

628.191:546.49
S/65 e

TÜRKİYE BİLİMSEL ve TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU
Matematik, Fizik ve Biyolojik Bilimler
Araştırma Grubu
Proje No : TBAG - 378

ERDEMLİ (İÇEL) ve ÇEVRESİNDE BULUNAN
ÇEŞİTLİ DENİZ ÜRÜNLERİNDEKİ TOPLAM
CİVA İLE ORGANİK CİVA MİKTARLARININ TAYİNİ

Proje Yöneticisi : Y. Prof. Dr. İlkay Salıhoğlu
Yardımcı Araştırmacı : Yük. Kimyager Süleyman Tuğrul
Yardımcı Araştırmacı : Yük. Kimyager Özden Baştürk

Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Deniz Bilimleri Bölümü

ERDEMLİ, 1980

TÜRKİYE
BİLİMSEL ve TEKNİK
ARAŞTIRMA KURUMU
KÜTÜPHANESİ

628.191:546.48
S 165 e

TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU
Matematik, Fiziki ve Biyolojik Bilimler Araştırma Grubu
Proje No: TBAG-378

ERDEMLİ (İÇEL) VE ÇEVRESİNDE BULUNAN
ÇEŞİTLİ DENİZ ÜRÜNLERİNDEKİ TOPLAM
CİVA İLE ORGANİK CİVA MİKTARLARININ

TAYİNİ

Proje Yöneticisi: Y.Prof.Dr.İlkay SALİHOĞLU
Yardımcı Araştırmacı: Yüksek Kimyager Süleyman TUĞRUL
Yardımcı Araştırmacı: Yüksek Kimyager Özden BAŞTÜRK

Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Deniz Bilimleri Bölümü

ERDEMLİ, 1980

13745

628.181:546.48
S 165 e

TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU
Matematik, Fiziki ve Biyolojik Bilimler Araştırma Grubu

Proje No: TBAG-378

ERDEMLİ (İÇEL) VE ÇEVRESİNDE BULUNAN
ÇEŞİTLİ DENİZ ÜRÜNLERİNDEKİ TOPLAM
CİVA İLE ORGANİK CİVA MİKTARLARININ

TAYİNİ

Proje Yöneticisi: Y.Prof.Dr.İlkay SALİHOĞLU
Yardımcı Araştırmacı: Yüksek Kimyager Süleyman TUĞRUL
Yardımcı Araştırmacı: Yüksek Kimyager Özden BAŞTÜRK

Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Deniz Bilimleri Bölümü

ERDEMLİ, 1980

628.181:546.48
S 165 e

TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU
Matematik, Fiziki ve Biyolojik Bilimler Araştırma Grubu
Proje No: TBAG-378

ERDEMLİ (İÇEL) VE ÇEVRESİNDE BULUNAN
ÇEŞİTLİ DENİZ ÜRÜNLERİNDEKİ TOPLAM
CİVA İLE ORGANİK CİVA MİKTARLARININ
TAYİNİ

Proje Yöneticisi: Y.Prof.Dr.İlkay SALİHOĞLU
Yardımcı Araştırmacı: Yüksek Kimyager Süleyman TUĞRUL
Yardımcı Araştırmacı: Yüksek Kimyager Özden BAŞTÜRK

Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Deniz Bilimleri Bölümü

ERDEMLİ, 1980

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
I. GİRİŞ	1
II. ÇEVREDEKİ CİVA	2
1. Kaynakları	2
2. Taşınması	2
3. Biyolojik Yığılma	6
4. Akdenizdeki Miktarları	6
5. Akdenize Giren Miktarları	7
III. DENEYSEL BÖLÜM	8
1. Örnek Toplanması	8
2. Örneklerin Hazırlanması	8
3. Kimyasallar	9
4. Cihaz ve Analitik Yöntemler	9
IV. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	13
V. SONUÇ	32
KAYNAKLAR	33

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu tarafından desteklenmiş ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deniz Bilimleri Bölümünde yapılmıştır.

Adı geçen kurumlara ve gerek çalışmalar sırasında gerekse rapor yazılmasında hiçbir yardımını esirgemiyen Sayın Prof.Dr.Turgut İ.Balkaş'a teşekkürlerimizi sunarız.

Deneyler sırasında yardımcı olan Sayın Kimya Müh.
Türkân Aydoğdu'ya teşekkür ederiz.

ÖZET

Bu çalışmada Erdemli (İçel) yöresinde yakalanan barbun (Mullus surmuletus), altınbaş kefal (Mugil auratus), karides (Penaeus kerathurus) ve mavi yengeç (Portunus pelagicus), soğuk buhar yöntemi uygulanarak atomik absorpsiyon spektroskopisi ile toplam civa ve organik civa için analiz edildi. Toplam civa oldukça düşük değerler vermesine karşın, türlere ve mevsimlere bağımlı olarak değişiklikler göstermektedir.

Analiz edilen örneklerde, toplam civanın % 97 ile 99.5'e yakın miktarlarının organik civa bileşikleri olduğu saptanmıştır.

ABSTRACT

Total mercury and organometallic mercury levels in striped mullet (Mullus surmuletus), grey mullet (Mugil auratus), shrimp (Penaeus kerathurus) and blue crab (Portunus pelagicus) have been determined by the application of the cold vapour AAS technique. Although the total mercury levels were low there were significant variations from specie to specie and from season to season and these variations are discussed.

Among the analysed samples about 97 to 99.5 % of the total mercury was found to be organometallic mercury compounds.

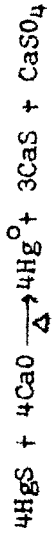
I. GİRİŞ

Çevrede kirletici olarak bulunan maddeler arasında toksik etkisi en yüksek olanlardan birisi cıvadır. Minamata körfezindeki (Japonya) balıkçılarda görülen ve hemen arkasından Irak'da, mantara karşı, metil cıva bileşikleriyle ilaçlanmış buğdayın yenmesi sonucu ortaya çıkan ölümler, cıvanın toksik etkisini belirleyen olaylardır. Bazı mikroorganizmaların anorganik cıvayı, organik cıvaya (metil cıvaya) dönüştürdüğü saptandıktan sonra, cıvanın çevredeki biyolojik döngüsü ile toksik etkisi daha iyi anlaşılmıştır. Doğal olarak çeşitli şekillerde bulunmasına karşın, kirletici etkisi ancak endüstrinin gelişmesi sonucunda daha belirgin bir nitelik kazanmıştır. Canlılarda herhangi bir biyolojik fonksiyonu olmamakla beraber eser miktarlarda bile toksiktir. Besin zincirinde, özellikle metilciva klorür olarak birikime uğrar. Bu olay balıklarda daha da belirgindir. Bu sebeple bütün dünyada cıva ve bileşiklerin kullanımının kısıtlanması için çalışılmaktadır.

Cıva, elementel halde buhar basıncı oldukça yüksek olan bir metaldir. Yükseltgenmiş halde, Hg_2^{+} , Hg^{+} değerliklerine sahiptir. Hg_2^{++} tuzlarının Hg^{++} tuzlarına kıyasla çözünürlüğü ve toksik etkisi daha düşüktür. Hg^{++} organometalik bileşikler oluşturmaya daha yatkındır, en zehirli bileşikler ise metil cıva ve propil cıva tuzlarıdır.



veya



Bu yöntemle mineraldeki cıvanın % 95'i alınabilmektedir. Üretimdeki 3 oranında bir kayıp, 1973 yılı üretimine göre 300 tonun karşılığıdır. Bu katı atıklar çevrede bölgesel kirlenmeye neden olmaktadır. Cıvanın toksik potansiyelinin saptanmasından sonra tüm dünyada üretim de bir azalma gözlenmiştir.

Avrupa Ülkeleri Komisyonu (CEC) 1976 yılı raporuna göre dünyada en fazla civa üreten ülkeler İspanya (2194 ton/yıl) ve İtalya'dır (1127 ton/yıl). Akdeniz Ülkeleri arasında, Yugoslavya'da üretim, yılda 538 ton, Türkiye'de ise 226 ton'dur.

Civa kullanımı en fazla sanayileşmiş ülkelere aittir. Endüstrinin çeşitli kesimlerde çevreye atık olarak verilen civanın yüzde miktarları şöyledir:

1. Klor alkali üniteleri: % 25, atık genellikle atmosfere olmaktadır. Son teknolojik gelişmelerle bu oranda % 99'luk bu azalma olmuştur.
2. Elektrik cihazları: % 20, pil, ampul, röle, vb.
3. Boya maddeleri: % 15, antikorroziv boya yapımı
4. Ölçü ve kontrol cihazları: % 10, termometre, barometre vs. yapımı
5. Zirai ilaçlar % 5., çeşitli şekillerde zehirlenmelere neden olduğundan tüm Akdeniz Ülkelerinde kullanımı kısıtlanmıştır.
6. Diş hekimliği: % 3, amalgam dolgu maddesi
7. Laboratuvarlar: % 2
8. Diğer kullanım yerleri: % 20.

Dünya sağlık örgütünün 1976'da yayınladığı bu rapora göre, teorik olarak, kullanılan civanın % 74'ünün yeniden kullanılır hale getirilebileceği ileri sürülmektedir (WHO-EHE, 1976).

II. ÇEVREDEKİ CİVA

1. Kaynaklar:

Yapılan tahminlere göre, ABD'de işlenen civanın yalnızca % 20'si yeniden kullanılabilir hale getirilmektedir (OECD, 1974). Öte yandan Korringa ve Engel'e (1974) göre ise ABD'de kullanılan civanın tümü sonunda çevreye atılmaktadır.

Grönland'daki buz katmanlarında yapılan araştırmalar ise, 1890 endüstri devriminden sonra atmosferdeki civa miktarında artış olduğunu beklemiştir.

Yağmur suyundaki cıvanın üçte biri, insanların kullanımına dayandırılmaktadır (WHO-EHE, 1976). Öte yandan kömür ve petrol gibi maddelerin yakılmasından, doğaya atık olarak verilen cıvanın miktarı ise inanılmayacak kadar büyüktür (Yaklaşık 20.000 ton/yıl).

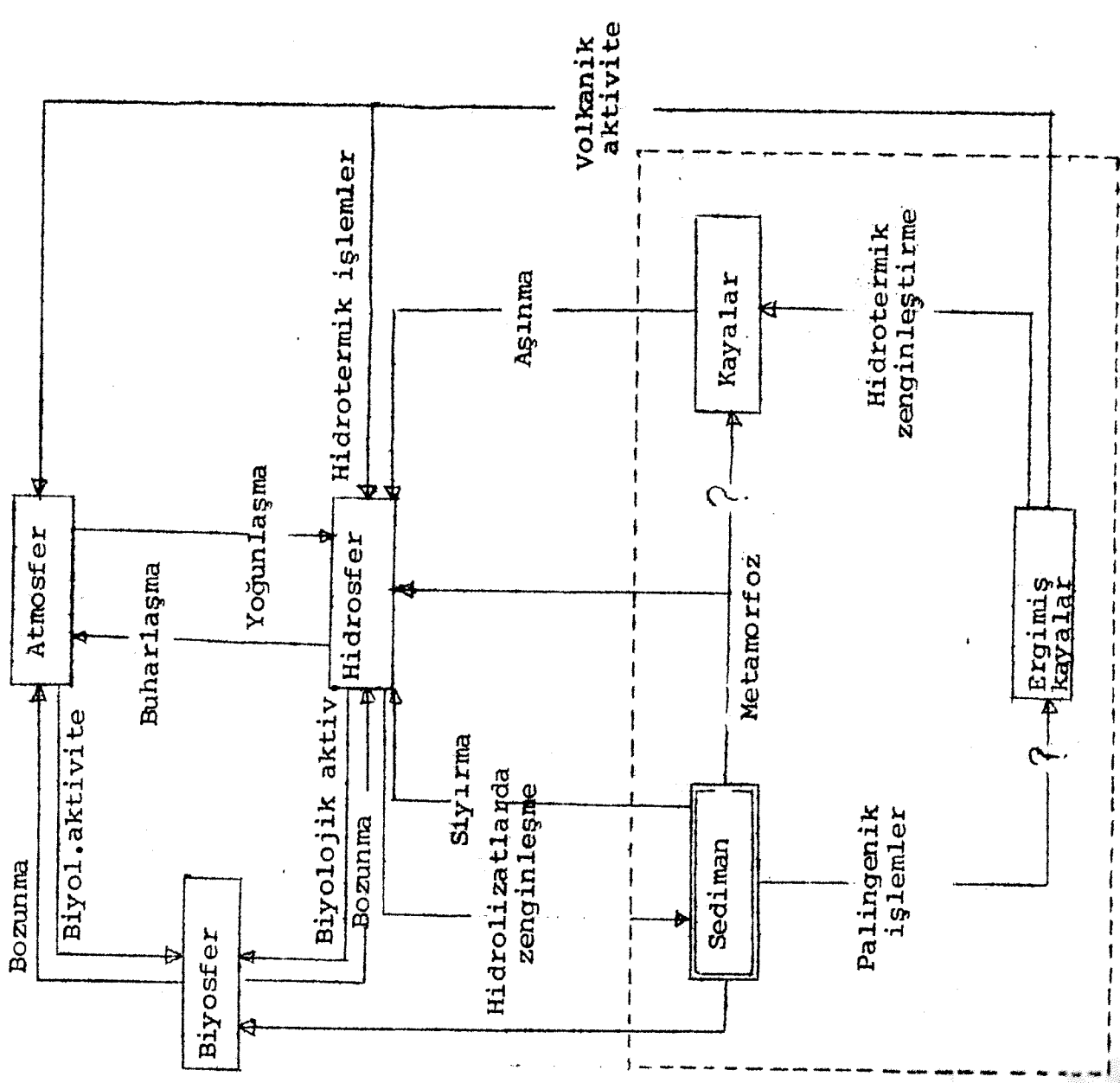
Cıva kirlenmesinden söz ederken, dikkat edilmesi gereken en önemli nokta yöresel kirliliğin, toplam kirliliğe oranla her zaman önde gelmesidir.

2. Taşınması:

Cıva ve cıva bileşiklerinin doğadaki taşınımı bir döngü şeklinde düşünülebilir. Atmosferde, buhar halde veya dimetil cıva bileşiği şeklinde bulunan cıva metali, yağışlarla denize taşınmaktadır. Atmosferdeki cıva buharının büyük bir kısmı $3-9 \text{ ng Hg/m}^3$ (McCarthy, 1970)- yer kabuğundaki cıva minerallerinin buharlaşması volkanik hareketler ve denizlerden olan buharlaşma gibi bir takım doğal kaynaklardan ileri gelmektedir.

Daha önce de belirtildiği gibi, sanayileşme sonucu atmosferdeki cıva miktarında artış gözlenmiştir. Yakın bir gelecekte denizlerdeki dengenin çok az etkileneceği tahmin edilmektedir. Dünyadaki tüm denizlerin toplam hacmi $1.37 \times 10^9 \text{ km}^3$ ve içerdikleri cıva miktarı litrede 50 ng olduğu kabul edilirse, toplam 70 milyon ton cıva zaten şu anda denizlerde mevcuttur. İnsanların doğaya attığı cıva, yüzey sularının dolaşımı sonucu seyrelmiş olacaktır. (WHO-EHE, 1976).

Doğal veya atık cıvanın en büyük tehlikesi balıklarda birikim göstermesidir. Balıklarda gözlenen cıvanın % 100'e yakını toksik etkisi çok fazla olan metil cıvadır. Birikim mekanizması tam olarak anlaşılamamasına karşın, solumadaki parçacıkların difüzyon yolu ile suya karışması sonucu olduğu kanısı oldukça yaygındır. Bu görüşü destekliyen en önemli bulgu, askı yükten arındırılmış deniz suyunda metil cıvaya rastlanmamış olmasıdır (WHO-EHE, 1976).



Şekil 1: Civanın doğadaki akış diyagramı

3. Biyolojik Yığılma:

Molekül ağırlığı düşük olan alkil civa bileşiklerinin özellikle metil civanın biyolojik yığılmaya olan yatkınlığı oldukça fazladır. Metil civa hücre zarında kolayca geçebilmekte ve oldukça kuvvetli olan C-Hg bağı sayesinde anorganik cıvaya dönüştürülmesi biyolojik olarak zor olmaktadır. Dolayısıyla vücuttan atılması uzun zaman almaktadır. FOWLER ve diğ., (1975) Meqanycetiphanes norvegica üzerinde yaptıkları araştırmada, 30 gün 0.00025 mg/l metil civa içeren bir suda bırakılan canlının biyolojik yığılma faktörünün 10.000 olduğu görülmüştür.

Pisi balığı üzerinde yapılan araştırmada ise (Pentreath, 1976) tüm organlarda yığılma faktörünün 600, solungaçlarda ise 5516 olduğu saptanmıştır.

4. Akdenizdeki Miktarları:

Deniz suyunda bilinen 0.1 mg/l civanın onda biri deniz canlıları ile doğrudan ilişkilidir (EPA, 1976). Akdeniz de ise en az iki bölgede, güvenlik limiti olan 1.0 mg/l'yi aşan değerlere rastlanmıştır. Ravenna'dan (Adriyatik Kıyıları) toplanan örneklerde 0,42 ile 2,0 mg/l, Liguro'da ise 2,9 - 3,6 mg/l civa saptanmıştır.

Tiran Denizi sonuçları nispeten daha düşüktür, 0,04 - 0,2 mg/l (CEC, 1976), Adriyatik ve Tiran Kıyıları endüstri alanları ile çevrelenmiştir. Örneğin İtalya Tiran Kıyılarında civa cevheri işlenmektedir. Öte yandan Livorno (İtalya)'daki Kloralkali ünitesi yakınlarında deniz suyu ve organizmalarda 0,2 mg/l cıvaya rastlanmıştır. Atıkların denize karıştığı yerin 10 km kuzey ve güneyinde bu değer on kez seyrelme ile 0,02 mg/l'ye düşmektedir (UNEP, 1977).

Silisy Baseninde, Türkiye kıyılarında, Tunçel'in (1978) yaptığı araştırmada Ovacık-Mersin arasındaki kıyı kesiminde deniz suyunda en yüksek civa değerinin 0,013 mg/l olduğu saptanmıştır. Mersin Limanı içerisinde ise bu değer 0,024 mg/l kadar çıkmaktadır. Ortalama değer ise 0,01 mg/l'dir. Ege Kıyıları-mızda, özellikle İzmir Körfezinde civa miktarları oldukça yüksektir (UYSAL, 1979).

5. Akdenize Giren Miktarlar:

Bir önceki kısımda verilen değerlerle Akdeniz'e dökülen atıklar arasında sıkı bir ilişki vardır. Adriyatik denizinin, Akdeniz'e verilen atıklardan % 42 ile en büyük payı aldığı tahmin edilmektedir. Liguro yöresi ise % 25 ile ikinci sırayı almaktadır. Tiran Denizine gören miktarlar ise yaklaşık % 8'dir. Ege Denizine toplam civanan yüzde 11'nin döküldüğü ve bunun da kabul edilebilir limitlerin üstünde olduğu ileri sürülmektedir. İyonya denizinin girdisi ise % 8 civarındadır. Adı geçen beş yöreye atılan civanın yaklaşık yılda 130 ton olduğu, ve Akdeniz girdisinin % 84'ünü oluşturdğu tahmin edilmektedir (UNEP, 1977 b).

Silisy Baseninin Türkiye kıyılarında cıva cevheri işliyen veya sanai amaçlarla cıva kullanan herhangi bir kuruluş yoktur. Buna karşın zirai amaçlarla oldukça fazla cıvalı ilaçlar kullanılmaktadır. Zirai amaçlarla kullanılan belli başlı cıva bileşikleri fenilciva klörür, fenilciva asetat, metoksietilciva klörür ve metoksietilciva siliqattır (GTHB, 1979). Buradan da görüleceği üzere tamamen organik cıva tuzları kullanılmakta olup, 1975-1979 yılları arasında az da olsa kullanımında bir artış olmuştur. 1975 yılında 130 kg olan cıvalı preperat miktarı 1979 yılında 174 kg'a ulaşmıştır (GTHB, 1979). Zirai amaçlarla yapılan uygulama Çukurova ve yöresinde bütün yıl boyunca devam etmesine karşın, en fazla uygulandığı devre Ocak-Haziran ayları arasındır.

Bu çalışmanın yapıldığı zamana kadar Silisy Basenindeki cıva miktarlarının mevsimsel dağılımı ve organizmalardaki birikimi düzenli bir şekilde incelenmemiştir. Mevsimlerin, canlılardaki fizyolojik değişikliklerin ve meteorolojik olayların deniz suyundaki cıva miktarlarında yapabileceği değişiklikleri izliyelemek amacı ile yörede bulunan ve ticari değerleri olan deniz canlıları seçilip cıva analizleri yapılmıştır. Seçilen canlılar şunlardır. altınbaş kefal (Mugil auratus), barbun (Mullus surmuletus), karides (Panaeus kerathurus) ve mavi yengeç (Portunus pelagicus)'tir. Avlanabilme olanaklarının el verdiği kadarıyla örnekler sık zaman aralıklarıyla çeşitli boylarda, ve yaşlarda, toplanıp analiz edilmiştir.

III. DENEYSEL BÖLÜM

1. Örnek Toplanması:

40 mm göz genişliği olan durağan balık ağı ile yakalanan örnekler hemen laboratuara taşınıp tanımlandı. Arıtılmış su ile yıkanan örnekler, tartılıp boyu ölçüldükten sonra plastik torbalara tek tek paketlenip analiz anına kadar -20°C nin altında saklandı.

Ağ göz genişliği 16 mm olan dip trolü ile yakalanan örnekler soğukta korunup laboratuara taşındıktan sonra bir önceki paragrafta belirtildiği şekilde işleme tâbi tutuldu.

2. Örneklerin Hazırlanması:

Donmuş durumdaki balıkların ve kabuklu hayvanların, plastik gereçler kullanılarak deri veya kabukları kesildikten sonra, toplam civa analizi için, yenilebilir kısımlarından yaklaşık 1 -1,5 g teflon kablara alındı. Örneklerle 3 ml derişik HNO_3 eklendikten sonra, teflon kapla birlikte paslanmaz çelikten yapılmış kapalı kaplara konularak 140°C 'de iki saat ısıtıldı. Soğutulan örnekler 25 ml hacmindeki balon jöjelere aktarılıp iki kez arıtılmış su ile gerekli hacme tamamlandı. İndirgeme kabına alınan örneğe (3-4 ml) 0,5 ml % 10'luk SnCl_2 çözeltisi eklendi ve dairesel hareket eden yüksek hızlı karıştırıcı ile 30 saniye çalkalandı. Bu sürenin sonunda hava akımı ile atomik absorbsiyon ışık yoluna yerleştirilmiş 20 cm uzunluğundaki hücreye gönderilerek analiz edildi. Aynı işlem standard çözeltilerle tekrarlandı. Yöntemin duyarlılığı 0,2 ng/ml'dir.

Canlılardaki organik civa miktarlarının saptanmasında atomik absorbsiyon yöntemi uygulandı. Bu amaçla canlılardaki anorganik civa miktarları saptandı. İşlemler sırasında organik civa bileşiklerini anorganik civaya dönüştürmeyecek bir yöntem seçilerek, anorganik civa miktarları saptandı.

içerdiği toplam civa miktarlarına göre 1-3 veya 5 g örneğe 2-3 ml % 45'lik NaOH ile 1 ml % 20'lik NaCl eklenerek kapalı plastik kablar içerisinde 12-16 saat arası 50-60°C'de bekletildi. Soğutulan örneklerin hacmi iki kez artırılmış su ile 10 ml'le tamamlandı. İndirgeme kabına alınan 3 ml örnek çözeltisine, 1 ml 9N H₂SO₄ ve 0,5 ml % 10'luk SnCl₂ eklendi. 15 saniye çalkalama işleme tâbi tutulduktan sonra hava akımı ile atomik absorpsiyon ışık yoluna yerleştirilen hücreye gönderilip analiz edildi. Aynı koşullarda standartlar analiz edilip kalibrasyon eğrileri elde edilmiştir. Yöntemin duyarlılığı 0,2 ng/ml'dir.

Toplam civa ve anorganik civa miktarlarının saptanmasında kullanılan kalibrasyon eğrileri Şekil 2 ve Şekil 3'te verilmiştir.

3. Kimyasallar:

Deneyler sırasında kullanılan tüm kimyasalların çok temiz olmasına dikkat edildi, kullanılmazdan önce hepsi de tanık deneylerle kontrol edildi. Çeşitli amaçlarla kullanılan su iki kez arıtıldı.

4. Cihaz ve Analitik Yöntemler:

Analizler soğuk buhar yöntemi uygulanarak yapılmıştır. Kullanılan sistem kendi laboratuvarlarımızda geliştirilmiş olup, akış çizelgesi Şekil 4'te görüleceği gibidir.

Kullanılan atomik absorpsiyon cihazı Varian-Techtron AA-6 Model olup deneyler süresince çalışma koşulları şöyledir:

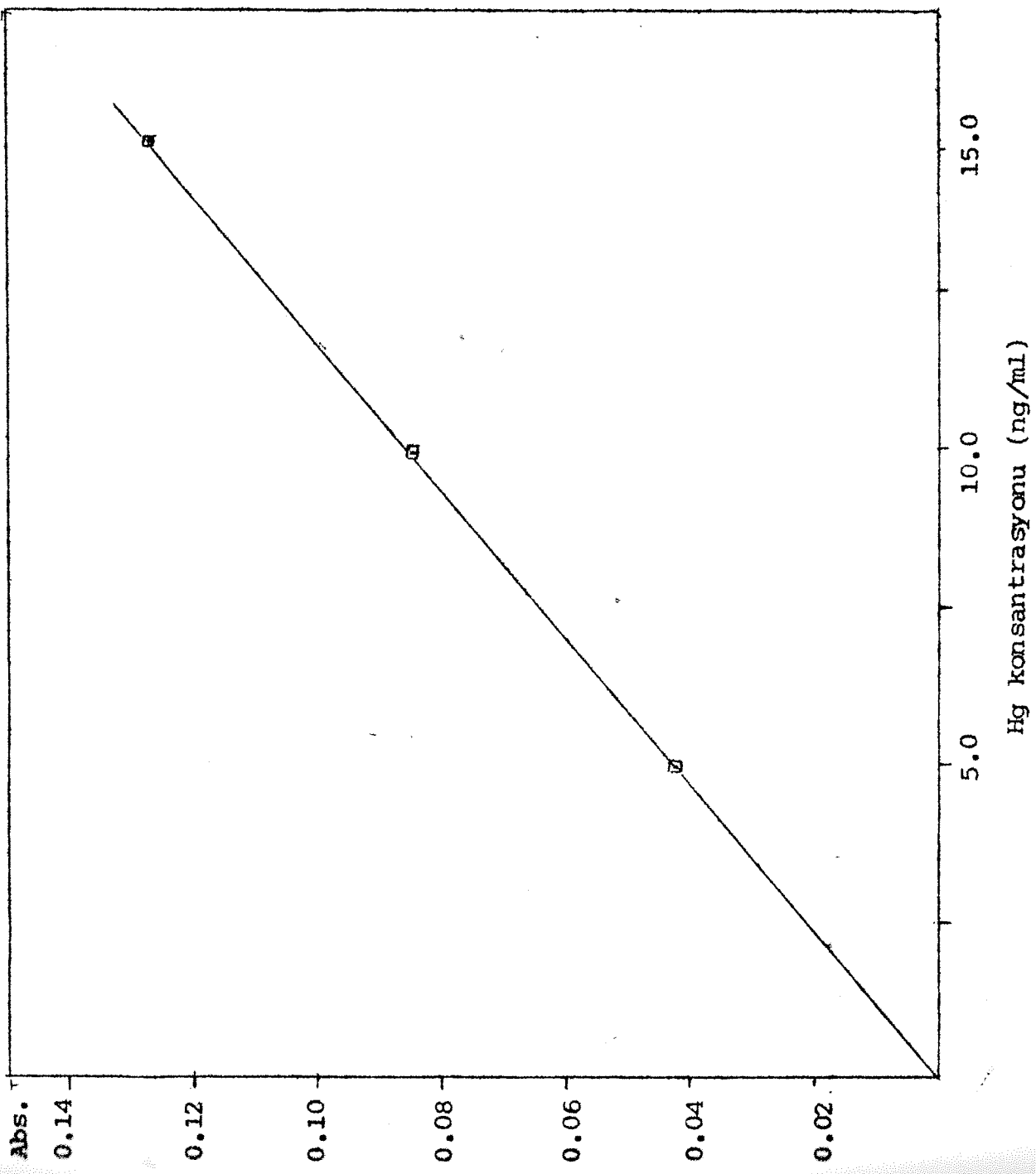
Tek elementli civa lambası akım şiddeti: 3 mA

Yarık genişliği : 1 nm

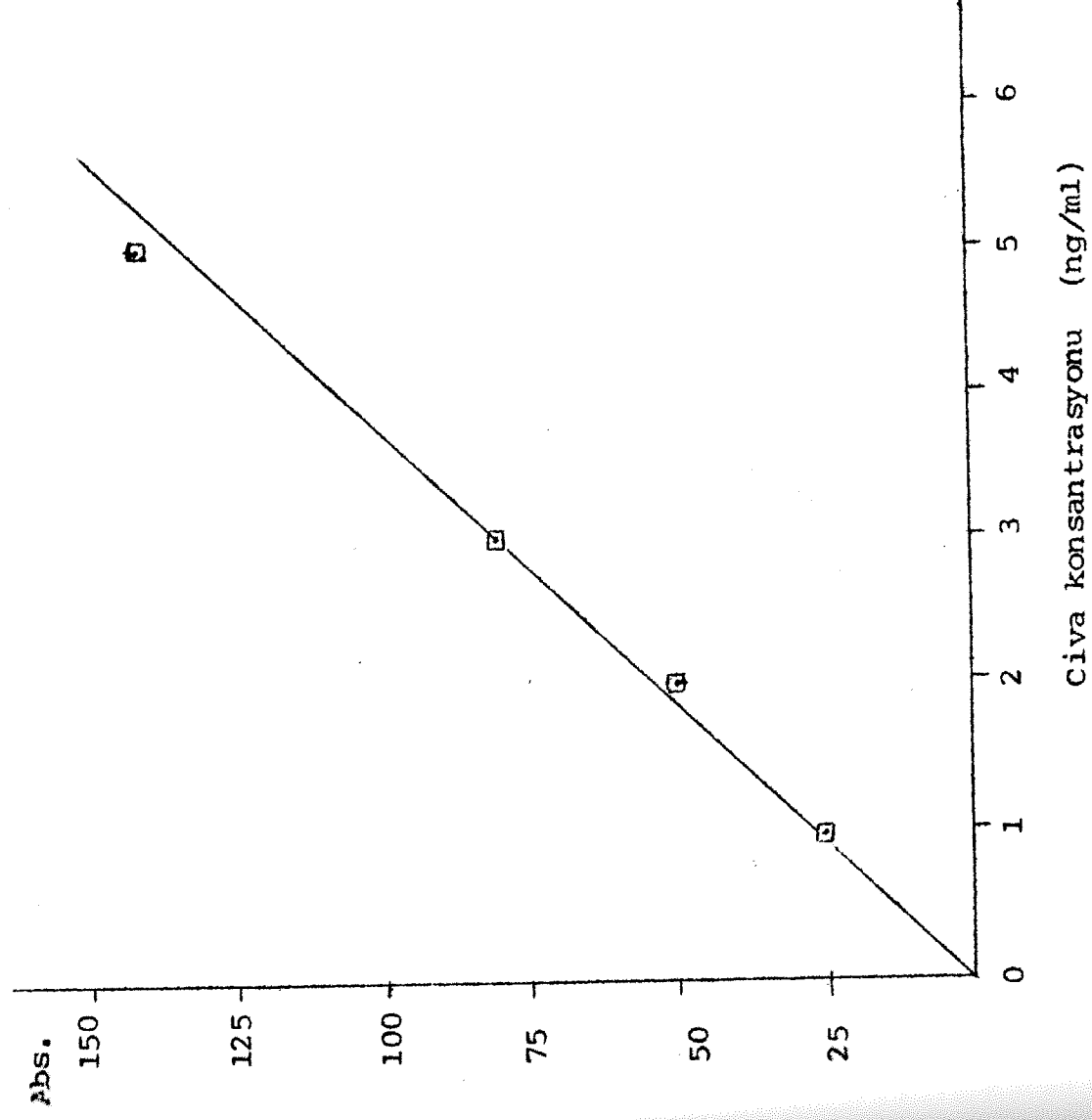
Dalga boyu : 253,7 nm

Skala genişletmesi: 2 x ve 5 x

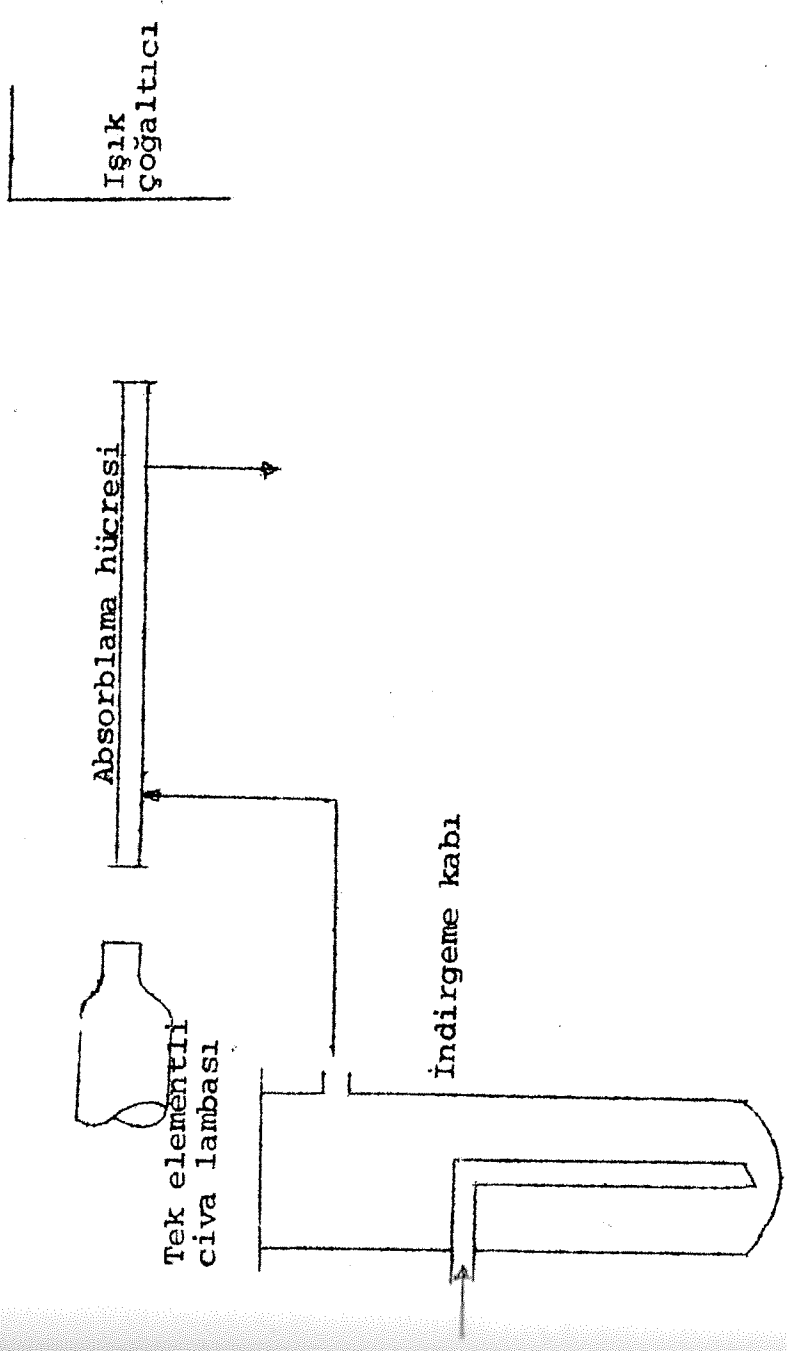
Hava akış hızı : 280 ml dakikada.



Şekil12: Toplam ciya kalibrasyon eğrisi



Şekil 3 : Anorganik cıva kalibrasyon eğrisi.



Şekil 4 : Soğuk Buhar Yöntemi Absorblama Cihazı

IV. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Kefal (Mugil auratus). yengeç (Portunus pelagicus), barbun (Mullus surmuletus) ve karides (Penaeus kerathurus) örneklerinin yakalanma tarihleri, standard uzunlukları, toplam yaş ağırlıkları ve toplam civa değerleri sırasıyla çizelge 1, 2, 3, ve 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 1, 2, 3, ve 4'ten faydalanarak, analiz edilen canlı türlerinde saptanan en düşük, en fazla ve ortalama toplam civa değerleri, analiz edilen örnek sayısı ile belirtilen zaman içerisinde analiz edilen aynı türden canlılarda elde edilen sonuçların bireyler arasındaki sapmaları (standard sapma) sırasıyla çizelge 5, 6, 7 ve 8'de verilmiştir. Kuru ağırlık değerleri, her tür için elde edilen yaş ağırlığının kuru ağırlığa olan oranı kullanılarak hesaplanmıştır.

Verilen dört çizelge incelendiği zaman, toplam civanın boy ve yaş ile doğrudan doğruya ilişkisinin olmadığı görülmektedir. Ancak çoğunlukla büyük canlılardaki civa miktarları küçüklere oranla daha yüksek olmaktadır. Öte yandan çizelgeler biraz dikkatli incelendiği zaman boyca küçük olan canlılarda yüksek değerlerle karşılaşılabilir. Örneğin Çizelge 4'te TC-206 kod nolu karidesin boyu 195 mm, içerdiği civa miktarı 133 ng/g; TC-48 kod nolu karidesin ise boyu 225 mm, civa miktarı 80 ng/g'dır. Yengeç, kefal ve barbun içinde aynı şekilde örnekler verilebilir.

Bilindiği gibi, Çukurova ve yörelerinde, civa içeren ilaçlar, büyük miktarlarda tarımsal amaçlar için kullanılmakta olup, yılda ortalama 130 kg dolaylarındadır (GTHB, 1979). Yıl içerisinde ise civalı ilaçlar en yoğun şekilde ilkbahar aylarında kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, bölgedeki yağış miktarları en fazla bu aylar içerisinde olmaktadır. Doğaya, çeşitli bileşikler halinde atılan civanın atmosfer ve su yolları (yağmur, akarsular vb. gibi) ile deniz ortamına taşınmasının sonuçları, karides hariç, analiz edilen diğer canlılarda belirgin bir şekilde görülmektedir. (Şekil 6, 7, 8).

Çizelge-1: Kefalin örnekleme zamanları, fiziksel özellikleri ve toplam civa miktarları.

Örnek No	Yakalandığı Tarih	Cinsiyeti	Standart Boyu (mm)	Toplam Yaş Ağırlık (g)	Yaş Ağ. Kuru Ağ.	T.Civa ^a Yaş Ağırlık (ng/g)
TC-7	28.10.1978	Erkek	300	314	4.31	22
TC-8	"		325	425	4.00	13
TC-9	"		380	696	4.02	17
TC-10	"		250	174	4.44	18
TC-11	"		280	269	4.23	26
TC-36	29.11.1978		220	104	4.60	27
TC-38	"		215	94	4.35	16
TC-39	"		195	77	4.34	22
TC-45	30.11.1978	Dişi	360	576	4.73	25
TC-46	"	Erkek	345	484	4.30	27 (28)
TC-47	"	"	395	655	4.43	29 (25)
TC-59	2.02.1979		375	625	4.40	22
TC-60	3.02.1979		335	449	4.61	23
TC-61	2.02.1979		270	213	5.15	17
TC-62	"		310	364	4.44	19
TC-63	"		275	263	4.20	40
TC-64	7.02.1979		240	168	4.69	12
TC-117	17.05.1979		152	32	4.27	54
TC-118	"		152	40	5.07	23
TC-119	"		160	42	5.07	33
TC-120	"		170	52	5.33	42
TC-121	"		188	76	4.87	44
TC-122	"		207	107	4.50	17
TC-181	19.9.1979		250	179	4.21	16
TC-182	"		242	155	3.79	9
TC-183	"		205	94	4.27	20
TC-184	"		182	69	4.51	19
TC-185	"		185	69	4.48	16
TC-186	"		137	25	4.35	19
TC-187	"		140	26	3.76	22
	5.6.1980		310	407	3.89	20
	"		280	315	4.54	18
	"		320	416	4.18	14

a) Parantez içindeki değerler aynı organizmanın ikinci kez analizinden elde edilen sonuçlardır.

Çizelge-2: Mavi Yengecin örneklem zamanları, fiziksel özellikleri ve toplam civa miktarları.

Kodu	Yakalandığı Tarih	Cinsiyeti	Boy (mm)	Top.Yaş. Ağırlığı (g)	Yaş Ağ. Kuru Ağ.	T.Civa Yaş Ağ. ng/g	Anorganik Civa ng/g	%Organik Civa
TC-29	7.11.1978	Erkek	49	294.24	--	64	---	---
TC.30	"	Dişi	40	191.36	4.81	73	---	---
TC-31	"	"	38	164.12	4.49	64	---	---
TC.43	29.11.1979	"	49	273	4.09	143	---	---
TC.44	"	"	53	329	5.12	56	---	---
TC.110	6.4.1979	"	27.5	149	3.94	50	---	---
TC.133	29.5.1979	Erkek	42	168	3.75	170	3.70	98
TC.134	"	Dişi	44	211	4.14	33	---	---
TC.135	"	Erkek	29	111	3.82	162	---	---
TC.147	2.6.1979	Dişi	34	171	---	269	---	---
TC.148	"	"	36	184.5	4.81	131	---	---
TC.149	1.8.1979	"	---	98	3.91	69	---	---
TC.170	6.9.1979	Erkek	37	193	4.42	82	---	---
TC.171	"	"	50	270	4.10	82	---	---
TC.172	"	Dişi	48	245	4.03	57	---	---
TC.173	"	Erkek	27	68	4.49	37	---	---
TC.190	11.10.1979	"	14.3	165	4.02	95	0.7	99.3
TC.192	"	"	12	110	4.22	32	---	---
TC.193	"	"	---	45	3.57	51	---	---
TC.228	10.3.1980	"	29	217	3.40	62	---	---

Çizelge-3: Barunun örnekleme zamanları, fiziksel özellikleri ve toplam civa miktarları.

Örnek No	Yakalandığı Tarih	Standard Boy(mm)	Toplam Yaş Ağ. b)	Yaş Ağ. Kuru Ağ.	Toplam Civa a)	Anorganik Civa a)	%Organik Civa
T-1	31.8.1977	125	22	6.00	16		
S-2	21.8.1977	99	17	5.52	16		
S-4	"	98	15	5.20	41		
C-169	3.3.1978	192	137	4.03	78		
C-174	"	184	122	3.49	4		
C-176	6.3.1978	181	114	3.52	34		
TC-57	3.2.1979	185	96	4.92 5.08	79 58		
TC-75	9.2.1979	115	25	5.17 5.06	44 (41)		
TC-76	"	130	30	4.18 4.94	34 (30)		
TC-79	"	120	25.3	4.62	25		
TC-86	21.3.1979	115	24.6	3.48	30		
TC-87	"	135	42.2	5.08	42		
TC-89	"	165	86.5	3.66	30		
TC-92	"	145	66.7	4.03	44		
TC-126	18.5.1979	205	157	4.67	43		
TC-128	"	185	88	5.67	76		
TC-129	"	160	80	3.92	49		
TC-150	1.8.1979	115	24.9	4.91	37		
TC-151	"	115	28	4.58	15		
TC-153	"	105	17.6	4.38	39		
TC-154	"	105	19.6	4.96	16		
TC-156	6.9.1979	150	50	4.68	36		
TC-157	"	145	38	4.65	46		
TC-158	"	145	39	4.90	24		
TC-160	"	120	34	4.84	51		
TC-161	"	110	22	5.00	22		
TC-233	26.3.1980	160	59	3.51	108	4.5	96
TC-234	"	130	32.3	4.56	83	--	--

a) ng/ g olarak

b) gr olarak

Çizelge-3 (Devamı)

Örnek No	Yakalandığı Tarih	Standard Boy(mm)	Toplam Yaş Ağ.		Toplam Yaş Ağ. Civa	% Organik	
			Kuru Ağ.	Civa		Anorganik Civa	% Organik
TC-235	26.3.1980	145	41.4	4.76	235	4.2	98
TC-236	"	135	35.8	4.31	130	2.5	98
TC-237	"	120	24.3	5.07	167	0.8	99.5
TC-238	"	120	24	4.31	165		
TC-252	9.5.1980	160	69.6	4.61	196		
TC-253	"	130	35.0	5.02	58		
TC-254	"	145	51.6	5.30	80		
TC-255	"	127	27.2	5.21	61		
TC-256	"	100	18.0	4.44	50		
TC-260	"	85	11.1	4.56	79		
TC-216	31.1.1980	220	213.2	4.49	260		
TC-263	2.7.1980	90	12.9	4.21	18		
TC-264	"	100	16.1	4.69	50		
TC-265	"	80	8.2	4.43	16		
TC-266	"	85	10.1	4.46	13		

Çizelge-4: Karidesin örnekleme zamanları, fiziksel özellikleri ve toplam civa miktarları miktarları.

Örnek No	Örneğin Alındığı Tarih	Standard Uzunluğu (mm)	Toplam Yaş Ağırlığı (g)	Toplam Civa ng/kg Yaş Ağ.	Anorganik Civa ng/g	% Organik Civa
TC-33	28.11.1978	120	11.6	33	---	---
TC-34	"	140	16.8	68	---	---
TC-48	30.11.1978	225	86.3	80	0.9	99
TC-49	"	195	55.6	104	1.0	99
TC-50	"	215	74.1	100	0.4	99.6
TC-54	11.1.1979	140	--	25	---	---
TC-58	3.2.1979	135	16.2	37	---	---
TC-146	10.6.1979	140	18.7	14	---	---
TC-162	6.9.1979	155	24.0	48	---	---
TC-163	"	135	13.0	20	---	---
TC-164	"	115	10.0	17	---	---
TC-165	"	95	5.5	18	---	---
TC-201	26.10.1979	140	17.2	33	---	---
TC-202	"	130	13.3	24	---	---
TC-203	"	110	8.6	10	---	---
TC-204	"	140	17.2	35	---	---
TC-205	"	130	13.1	40	---	---
TC-206	9.11.1979	195	46.0	133	1.5	99
TC-207	"	138	14.1	40	---	---
TC-208	"	130	11.5	24	---	---
TC-212	25.1.1980	160	22	12	---	---
TC-218	31.1.1980	170	27.1	21	---	---
TC-219	"	130	16.9	22	---	---
TC-220	13.2.1980	150	20.2	53	2.1	96
TC-222	6.3.1980	175	30.5	36	---	---
TC-223	"	165	25.3	15	---	---
TC-224	"	165	25.7	38	---	---

Çizelge-6: Mavi yengeçte toplam civanın aylara göre dağılımı.

Yakalandığı Tarih	Örnek Sayısı	Boy (cm) ^{a)}		Toplam ciya yaş Ağ.b)			Toplam Ciya Kuru Ağırlık(ng/g)	
		En az	En çok	Ortalama	En az	En çok		Ortalama
Kasım 78	5	38	53	46	56	143	64-6	308 - 26
Mart 79	1	--	--	--	--	--	296	Mavi yengeç değil
Nisan 79	1	--	--	27.5	--	--	50	197
Mayıs 79	3	29	44	38	33	170	122-63	465 - 232
Haziran 79	2	34	36	--	131	269	200-69	853 - 223
Agustos 79	1	--	--	--	--	--	69	270
Eylül 79	4	27	50	40.5	37	82	57-31	274 - 79
Ekim 79	3	12	14.3	--	32	95	59-8	233 - 107
Mart 80	1	--	--	29	--	--	--	62

a) Boylar iki kıskaç arasındaki ölçümdür.

b) ng/g olarak

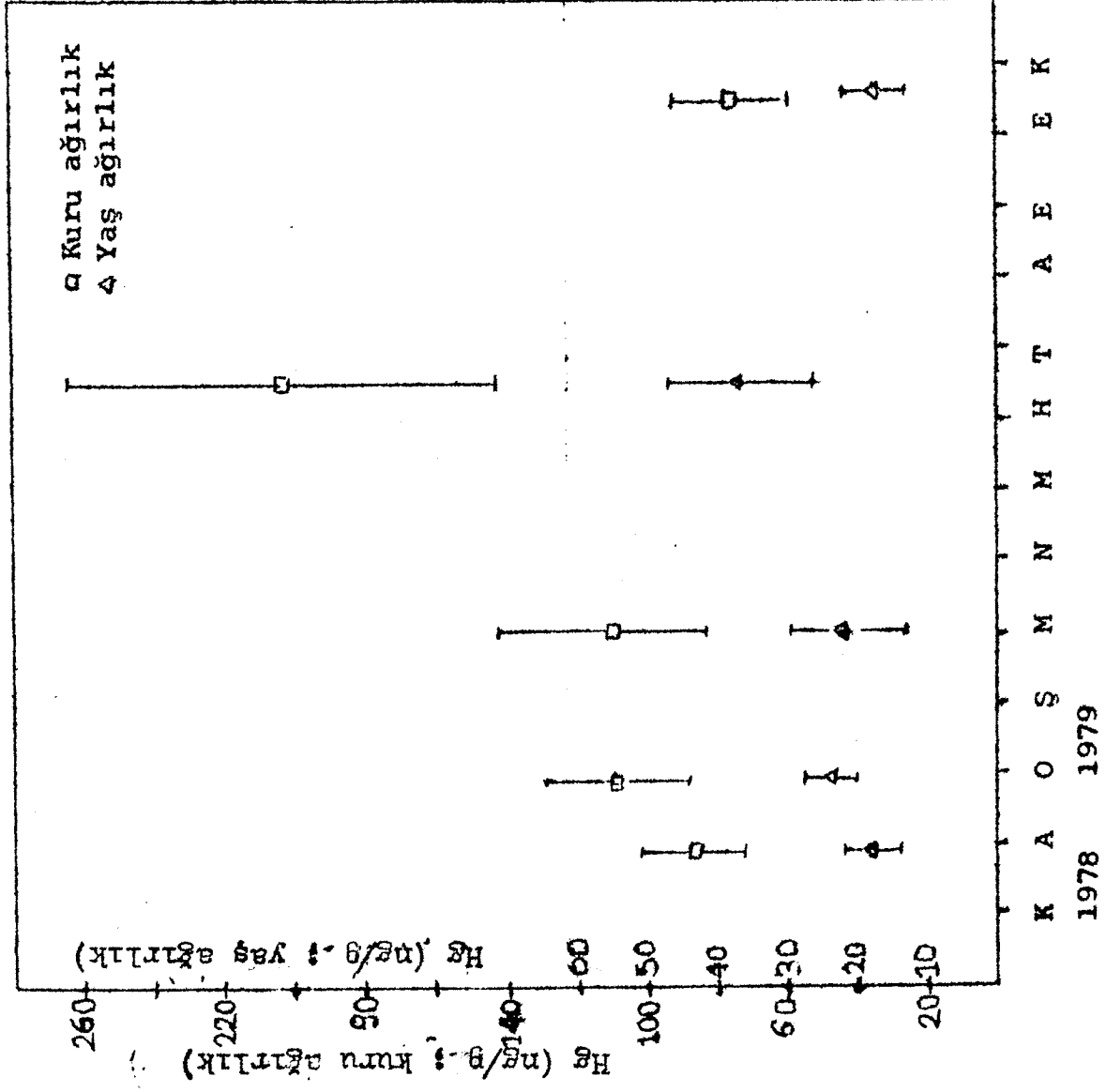
Çizelge-7: Barbunda toplam ciwanın aylara göre dağılımı.

Yakalandığı Tarih	Ornek sayısı	Boy (mm)		Toplam ciwa Yağ Ağ.a)			Toplam Ciwa Kuru Ağ. ng/g
		En az	En çok	Ortalama	En az	En çok	
Agustos 77	3	98	125	107	16	41	24 - 12 132 - 57
Mart 78	2	181	192	--	34	78	56 217 - 97
Şubat 79	4	115	185	138	25	58	40 - 12 165 - 43
Mart 79	4	115	165	140	30	44	37 - 7 151 - 46
Mayıs 79	3	160	205	185	43	76	56 - 14 275 - 111
Agustos 79	4	105	115	110	15	39	27 - 11 125 - 52
Eylül 79	5	110	150	134	22	51	36 - 12 171 - 53
Mart 80	5	120	160	133	83	167	131- 33 575 - 184
Mayıs 80	6	85	160	125	150	196	87 - 50 323 - 68
Temmuz 80	4	80	100	90	13	50	25 - 17 112 - 76

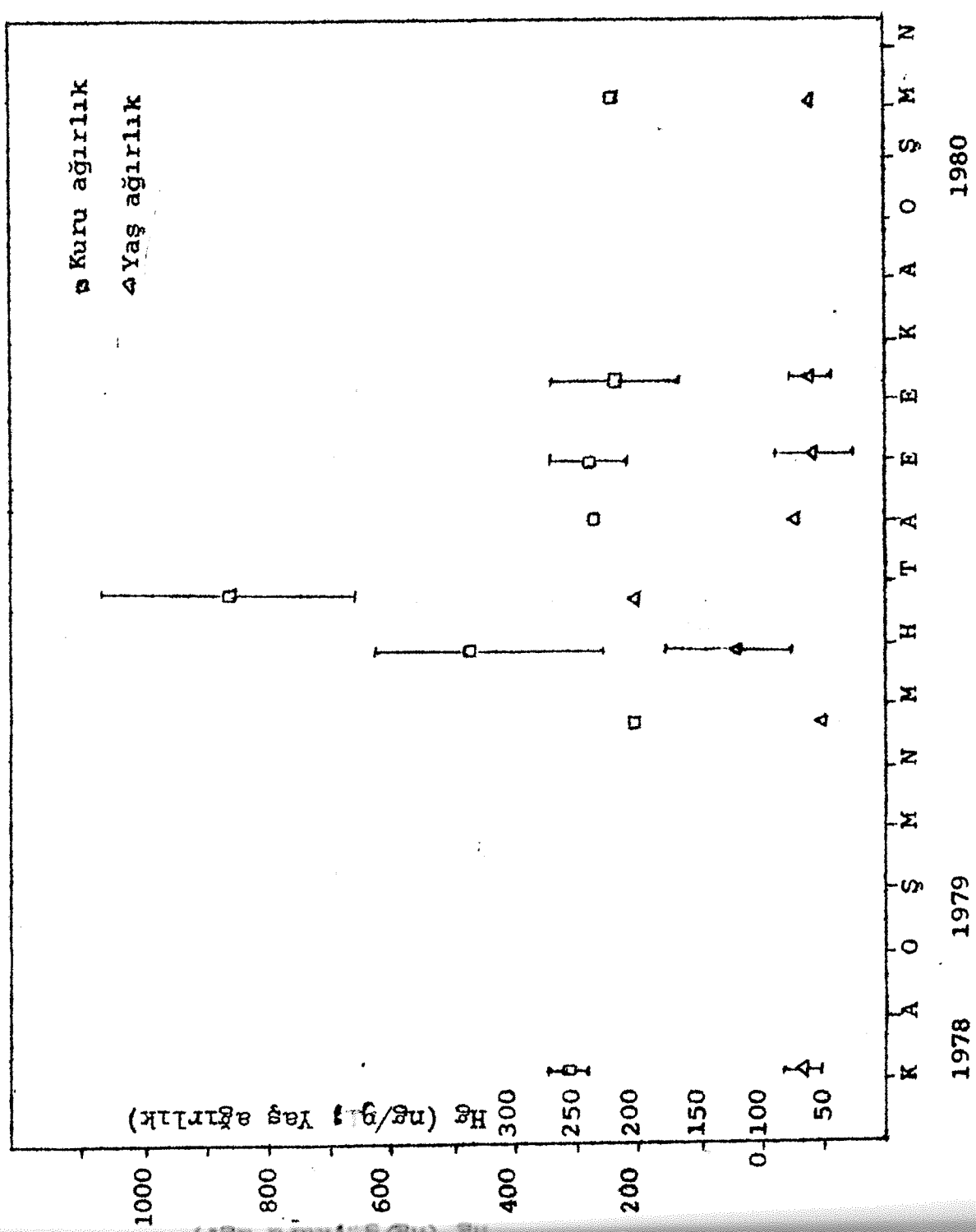
a) ng/g olarak

Çizelge-8: Karideste toplam ciğerin aylara göre dağılımı.

Analiz edilen Canlı	Yakalandığı Tarih	Örnek En az	Boy (mm)		En çok	T.Ciğer Yaş Ağ. ng/g		Kuru Ağ. ng/g
			En az	En çok		En az	En çok	
Karides	Kasım 78	5	120	225	179	33	104	77±26 313±106
	Ocak 79	1	--	--	140	--	--	25 102
	Şubat 79	1	--	--	135	--	--	37 150
	Haziran 79	1	--	--	140	--	--	14 56
	Eylül 79	4	95	155	125	17	48	26±13 106±53
	Ekim 79	5	110	140	130	10	40	28±11 114±45
	Kasım 79	3	130	195	154	24	133	32±8 130±33
	Ocak 80	3	130	170	153	12	22	18±5 73±20
	Şubat 80	1	--	--	150	--	--	53 215
	Mart 80	3	165	175	168	15	38	30±10 122±40

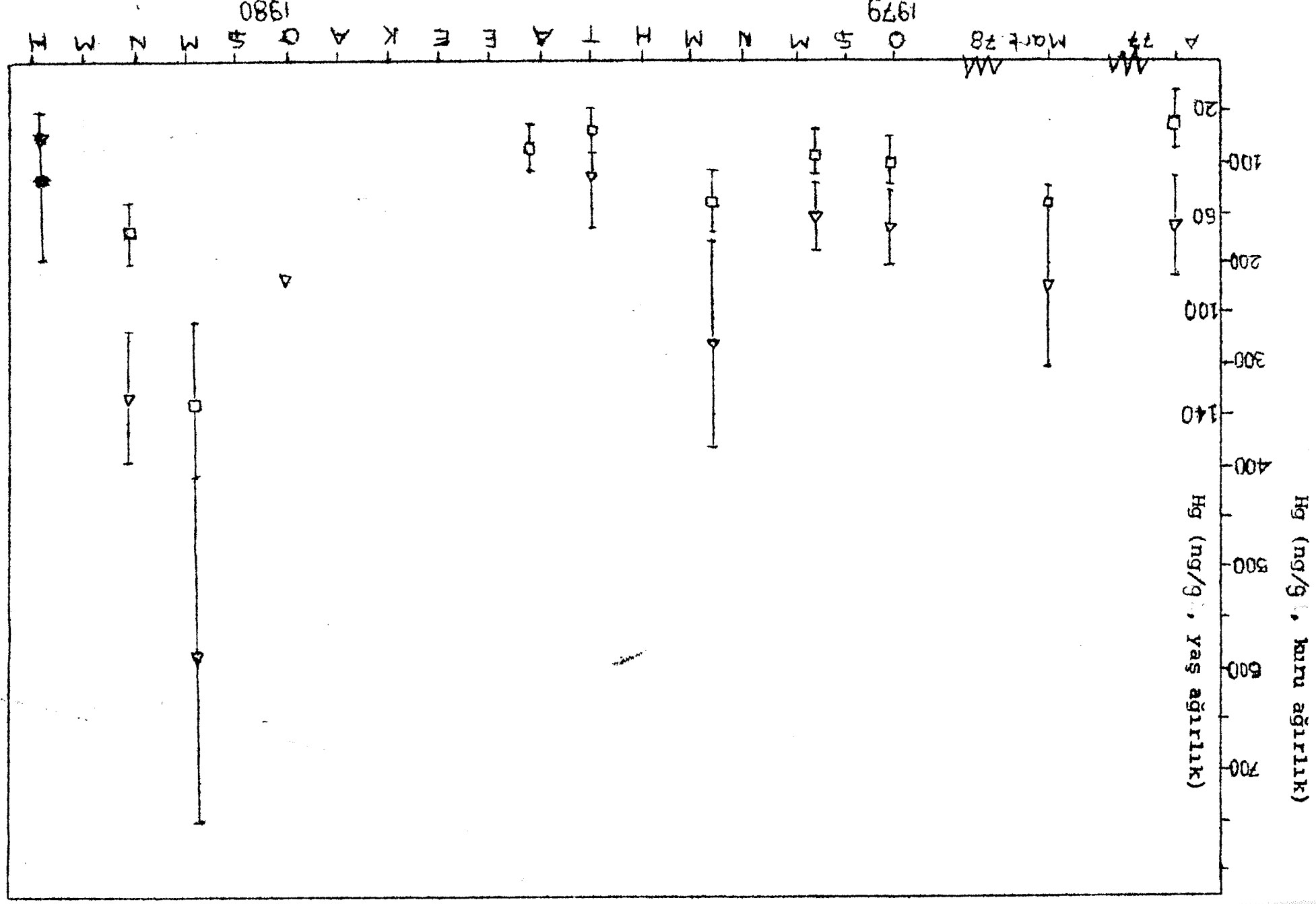


Şekil 16: Kefal'de (Mugil auratus) civa konsantrasyonunun zamana göre dağılımı



Şekil 7: Yengeçte (*Portunus Pelagicus*) civa konsantrasyonunun zamana göre dağılımı

Şekil 8: Barbur'da (*Mullus surmuletus*) Oliva Konsant rasyonunun zamana göre dağılımı



Şekil 6 ve Çizelge 5'den de görüleceği gibi kefalde, en yüksek toplam civa değerlerine ilkbahar aylarında ulaşılmaktadır. Mayıs 1979 ayında, ortalama toplam civa miktarı 199 ± 62 ng/g (kuru ağırlık olarak) olup, yılın diğer aylarına oranla iki kez daha fazladır. Bu artışın nedeni daha önce de açıklanmış gibi, bu aylardaki civa kullanım miktarlarının ve aynı zamanda da yağışların fazla olması, kıyı sularında beslenme ve yaşama alışkanlığı olan kefal-lerin, denizlere taşınan civa bileşiklerinden fazla etkilenmelerine neden olmaktadır.

Laboratuvarlarımızda yapılan çalışmalar kefalin yumurtlama zamanının Kasım ayı içerisinde olduğunu, bu sırada ise canlıların fizyolojik bir takım değişimler gösterdiği görülmektedir (Bingel, 1980). Bilindiği gibi organik civa bileşiklerinin yağlı dokulardaki çözünürlüğü yüksektir. Yumurtlama ile kefal dokularındaki yağ miktarı azalmakta, dolayısıyla içerdiği toplam civa miktarı da azalma göstermektedir.

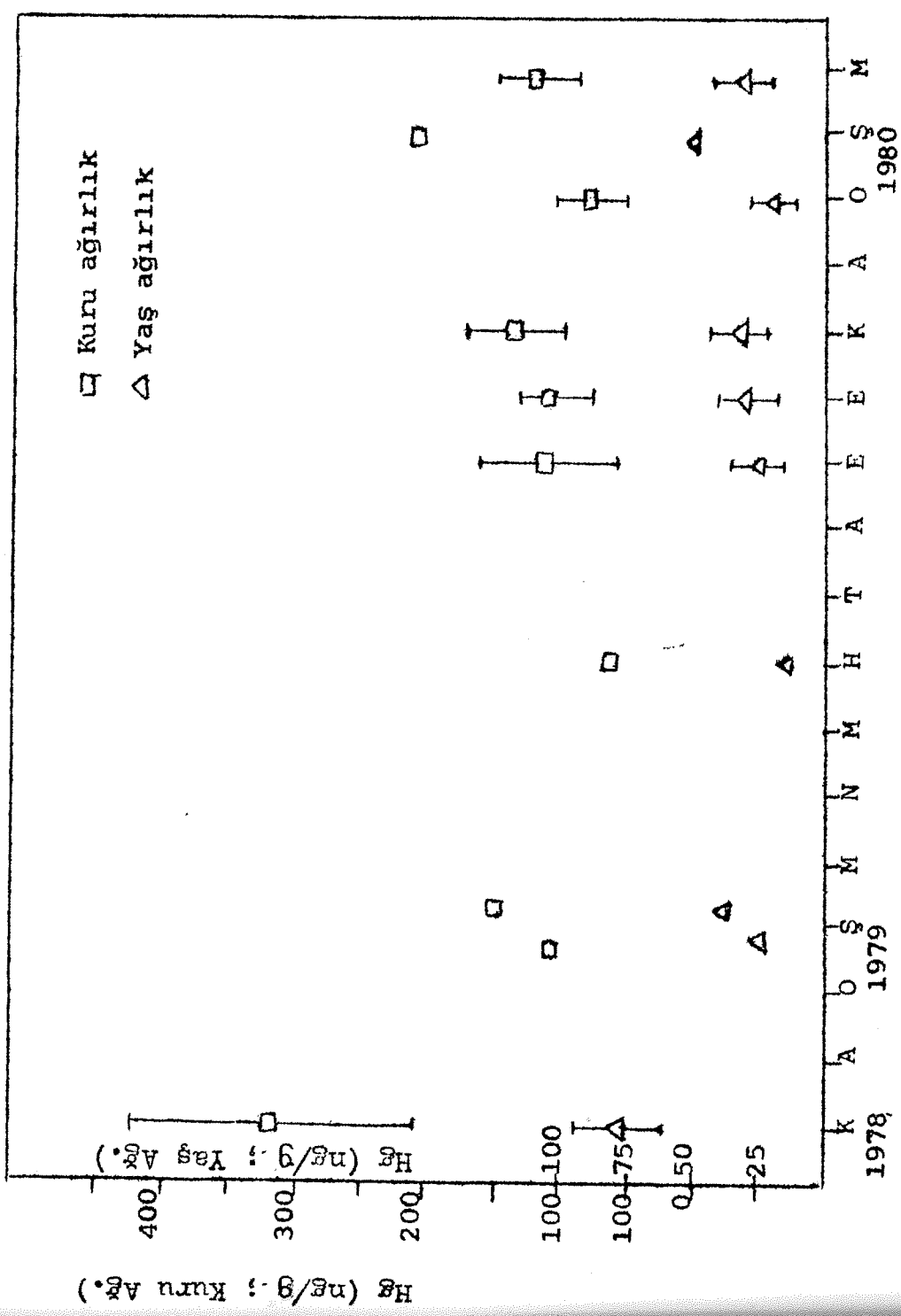
Çizelge 6'dan da görüleceği gibi Mavi yengeçteki (Akdeniz yengeci) toplam civa miktarları, kuru ağırlık olarak, en düşük 197 ve en yüksek 853 ng/g arasında değişmektedir. Bu değerler, kefal ve karidesteki değerlere göre yüksek, barbun ile birbirine yaklaşıktır. Örnek sayısı az olmakla beraber, Şekil 7'den toplam civanın yengeçte zamana göre dağılımı hakkında bir fikir edinilebilir. Yengeçteki toplam civa değerleri, kefale benzeyen fakat ilkbahar sonuna doğru artan bir dağılım göstermektedir. En yüksek değerine Haziran 1979 ayında ulaşmakta, 853 ± 223 ng/g, sonbahar ve kış aylarına doğru en düşük değerlerine düşmektedir.

Şekil 8 ve Çizelge 7'de barbunda saptanan toplam civa değerleri verilmiştir. Toplam civa değerleri, kefal ve yengeçte olduğu gibi Mayıs 1979 ayında en yüksek, 275 ± 69 ng/g, değerine ulaşmış, takip eden aylarda ise bir azalma göstermiştir. Fakat Mart 1980 ayında ise bir önceki yıla oranla daha fazla toplam civa bulunmuştur.

Bu artış iki nedenden olabilir. Birincisi, 1980 yılı Mart ayında bütün Türkiye ve Çukurova yöresi uzun yıllardan bu yana en yüksek yağış ve akarsu debisine ulaşmıştır. Daha öncede belirtildiği gibi, tarımsal amaçla kullanılan çeşitli civa bileşikleri, akarsular ve atmosfer yoluyla denizlere taşınmaktadır. Mart 1980 ayında, civalı ilaçların kullanım zamanı yağışların en yüksek olduğu zamanla çakışmaktadır. Buda, yüksek civa değerlerinin bulunmasına neden olabilir. İkinci neden, her ne kadar canlılar dokularındaki toksik madde miktarlarını düzenleyebilme ve bir kısmını vücudundan atabilme özelliğine sahipse de, dokularındaki, özellikle yağlı dokulardaki, toksik maddeleri tamamen yok edemekte, belli bir miktarın altına düşememektedir. Eğer daha sonra bu canlı tekrar kirletilmiş bir ortamla karşılaşursa, toksik maddeleri tekrar dokularında biriktirmekte, dolayısıyla daha önceki miktarlarda eklenerek, bir artış göstermektedir. Mart 1980 ayındaki artış bu yüzden olabilir.

Sonraki aylarda gözlenen düşüşlerin nedeni ise balıkların yumurtlama mevsimine girmiş olmaları ve toksik maddeleri düzenleyebilme özellikleri ile açıklanabilir. Gerek laboratuvarlarımızda yapılan çalışmalarda ve gerekse literatür çalışmalarında (Portman, J.E., 1972), canlılarda, özellikle balıklarda, civanın % 95-99'a kadar varan miktarlarının metil civa bileşiklerinde olduğu saptanmıştır. Bu tür bileşiklerin yağlı dokulardaki çözünürlüğü yüksektir. Yumurtlama mevsimine giren balığın etindeki yağ miktarı, hem dişi hem de erkek balıklarda % 4-5'den % 0.05 ile % 0.5'e kadar düşmektedir. Yağlı dokunun herhangi bir şekilde kullanılması gözlenen civa miktarlarında bir düşüye neden olmaktadır.

Karides, kefal, yengeç ve barbun'da gözlenenlerin tersine, bütün yıl boyunca ortalama aynı sonuçları vermektedir (Şekil 5, Çizelge 8). 1979 yılında ortalama değer, yaş ağırlık olarak, 30 ng/g. kuru ağırlık olarak yaklaşık 120 ng/g olmaktadır ki, bu değerler barbun ve yengeçe oranla daha düşüktür. Karideste, mevsimsel bir değişiklik gözlenmemesinin nedeni, bu canlının sürekli kabuk değiştirmesine bağlı olabilir.



Şekil 5: Karides'te (Penaeus Kerathurus) toplam cıvanın zamana göre dağılımı

Jerde ve Lasker (1972) yaptıkları araştırmalarda karideslerin sıcaklık ve tuzluluğa bağımlı olarak her 5-6 günde bir kabuk değiştirdiklerini göstermiştir. Kuzeydoğu Akdeniz'de bu tür bir çalışma olmamakla beraber, şartların uygun olması yüzünden, bu yörede karideslerin sık aralıklarla kabuk değiştikleri kabul edilebilir. Bertine ve Goldberg'in (1972), Belçika kıyılarından yakalanan karideslerde yaptıkları araştırmada kabuk değişiminin karidesteki civa miktarını azalttığı gözlenmiştir. Gene aynı araştırmada, kuru ağırlık olarak, karidesin kabuğunun, etli dokularından daha fazla civa içerdiği saptanmıştır. Karidesin kabuğu kuru ağırlık olarak, bütün vücudun ortalama % 50'si olduğu da düşünülürse, karideste gözlenen değişmez civa miktarının nedeni bu kabuk değiştirmeye bağlı olabilir.

Akdeniz'in diğer bölgelerinde ve bazı denizlerde, kefal, barbun, karides ve yengeçte saptanan civa miktarları sonuçlarla birlikte Çizelge 9'da verilmiştir.

Kefalde saptanan civa miktarları İsraili Kıyılarında bulunan miktarlarla aynı sınırlar içindedir (LEVITAN, 1974). Fakat, Akdeniz'de en fazla kirlenmiş bölge olarak kabul edilen Kuzey Adriyatik (BERNHARD, 1978) ve Trieste Körfezinde (MAJOR, 1979) elde edilen değerler Kuzeydoğu Akdeniz'e oranla oldukça yüksektir. Kuzeydoğu Akdeniz yöresinde elde edilen değerlere kıyıları kirlenmemiş açık denizlerde, örneğin Atlantik (STERNOR, R.D., 1975) ve Avusturalya (BEBBINGTON, N.G., 1977) kıyılarında ulaşılmaktadır. Çizelge 9'dan da görülebileceği gibi, Ege Kıyılarında bulunan değerlerin (UYSAL, 1979) Akdeniz'de en kirli bölge olarak kabul edilen Adriyatik değerlerine yakındır.

Barbun balığı, bu bölgede, kefale oranla daha fazla civa içermekle beraber, Akdeniz'in diğer yöreleriyle karşılaştırıldığında, çok daha az civa içerdiği Çizelge 9'dan kolayca görülür. Gene Adriyatik'te bulunan sonuçlar (BERNHARD, 1978), Kuzeydoğu Akdeniz değerlerinin 3-4 mislidir.

Çizelge-9: Erdemli ve Yöresinde Yakalanan Bazı Deniz Canlılarındaki Toplam
Civannın Karşılaştırmalı Sonuçları (ng/g) a)

Kefal (Mugil auratus)	Barbun ^{b)} (Mullus surmuletus)	Karides ^{b)} (Penaeus kerathurus)	Yengeç ^{b)} (Portunus pelagicus)
Bu çalışma	Bu çalışma	Bu çalışma	Bu çalışma
7.6 - 55	15 - 246	40 - 420	223 - 746
(24 - 12) ^{c)}	(71 - 56)	(152 - 100)	(470 - 277)
Ege Kıyıları	Kadiz Körfezi ^{d)}	La Jolla, ABD ^{g)}	Oslafjord,
Türkiye j)	80 - 800	800	Kuzey Denizi ^{e)}
124 - 283			390
Trieste Körfezi ⁱ⁾	Cebeli Tarık ^{d)}	Palas Verdes, ABD ^{g)}	Kanada,
27 - 104	190 - 390	500 - 2300	Atlantik Kıyıları ^{f)}
	(280)		320 - 640
			(480 - 120)
			840 - 1860
			(1440 - 460)
Adriyatik ^{d)}	Ebro-Blanes ^{d)}	Belçika Kıyıları ^{g)}	
80 - 1000	160 - 500	700 - 1600	
	(180)		
İsrail Kıyıları ^{h)}	Secca di Vade		
	Livorno ^{d)}		
6 - 81	630 - 600		
	Piombino ^{d)}		
	(360)		
	Trapern ^{d)}		
	70 - 110 (90)		

- a) Bu çalışmada ortalama Yaş Ağırlık/Kuru Ağırlık değerleri şöyledir; Kefalde 4,56, barbunda 4,65, Karideste 4,0, yengeçte 4,39.
b) Kefal ve barbunda yaş ağırlığı, yengeç ve karideste kuru ağırlığa göre verilmiştir.
c) Parantez içindeki değerler ortalama ile standard sapmayı göstermektedir.
d) Bernhard, M., 1978 g) Klein ve diğ. 1974 j) Uysal, H., 1979
e) Bertine, K.K., 1972 h) Levitan, 1974
f) Freeman, H.C., 1974 i) Major, L., 1979

La Jolla, (KLEIN ve GOLDBERG, 1970) ve Belçika (BERTINE ve GOLDBERG, 1972) kıyılarından yakalanan karideslerdeki toplam civa bu çalışmada elde edilen değerlerin iki ile dört katı kadardır. Bu kadar büyük farklar analiz edilen karideslerin türlerinin farklı olması yüzünden olabilir. Bu çalışmada analiz için yörede bol bulunan Penaeus kerathurus kullanılmış, fakat Belçika Kıyılarında yapılan analizlerde Orangon crangon kullanılmıştır. Bu tür farklılığı karidesler arasında beslenme ve yaşama rejimleri açısından, dolayısıyla civa oranları bakımından farklılık gösterilebilir.

Kanada (FREEMAN, 1974) ve Kuzey Denizin (ANDERSON ve NEELACTON, 1974) bazı yörelerindeki yengeçlerde saptanan toplam civa değerleri ile Kuzeydoğu Akdeniz'de bulunan değerler birbirine çok yakındır. Fakat Kanada'nın bazı yörelerinde ortalama olarak 1440 ng/g'a kadar ulaşan sonuçlar elde edilmiştir.

Görüleceği üzere, bu yöredeki toplam civa değerleri Dünya Sağlık Teşkilatınca konulan tehlike sınırının oldukça altındadır (WQC, 192).

Toplam civa analizlerinin yanı sıra, karideste, yengeçte, kefalde ve barbunda organik civa analizleri yapılmıştır. Yapılan analizlerde toplam ciivanın karideste % 96 - % 99.6, yengeçte % 98 - % 99.3, kefalde % 98 ve barbunda % 96 - % 99.5'ine varan miktarlarda organik civa olarak bulunduğu saptanmıştır. Bu değerler göstermektedir ki, deniz canlılarındaki ciivanın % 95 ile % 99'a kadar varan miktarları organik civa halinde ve özellikle de metilciva bileşikleri halindedir.

V. SONUÇ

Bu araştırmadan çıkarılan sonuçlar şunlardır:

1. Barbun türü (Mullus sp.) balıklar, deniz suyundaki kirliliğin izlenmesi açısından çok iyi bir göstergedir. Yapılan araştırmalarda midye ve istridyelerin bu amaçla kullanılabileceği belirtilmiştir(GOLDBERG ve diğ, 1978). Midyelerin yaşayamadığı yüksek tuzluluk ve sıcaklığı olan Kuzey Doğu Akdeniz gibi yörelerde kanımızca barbun balığı midye ve istridyenin bir seçeneği olabilir. Analizler yapılırken, balıkta olan fizyolojik değişiklikler de izlenmelidir.
2. Kefal de iyi izlenmesi koşulu ile, daha önceki kanıların (LEVİTAN ve YANNAI, 1974) tersine, civa kirliliğinin izlenmesi amacı ile gösterge olarak kullanılabilir.
3. Karides sürekli kabuk değişirmesi nedeniyle deniz suyu kirliliği için gösterge olamaz.
4. Civa kirliliğinin izlenmesinde gösterge olabilecek bir diğer canlı da yengeçtir. Yengeçlerin de yumurtlama ve kabuk değiştirme evrelerinin iyi izlenmesi gerekmektedir.
5. Barbun, kefal ve yengeçlerdeki civa miktarlarının düzenli aralıklarla (en az iki ayda bir) izlenmesi, deniz suyu, atmosfer ve karadaki civa bileşiklerinin sirkülasyonu hakkında bilgiler verebilir. Bu yapılırken meteorolojik olaylar ile canlıların fizyolojisi ve deniz suyundaki civa miktarlarının da iyi izlenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Anderson, A.T., ve Neelactan, B.B., (1974) "Mercury in Some Marine Organisms from the Oslofjord" Norwegian J.Zool. 22, S: 231-235.
- Bebbington, N.G., Mackay, N.J., Chvojka, R., Williams, R.J., ve diğ. (1977) "Heavy Metals, Selenium and Arsenic in Nine Species of Australia Commercia Fish", Aust. J.Mar.Freshwater Res. 28, S: 277-280.
- Bingel, F., (1980) Kişisel Tartışmalar
- Bernhard, M., (1978) "Heavy Metals and Chlorinated Hydrocarbons in the Mediterranean", Ocean Management, 3, S: 353-363.
- Bertine, K.K., ve Goldberg, E.D., (1972) "Trace Elements in Clams Mussels and Shrimp" Limnol. Oceanogr., 17(6), S: 877-884.
- CEC (1976), "Noxious Effects of Dangereous Substances in the Aquatic Environment", Final Report, Commission of the European Communities, Luxembourg.
- EPA (1976) "Quality Criteria for Water", U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.
- FAO, (1977) "Impact of Oil on the Marine Environment", Reports and Studies 6, Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Pollution (GESAMP), Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Fowler, S.W., Heyraud, M., La Rosa, J., (1976) "Mercury Kinetics in Marine Zooplankton" Activities Int. Lab.Mar. Radioactiv. Monaco, International Atomic Energy Agency, 187, S: 20-33.

- Freeman, H.C., Norne, D.A., Mc Tague, B., Mc Menemy, M., (1974) "Mercury in Some Canadian Atlantic Coast Fish and Shellfish", J.Fish.Res.Bd. Canada, 31(3), S: 369-372.
- Goldberg, E.D., ve diğ., (1978) "The Mussel Watch", Environmental Conservation 5(2), S: 1-25.
- GTHB (1979), T.C.Gıda-Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Bölge Zırai Mücadele ve Karantina Başkanlığı" 1975-1980 Çalışma Raporu ve Program Teklifleri", Adana.
- Jerde, C.W., ve Lasker, R., (1972) "Molting of Euphansid Shrimps: Shipboard Observations", Limnology and Oceanography, 11(1), S: 120-124.
- Keckes, S. ve Miettinen, J.K., (1973) "Mercury as a Marine Pollutant" IAEA-International Atomic Energy Agency, Publication No: 37, Viena.
- Klein, D.H., ve Goldberg, E.D., (1970) "Mercury in the Marine Environment", Environ.Sci. Tech., 4, S: 765-768.
- Korringa, P., ve Hagel, P., (1974) "Proceedings of the International Symposium on the Problems of Contamination of Man and His Environment by Mercury and Cadmium", Luxembourg, 3-5, July-1973, Commission of the European Communities, Luxembourg.
- Levitan, S., Rosner, L., ve Yannai, S., (1974) "Mercury Levels in Some Carnivorous and Herbivorous Israeli Fishes, and in their Habitats", Israil J. of Zoology, 23, S:135-142.
- Major, L., Nedoclon, G., Modunitti, G.B., ve Daris, F., (1979) "Levels of Metal Pollutants in Sediments and Biota of the Gulf of Trieste, A Long Term Survey", Int. Comm. for the Sci. Exp. of the Mediterranean Sea, Monte Carlo, Monaco, S: 237-243.

- McCarthy, J.H., Meuschke, J.L., Ficklin, W.H. ve Learned, R.E., (1970) "Mercury in the Atmosphere" in the "Mercury in the Environment", U.S. Geological Survey Professional Paper, No: 713, Washington, D.C.
- OECD (1974) "Mercury and the Environment, Studies of Mercury use, emission, biological impact and control", Organization for Economic Co-operation and Development, Paris, France.
- Pentreath, R.J., (1976) "The Accumulation of Organic Mercury From Sea Water by the Plaice, Pleuronectes platessa L." J.Exp. Mar.Biol. Ecol., 24, S: 121-132.
- Portman, J.E. (1972)" The Levels of Certain Metals in Fish From Coastal Waters Around England and Wales", Aquaculture, 1, S: 91-96.
- Sternor, R.D., ve Nuchless, G. (1977) "Heavy Metals in Organisms of the Atlantic Coast of S.W.Spain and Portugal" Marine Polut.Bull., 6, S: 89-92.
- Tunçel, G., (1978) "Biogeochemistry of Mercury-Development of Analytical Methods", M.Sc. Thesis, ODTÜ Deniz Bilimleri Bölümü, S: 71, Erdemli Turkey.
- UNEP (1977a) "Preliminary Report on the State of Pollution of the Mediterranean Sea", IG11/INF4, United Nations Environment Programme, Geneva, Switzerland.
- UNEP (1977 b), "Pollutants from Land-Based Sources in the Mediterranean", IG11/INF.5, United Nations Environment Programme, Geneva, Switzerland.
- Uysal, H. (1979) "Accumulation and Distribution of Heavy Metals in some Marine Organisms in the Bay of İzmir and in Aegean Coasts", Int. Comm. for the Sci. Expl. of the Med. Sea S: 213-217, Monte Carlo, Monaco.

- McCarthy, J.H., Meuschke, J.L., Ficklin, W.H. ve Learned, R.E., (1970) "Mercury in the Atmosphere" in the "Mercury in the Environment", U.S. Geological Survey Professional Paper, No: 713, Washington, D.C.
- OECD (1974) "Mercury and the Environment, Studies of Mercury use, emission, biological impact and control", Organization for Economic Co-operation and Development, Paris, France.
- Pentreath, R.J., (1976) "The Accumulation of Organic Mercury From Sea Water by the Plaice, Pleuronectes platessa L." J.Exp. Mar.Biol. Ecol., 24, S: 121-132.
- Portman, J.E. (1972)" The Levels of Certain Metals in Fish From Coastal Waters Around England and Wales", Aquaculture, 1, S: 91-96.
- Sternor, R.D., ve Nuchless, G. (1977) "Heavy Metals in Organisms* of the Atlantic Coast of S.W.Spain and Portugal" Marine Polut.Bull., 6, S: 89-92.
- Tunçel, G., (1978) "Biogeochemistry of Mercury-Development of Analytical Methods", M.Sc. Thesis, ODTÜ Deniz Bilimleri Bölümü, S: 71, Erdemli Turkey.
- UNEP (1977a) "Preliminary Report on the State of Pollution of the Mediterranean Sea", IGLL/INF4, United Nations Environment Programme, Geneva, Switzerland.
- UNEP (1977 b), "Pollutants from Land-Based Sources in the Mediterranean", IGLL/INF.5, United Nations Environment Programme, Geneva, Switzerland.
- Uysal, H. (1979) "Accumulation and Distribution of Heavy Metals in some Marine Organisms in the Bay of İzmir and in Aegean Coasts", Int. Comm. for the Sci. Expl. of the Med., Sea S: 213-217, Monte Carlo, Monaco.