlanması bitirildi. Koyu esmer durumda kalan örneklerin yıkımlanmasını tamamlamak üzere, 5 ml daha potasyum permanganat katılıp ısıtma işlemi yineleni.

Elde edilen çözeltideki potasyum permanganat artığı, 5 ml hidroksilamin hidroklorür çözeltisi katılarak indirgeni. Şişedeki çözelti MAS-50 aygıtının BOD şişesine alındı. Şişenin yıkama suyu ile beraber toplam hacmi 100 ml. ye ulaştırılan sıvıya 5 ml kalay klorür çözeltisi katıldı ve önceden ölçüme hazır duruma getirilmiş olan MAS-50 aygıtının adaptörüne hemen bağlandı. İki dakika beklenerek göstergenin en yüksek sapma düzeyi okundu. Bu değer, örneğin içerdiği mikrogram civa miktarı olarak kaydedildi. Aynı koşullarda yürütülen kör deneye ait sonuç, her defasında, örnekte bulunan civa miktarından çıkartıldı. Elde edilen miktar, analizde kullanılan örneğin gram ağırlığına bölünerek, total civa düzeyi p.p.m. (milyonda kısım) şekline dönüştürüldü.

Bulgular ve Tartışma

Bir yıllık örnekleme döneminde toplam 252 balıkta uygulanan total civa kalıntı analizlerinin türlere göre dağılımı Çizelge 1'de görülmektedir. Bu yönden en büyük grubu mercan-karagöz-sarıgöz türleri meydana getirmektedir ve bunu tekir-barbunya, kefal, sardal-

ya, izmarit-istavrit ve lahoz-hani balıkları izlemektedir. Aynı çizelgede, balık etinde saptanan p.p.m. veya mg/kg. total civa kalıntılarının, en düşük ve en yüksek ortalama yoğunluklarının 0.1 mg/kg. aralıklarla, çeşitli türlerdeki balıklarda dağılım oranları gösterilmiştir. Buna göre, değişik türlerdeki ortalama civa düzeyleri, en düşük miktar olarak balıkların % 7.2'sinde 0.050 p.p.m., en yüksek miktar olarak da % 3.9'unda 1.100 p.p.m. ve daha fazla bulunmuştur. Balık örneklerinin % 28.2'sindeki kalıntı yoğunluğu 0.101-0.200 p.p.m. arasındadır ki bunu % 23 ile 0.201-0.300 p.p.m. ve % 16 ile 0.301-0.400 p.p.m. miktarların izlediği görülür. Yani, örneklerin % 67.5'indeki kalıntı düzeyi 0.101-0.400 p.p.m. arasındadır. Analizi yapılan toplam 252 örnekten hesaplanan ortalama genel kalıntı miktarı ise 0.338 ± 0.0184 p.p.m. olarak bulunmuştur.

Belirlenen civa kalıntılarının en düşük, en yüksek ve ortalama düzeylerine bakılırsa (Çizelge 2), 0.025-1.940 p.p.m. arasında değiştiği görülmektedir. Ortalama yoğunluklara göre, en düşük kirlilik kefal balıklarında (0.166 p.p.m.), en yüksek kirlilik de lahoz-hani türlerinde (0.432 p.p.m.) saptanmıştır.

Balıkların avlandığı ve örnekleme yapıldığı körfezlerdeki civa ile kirlenmenin düzeylerini karşılaştırabilmek için, türlere ve avlanma kesimlerine göre yapılan değerlendirmenin sonuçları (Çizelge 3), aynı körfezden alınan değişik türlerdeki ve ayrı körfezlerden alınan aynı türdeki kalıntı yoğunluğunun oldukça değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bir yıllık dönemde alınan değişik türden balıkların içerdiği civa kalıntıları ortalamaları, balıkların avlandığı kesimlere bağlı olarak ayırım göstermiştir. Körfezlere göre genel ortalama kirlilik düzeyleri, İzmir Körfezi (0.391 p.p.m.), Güllük Körfezi (0.324 p.p.m.), Ayvalık Körfezi (0.291 p.p.m.), Kuşadası Körfezi (0.279 p.p.m.) ve Saros Körfezi (0.226 p.p.m.) şeklinde azalarak sıralanmaktadır.

Balık örnekleri, belirlenen yaşları yönünden gruplara ayrılarak, her yaş grubunda bulunan civa kalıntı düzeyleri üzerinde bir değerlendirme yapılırsa (Çizelge 4), genellikle, her türdeki civa miktarının yaşla birlikte artış gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 5'de, balık vücudunda depolanan civa kalıntılarının, örnekleme zamanlarının rastladığı mevsimler bakımından değişimi sergilenmiştir. Görüldüğü gibi, yaz ve sonbahar aylarında tutulan balıklardaki kalıntı düzeyleri, ilkbahar ve kış örneklerindeki göre

daha yüksektir. Genel olarak, bu sonuçlar, civa kalıntılarının ilkbahardan kışa kadar balık vücudunda artarak biriktiğine ve belli bir dönemden sonra, eliminasyonun çevreden alınan kalıntı düzeyine oranla daha yüksek olduğuna işaret etmektedir.

Bugüne kadar yapılan bilimsel araştırmaların sonuçlarına göre, her türlü canlıda iz halinde doğal civa bulunduğu bilinmektedir. Canlılarda bu düzeyde civanın varlığı, yalnızca çevreyle ilgili olup, fizyolojik yaşam için vücutta civa bulunmasının gerekliliğini açıklayabilen bir kanıt yoktur. Su, hava ve besinlerle alınan civa kalıntıları, canlıların vücudunda birikme eğilimindedir. Ancak, alınan miktar değişmediği sürece, canlıların vücudundaki total civa yükü, sağlığı tehlikeye düşürmeyecek bir eşik düzeyini aşmaz (23, 48, 49). Karada yaşayan canlılar içinde en düşük civa kalıntıları, ot yiyenlerde (0.007-0,075 p.p.m.) bulunmuştur (38, 42). Son 40 yılda civalı fungusidlerin yoğun tarımsal uygulamaları sonucunda civa ile en yüksek kirlenme

Çizelge 1: Total civa kalıntı analizi yapılan 252 balık örneğinin türlere göre sayıları ve çeşitli türlerdeki kalıntıların ortalama düzeylerinin dağılım sınırları.

Rezidü Düzeyi Limitleri p.p.m. veya mg/kg.	Balık Türlerine Göre Analiz Sayısı							Dağılım oranı %
	İzmarıt-İstavrit	Lahoz-B. hani y. hani	Mercan karagöz sarıgöz	Tekir barbunya	Kefal	Sardalya	Toplam	
0.050-0.100	1	-	6	2	8	1	18	7.2
0.101-0.200	7	-	19	16	17	12	71	28.2
0.201-0.300	3	3	24	9	10	9	58	23
0.301-0.400	3	1	32	3	1	1	41	16.3
0.401-0.500	2	1	13	5	1	-	22	8.7
0.501-0.600	-	-	4	3	-	-	7	2.8
0.601-0.700	-	-	5	1	-	-	6	2.4
0.701-0.800	-	-	5	5	-	-	10	3.9
0.801-0.900	-	-	1	2	-	-	3	1.2
0.901-1.000	-	1	4	1	-	-	6	2.4
1.100 ve daha yüksek	-	-	7	2	-	1	10	3.9
Toplam	16	6	120	49	37	24	252	100

Çizelge 2: Bulunan civa kalıntılarının, en düşük, en yüksek ve ortalama düzeylerinin balık türlerine göre dağılımı (p.p.m.)

Türler	Rezidü Düzeyleri		
	En düşük	En Yük.	Ortalama
Kefal	0.025	0.468	0.166 ± 0.0147
Tekir-barbunya	0.013	1.940	0.402 ± 0.0499
Mercan-karagöz-sarıgöz-isparoz-sinagrit sarpan-çipura.	0.028	1.335	0.402 ± 0.0080
İzmarit-istavrit-beyazgöz-işki-ne	0.075	0.470	0.254 ± 0.0286
Lahoz-benekli hani-yazılı hani	0.224	0.956	0.432 ± 0.1001
Sardalya	0.072	1.546	0.243 ± 0.0565

Çizelge 3. Balık türlerinde avlanma bölgelerine göre belirlenen ortalama civa düzeyleri (p.p.m. veya mg/mg.)

Türler	Avlanma bölgelerine göre ortalama kirlilik düzeyleri				
	Güllük Körfezi	Kuşadası Körfezi	İzmir Körfezi	Ayvalık Körfezi	Saros Körfezi
Kefal	0.202 ± 0.0312	0.154 ± 0.0232	0.192 ± 0.0405	0.147 ± 0.0248	0.129 ± 0.0306
Tekir-barbunya	0.251 ± 0.0301	0.300 ± 0.0747	0.751 ± 0.2373	0.303 ± 0.0477	0.350 ± 0.0375
Mercan-karagöz-sarıgöz-isparoz-sinagrit-çipura	0.439 ± 0.0574	0.394 ± 0.0506	0.468 ± 0.0732	0.467 ± 0.0681	0.265 ± 0.0316
İzmarit-istavrit-beyazgöz-işki-ne	0.282 ± 0.0419	0.303 ± 0.0706	0.310 ± 0.0424	0.185 ± 0.0358	0.170 ± 0.0070
Lahoz-benekli hani-yazılı hani	0.503 ± 0.1823	0.393 ± 0.0321			
Sardalya	0.270 ± 0.0070	0.133 ± 0.0204	0.234 ± 0.0323	0.275 ± 0.1220	0.215 ± 0.0250

yabani kuşlarda meydana gelmiştir. Civa içeren su canlıları da, bunlarla beslenen kuş türleri için önemli bir kirlenme kaynağı oluşturur (26). Kirletici madde kalıntısından yoksun yemlerle beslenmiş tavukların yumurtalarında çoğunlukla, 0.01 p.p.m. kadar civaya rastlanırken; tarımsal ilaçlama yapılmış bölgelerden sağlanan yemlerle beslenme halinde yumurtalara geçen civa düzeyi iki katına ulaşmaktadır (31). Tavuk yemlerine balık unu ve diğer hayvansal proteinler

katıldığı zaman yumurtadaki civa değeri aşırı ölçülere yükselmektedir (33, 60). Su canlıları ise, yaşam boyu büyük hacımlarda suyu filtre ettikleri için, doğrudan absorpsiyonla, suda çözünmüş veya suspansiyon halindeki civayı vücutlarında biriktirir. Bu nedenle, kara-

Çizelge 4: Balık türlerinde yaş gruplarına göre bulunan ortalama total civa düzeyleri (p.-p.m. veya mg/kg).

Türler	Yaş gruplarına göre ortalama kirlilik düzeyleri				
	0-2 yaş arası	2-3 yaş arası	3-4 yaş arası	4-5 yaş arası	5 yaş ve d. büyük
Kefal	0.113± 0.0291	0.179± 0.0181	0.171± 0.0343	0.190± 0.0263	-
Tekir-barbunya	0.168± 0.0136±	0.332± 0.0581	0.340± 0.0336	0.630± 0.1801	0.633± 0.0843
Mercan-karagöz-sarıgöz-isparoz-sinagrit-çipura	0.393± 0.0592	0.370± 0.0446	0.474± 0.0397	0.366± 0.0803	0.450± 0.0086
İzmarit-istavrit-beyazgöz-işkinç	0.220± 0.0288	0.250± 0.0047	0.262± 0.0070	0.330± 0.0041	-
Lahoz-benekli hani yazılı hani	0.410± 0.2302	-	-	0.440± 0.0017	0.470± 0.0671
Sardalya	0.140± 0.1296	0.301± 0.0872	0.163± 0.0188	-	-

Çizelge 5: Balık türlerinde örnekleme mevsimlerine göre hesaplanan ortalama total civa düzeyleri (p.p.m. veya mg/kg.)

Türler	Mevsimlere göre ort. kirlilik düzeyleri			
	İlkbahar	yaz	sonbahar	kış
Kefal	0.184± 0.0271	0.163± 0.0856	0.268± 0.0833	0.128± 0.0172
Tekir-barbunya	0.292± 0.0594	0.408± 0.0856	0.455± 0.1277	0.450± 0.1041
Mercan-karagöz-sarıgöz-isparoz-sinagrit-çipura	0.451± 0.0485	0.395± 0.0467	0.530± 0.1148	0.340± 0.0328
İzmarit-istavrit-beyazgöz-işkinç	0.184± 0.0348	0.412± 0.0929	-	0.226± 0.0279
Lahoz-benekli hani-yazılı hani	0.310± 0.0212	0.580± 0.0088	-	0.280± 0.1551
Sardalya	0.220± 0.0332	0.518± 0.2954	0.327± 0.0457	0.158± 0.0151

sal besin zincirinin bir halkasından ötekine yansıyan civa kalıntısı, en fazla 100 katına ulaşırken, su ortamı için bu yoğunlaşma faktörü 1000'le ifade edilmektedir (13).

Su, hava ve besinlerle sürekli civa alımı söz konusu olduğundan sağlıklı insanlarda bile sakıncasız sayılan düzeylerde, civa birikimi olmaktadır. İnsanın bir günde aldığı civa miktarı, tükettiği yiyeceklerin türüne, besinlerin hazırlanış tekniğine ve yerleşim bölgelerine göre değişir (46). WHO'nun bir raporuna (62) göre, sağlıklı insan popülasyonlarında tüm kan civa değerleri, genellikle 5 ng/g.'ın altındadır. Sürekli olarak fazla miktarda su ürünleri tüketimi, tüm kandaki civa düzeyini anormal ölçüde artırmaktadır (15). İsveç'te 0.87 p.p.m. civa içeren balıklardan haftada 3 kez 150 g. yiyen bireylerde, eritrositlerdeki civanın normalin 10 katına (ortalama 58 ng/g.) ve serum civa düzeyinin de 10 ng/grama yükseldiği saptanmıştır (53).

Günlük alınan total civa miktarı, ülkelere göre değişmekle beraber, genel olarak 5-20 mikrogram dolayındadır. Bu normal alım düzeyinin 0.4 mikrogramı havadan ve sudan; geri kalanı da besinlerden kaynaklanır (47). Besinlerle insan vücuduna giren günlük civa miktarı, mikrogram olarak, İngiltere'de 14, Rusya'da 5-7, A.B.D.'de 20, Almanya'da 5, Belçika'da 22 ve İsveç'te 10 olarak hesaplanmıştır (3, 9, 58, 59). Bu civa kalıntılarının büyük bölümünün, başta su ürünleri olmak üzere, hayvansal ürünlerden ileri geldiği belirtilmektedir. 1934'den bu yana, endüstrileşmiş ülkelerde halkın günde aldığı total civa düzeyi 10 katı artış göstermiştir (17).

Birikmiş literatür verilere bakılırsa, civa bugün kara ve su ortamında en tehlikeli kalıcı kirleticilerdendir. Tümüyle civa kalıntılarında arınmış bir canlı organizması düşünülemezse de, önemli olan, vücutta bulunan miktarının canlıların yaşamı için tehlike yaratmayacak düzeyde tutulabilmesidir. Bu bakımdan, bilimsel çalışmaların başta gelen amacı, her ülkede öncelikle insan vücuduna çeşitli kaynaklardan giren kalıntı düzeylerinin belirlenmesi; beslenme alışkanlıklarına göre günlük civa alım düzeyinin ortaya konulması; buna göre yasal tolerans limitleri uygulanmasıdır, ki ancak bu şekilde tehlikeli sayılabilecek kalıntı yoğunluklarının ve bulaşma kaynaklarının etkin denetimi olanaklıdır.

Türkiye'de ancak son zamanlarda başlatılabilen çevre kirlenmesiyle ilgili araştırmalar, henüz dağınık ve yetersiz bir durumdadır. Soruna yoğun bilimsel çabalarla yaklaşılmadıkça, gerek organik ve

gerçekse inorganik kimyasal maddelerin neden olduğu besin ve çevre kirlenmesinin ne gerçek boyutları ve ne de denetimi sağlanabilecektir.

Daha önce yaptığımız çalışmalarla su ürünlerimizin civa ile yaygın bir kirlenme olgusuyla yüzyüze olduğu belirlenmiştir. Şanlı ve arkadaşları (50) yurdumuzda üretilen hamsi, istavrit ve ton balığı konservelerinde 0.03-0.82 p.p.m. total civa ve organik civa kalıntılarına rastlamıştır. Şanlı (51), Akdeniz'de İskenderun-Antalya arasındaki avlanma kesimlerinden sağladığı 349 balık ve karides örneğinde total civanın % 100, metilmerkürünün % 100, etilmerkürünün % 61.6 oranında bulunduğunu bildirmektedir. Tüm örneklerdeki total civa kalıntılarının ortalaması 0.345 p.p.m., organik civa bileşikleri düzeyi ise 0.310 p.p.m. olarak verilmekte ve bu miktarların doğal denge ve bu balıkları tüketen halkın sağlığı açısından olumsuz etkiler yaratabileceğine işaret edilmektedir. Şanlı ve Ceylan'ın bir başka araştırmasına (52) göre, Karadeniz'in Ereğli, Sinop, Samsun, Ordu ve Trabzon kıyı sularından avlanan çeşitli balık türlerinde, genel kirlilik olarak, ortalama 0.278 p.p.m. total civa saptanmıştır. Ege Denizi'nin körfezlerinden avlanan çeşitli türlerden çok sayıda balık örneğinde yaptığımız bu çalışmada, civaya % 100 oranında rastlanmıştır ve genel kirlenme düzeyi olarak 0.338 p.p.m. hesaplanmıştır. Bulunan değerler açıkça göstermektedir ki, Akdeniz, Karadeniz ve Ege Denizi'nin avlanma bölgelerimize ait balık popülasyonunda civa ile yaygın ve benzeri düzeylerde bir kirlenme olgusu vardır. Bu kirlenme, çalışmamızın sonuçlarına göre, balık türleri, balıkların yaşı ve mevsimler yönünden değerlendirilebilecek ölçülerde farklılıklar göstermektedir.

Çalışmada belirlediğimiz civa yoğunlukları, alıntısı yapılan literatür verileriyle karşılaştırıldığında, dünyada en çok kirlendiği bilinen bazı körfez ve iç suların su ürünlerindeki miktarlardan biraz düşüktür; ama açık deniz ve okyanus balıklarının içerdiği civa kalıntıları düzeyinden yüksek görünmektedir.

Çevre toksikolojisinin içerdiği konular arasında, kimyasal kirlenmelerin doğal denge ve canlıların yaşamıyla ilgili yönü, toplum sağlığı açısından yurdumuzda da, en azından gelişmiş ülkelerdeki etkinlikte ele alınmalı ve henüz endüstrileşme sürecindeki ülkemizde insan sağlığını çevre kirlenmesinin tehlikelerinden koruyabilmek için, sürdürülmekte olan önlemlere ışık tutucu araştırmalara hız verilmelidir. Kanımızca, bugün toplumların en önemli işlevi, yaşam ortamını

oluşturan çevrede yıkıma neden olmaksızın endüstrileşmenin yollarını bulmaktır. Endüstri ve tarımsal etkinliklerde kullanılan on binlerce kimyasal maddenin çevre ve canlılara yansımaları tümüyle önleme olanağını hiç bir ülke bulabilmiş değildir; ancak, endüstrileşmesini tamamlamış ülkeler, daha çok, geçmişte çevreye yansımaları neden oldukları kimyasal kirleticilerle doğanın daha fazla yüklenmesini engellemeye çalışırken; toprağı, suyu, havası ve besinleri genellikle tehlikeli boyutlarda kirlenmemiş olan yurdumuzda, zaman yitirmeden bu tür sorunlara etkinlikle eğilmenin zorunluluğı daha fazladır.

Akdeniz, Karadeniz ve bu çalışmayla da Ege Denizi'nin önemli balık türlerinde belirlediğimiz cıva kalıntı yoğunlukları, literatür verilerinin ışığında yorumlandığında, beslenme yoluyla toplum sağlığını etkileyecek boyutlarda görünmemektedir. Ancak, su ekosistemindeki doğal denge açısından bazı olumsuz yönlerinin bulunabileceğı ve kirlenmenin sürmesi halinde, gelecekte protein kaynağı olarak su ürünleri tüketiminin artma zorunluluğı karşısında, kirlenme riskinin toplum sağlığına da yansyabileceğı gözden uzak tutulmamalıdır.

Teşekkür : Çalışmamızın materyalini oluşturan balıklarda tür ve yaş belirlenmesinde desteğini esirgemeyen sayın Hidrobiyolog Dr. Fethi Akşiray'a teşekkürlerimizi sunarız.

Literatür

1. **Akşiray, F.** (1954): *Türkiye deniz balıkları tayin anahtarı*. İ. Ü. Fen Fak. Hidrobiyoloji Araştırma Enstitüsü yayınları, Sayı 1, Pulhan Matbaası, İstanbul.
2. **Anders, W. A. and Uarris, C. R.** (1973): *Methylmercury in estuarine sediments*. Nature, 245 (5425), 256-257.
3. **Berglund, F., et al.** (1971): *Methylmercury in fish a toxicologic-epidemiologic evaluation of risk*. Report from an expert group. Nord. Hyg. T., Supp., 4.
4. **Berlin, M., et al.** (1969): *Report of an international comitte maximum allowable concentrations of mercury compounds*. Arch. Environ. Health, 19 (6), 891-905.

5. **Bertine, K. K. and Goldberg, E. D.** (1971): *Fossil fuel combustion and the sedimentary cycle*. Science, 173, 223-234.
6. **Bigwood, E. J., Fouassin, A. and Norrfalise, A.** (1973): *Teneur en mercure de la partie comestible des produits de la pêche du marché alimentaire de belge*. Revue des Fermentations et des Industries Alimentaires, 28 (1), 5-46.
7. **Bouquegneau, J. M.** (1972): *Toxicité de sels de mercure à diverses concentrations dans l'eau de mer. Accumulation du mercure dans les organes et effet sur l'osmoregulation chez Anguilla anguilla*. C. 1. P. S. Modèle Mathématique d'étude de la pollution en mer du Nord. Technical Report. 1972/Physiol-01.
8. **Celeste A. C. and Shane, C. G.** (1970): *Mercury in fish*. FDA papers, 4 (9), 27-29.
9. **Chang, L. W., Yamaguchi, S. and Dudley, A. W. Jr.** (1974): *Neurological changes in cats following longterm diet of mercury contaminated tuna*. Acta Neuropathologica, 27 (2), 171-176.
10. **Charbonneau, S. M., et al** (1974): *Subcut toxicity of methylmercury in the adult cat*. Toxicology and Applied Pharmacology, 27; 569-581.
11. **Clarkson, T. W.** (1971): *Epidemiological and experimental aspects of lead and mercury contamination of food*. *Fd. Cosmet. Toxicol.*, 9, (2), 229-243.
12. **Cumont, G., et al** (1972): *Contamination des poissons de mer par le mercure*. Rev. Intern. Oceanogr. Méd., 28, 95-127.
13. **Cunningham, P. A. and Tripp, M. R.** (1973): *Accumulation and depuration of mercury in American oyster, Crassostrea virginica*. International J. On life in Oceans and Coastal Water, 20 (1), 14-19.
14. **Delville, D.** (1973): *La pollution des eaux par les métaux lourds mercure-cuivre-zinc-plomb et les repercussions sur les organismes marines*. Université de Liège, Faculté de Médecine, 3e epreuve du grade de pharmacien, année academique, 1972-1973.
15. **Dennis, C. A. R. and Behr, F.** (1975): *Mercury levels in whole blood of Saskatchewan residents*. Sci. Total. Environ., 3 (3), 267-274.

16. **De Wolf, P.** (1975): *Mercury content of mussels from West European coasts*. *Marin Pollut. Bull.*, 6 (4), 61-62.
17. **D'Itri, F. M.** (1972): *The environmental mercury problem*. CRC Press, The Chemical Rubber Co., 18901 Cranwood Parway, Cleveland Ohio, 44128.
18. **Ehrlich, R.** (1970): *How mercury pollutes*. *Chem. Eng. News*, 48 (30), 18-19.
19. **Goldwater, L. Y.** (1971): *Mercury in the environment*. *Sci. Amer.*, 224 (5), 15-21.
20. **Hammond, A. L.** (1971): *Mercury in the environment, Natural and human factors*. *Science*, 171 (3973), 788-789.
21. **Harris, R. C., White, D. B. and Macfarlane, R. B.** (1970): *Mercury compounds reduce photosynthesis by plancton*. *Science*, 170, 736-737.
22. **Hatch, W. R. and Ott, W. L.** (1968): *Determination of sub-microgram quantities of mercury by atomic absorbtion spectrophotometry*. *Anal. Chem.*, 40 (14), 2085-2087.
23. **Holden, A. V.** (1973): *Mercury in fish and shellfish*. A review. *J. Fd. Technol.*, 8, 1-25.
24. **Hugunin, A. G. and Brandley, J. r. R. L.** (1975): *Exposure of man to mercury. A review (1-2); I Environmental contamination and biochemical relationships*. *J. Milk Fd. Technol.*, 38 (5), 285-300.
25. **Joensuu, O. I.** (1971): *Fossil fuels as a source of mercury pollution*. *Science*, 172, 1027-1028.
26. **Johnels, A. G. and Westermark, T.** (1969): *Mercury contamination of the environment in Sweden*. In **M. W. Miller and G. G. Berg.** (1969): *Chemical fallout. Current research on persistent pesticides*. Charles. C. Thomas Springfield 111, 221-241.
27. **Kay, K.** (1973): *Toxicology of pesticides. Recent advances*. *Environment. Res., U.S.A.*, 6 (2), 202-243.
28. **Kitamura, S.** (1968): *Determination of mercury content in bodies of in habitants, cats, fish and shell in Minimata district and in the mud of Minimata Bay*. In **M. Kutsuna** (1968): *Minimata disease*. Study group of Minimata disease. Kumamoto University, Japan.

29. **Klein, D. H.** (1971): *Sources and present status of mercury problem.* Reprint of a paper presented at the mercury in the western environment conference, Portland, Oregon, February 25-26.
30. **Kurland, L. T., Faro, S. N. and Siedler, H.** (1960): *Minimata disease. The outbreak of a neurologic disorders in Minimata, Japan and its relationship to the ingestion of seafood contaminated by mercuric compounds.* *World Neurol.*, 1, 370-395.
31. **Lutz, H.** (1974): *Pesticides et reproduction chez les homéothermes.* *Bulletin de la Societe-Zoologique de France*, 99 (1), 49-61.
32. **Macdonald, J. S. and Harbison, R. D.** (1977): *Methylmercury-induced encephalopathy in mice.* *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 39 (2), 195-205.
33. **March, B. E. et al** (1974): *Tissue residues of mercury in broiler feed fish meals containing different concentrations of mercury,* *Poultry Sci.*, 53, 2181-2185.
34. **Matsumura, F., Gotoh, Y. and Boush, G. M.** (1972): *Factors influencing translocation and transformation of mercury in river sediment.* *Bull. Environ. Contamin. Toxicol.*, 8(5), 267-272.
35. **Newberne, P. M., Glaser, O. and Friedman, L.** (1972): *Chronic exposure of rats to methylmercury in fish protein.* *Nature*, 237 (5349), 40-41.
36. **Nuzzi, R.** (1972): *Toxicity of mercury to phytoplankton.* *Nature*, 237 (5349), 38-40.
37. **Potter, L., Tidd, D. and Standiford, D.** (1975): *Mercury levels in lake Powell. Bioamplification of mercury in man-made dessert reservoir.* *Environ. Sci. Technol.*, 9, 41-46.
38. **Rappe, A.** (1973): *Influence de la pollution par le mercure sur les populations d'oiseaux.* *L'Oiseaux et R.F.O.*, 43 (3), 196-204.
39. **Rappe, A.** (1973): *Pollution par le mercure et sante publique.* *Journal de Pharmacie de Belgique*, 2, 265-277.
40. **Reimer, A. A. and Reimer, R. D.** (1975): *Total mercury in some fish and shellfish along the Mexican Coast.* *Bull. Environ, Contamin. Toxicol.*, 14(1), 105-111.

41. **Renzoni, A., Bacci, E. and Falciai, E.** (1973): *Mercury concentration in the water, sediments and fauna of an area of the Tyrrhenian Coast.* Rev. Intern. Oceanogr. Med., 31-32, 17-45.
42. **Richou-Bac, H. and Cumont, G.** (1970): *Les Residues de pesticides dans les viandes, les graisses animales et végétales.* Bull. Technique D, Information, 252, 535-546.
43. **Saha, J. G.** (1973): *Significance of mercury in the environment.* Residue Reviews. 42, 103-163.
44. **Saito, M. et al** (1961): *Studies on Minimata disease, establishment of the criterion for etiological research in mice.* Jap. J. Exp. Med., 31, 277-290.
45. **Skerfving, S.** (1972): *Mercury in fish-some toxicological consideration.* Fd. Cosmet. Toxicol., 10, 545-556.
46. **Skerfving, S.** (1974): *Normal concentrations of mercury in human tissue and urine.* In **L. Friberg and D. Vostal** (1974): *Mercury in the environment.* CRC Press 18901, Cramwood Parkway-Cleveland, Ohio 44128, p. 109-112.
47. **Skerfving, S.** (1975): *Risques pour lies à la presence d'arsenic de cadmium, de manganese, de mercure et de plomb dans l'eau.* Bureau Regional de l'Europe Organisation Mondiale de la Sante, Copenhagen, p. 126.
48. **Şanlı, Y.** (1975): *Kimyasal madde kalıntılarıyla oluşan çevre kirlenmeleri ve hayvanlarda görülen zararlı etkileri.* Vet. Hek. Derg., 45 (1), 15-21.
49. **Şanlı, Y.** (1976): *Su ürünlerinin civa ile kirlenmesi ve ortaya çıkan sağlık sorunları.* A. Ü. Vet. Fak. Derg., 23 (1-2), 186-200.
51. **Şanlı, Y.** (1980): *Türkiye'nin Akdeniz sahillerinde avlanan, kıyıları-mıza bağımlı ekonomik bazı balık türleri ile karideslerde total civa ve organik civa bileşikleri rezidü düzeylerinin araştırılması.* A.Ü. Vet. Fak. Derg., 26 (3-4), 151-176.
50. **Şanlı, Y., Foussin, A. and Noirfalise, A.** (1977): *Mercurie total et méthylmercure dans des conserves de poissons provenant de Turquie.* Archives Belges de Médecine Sociale, Hygiène, Médecine du Travail et Médecine légale, 3, 161-167.
52. **Şanlı, Y. ve Ceylan, S.** (1980): *Karadeniz'in Türkiye kıyı sularında avlanan balıklarda civa kalıntılarıyla oluşan kirlenme düzeyinin araştırılması.* A.Ü. Vet. Fak. Derg., 26(1-2), 11-23.

53. **Tejning, S.** (1967): *Mercury contents in blood corpuscles-blood plasma and hair in person who had for long periods a high consumption of fresh water-fish from Lake-Vaner.* Report 670831 from department of occupational medicine, University Hospital, S. 221 85 Lund, Stencils Swedish.
54. **Uhl, E.** (1973): *Problems of the contamination of man and his environment by mercury and cadmium. Measures to prevent environmental pollution caused by mercury and cadmium.* Document For Round Table. European Colloquium. Luxembourg, 3-4-5 july-1973.
55. **Ui, J.** (1971): *Mercury pollution fresh water its accumulation into water biomas.* Rev. Intern. Oceanogr. Med., 22-23, 79-129.
56. **Underdal, R.** (1971): *Mercury in sea gulls from the West Coast of Norway.* Nord. Vet. Med., 23, 1-4.
57. **Van Wambeke, L.** (1973): *Géochimie du mercure et pollution l'environnement.* Comission de Communautés Européennes, EN/75/73-F-1-25,
58. **Vostal, D.** (1974): *Transport and transformation of mercury in nature and possible route of exposure.* In **L. Friberg and D. Vostal** (1974): *Mercury in the environment.* CRC Press, 18901 Cramwood, Parway-Cleveland, Ohio 44128, p. 15-27.
59. **Westöö, G.** (1967): *Determination of mercury compounds in foodstuffs.* 11- Determination of methylmercury in fish, egg, meat and liver. Acta Chem. Scand., 21, 1790-1800.
60. **Westöö, G.** (1969): *Methylmercury compounds in animal foods.* In **M. W. Miller and G.G. Berg** (1969): *Chemical fallout. Current research in persistent pesticides.* Charles, C. Thomas, Springfield III, p. 75-93.
61. **Westöö, G. and Rydavi, M.** (1970): *Methylmercury levels in fish caught march-1968-april-1971. Report on mercury in foods by the joint FAO/WHO Expert Comitte on Food Additives.* War Foda, 23, 179-185.
62. **World Health Organisation** (1966): *Meeting of investigators for the international study of normal values for toxic substances in the human body.* WHO/Occupat. Health/66. 39, Geneva.

Yazı 26. 8. 1981 günü alınmıştır.