

**T. C.
BAŞBAKANLIK
ATOM ENERJİSİ KOMİSYONU**

ÇEKMECE NÜKLEER ARAŞTIRMA VE EĞİTİM MERKEZİ

RAPOR No: 95

**DENİZ İĞNESİNDE ⁶⁵Zn BİRİKMESİ
VE BİYOLOJİK YARI - ÖMRÜ**

Sayhan TOPÇUOĞLU, Y. Doğan ANIL ve M. Yaşar ÜNLÜ

1972

Deniz İğnesinde ^{65}Zn Birikmesi ve Biyolojik Yarı - Ömrü

Özet : Ortamda bulunan serbest haldeki Zn^{65} birikimi deneylerinde hayvanların relatif spesifik aktiviteleri, ortama nazaran yedi misli ve aynı şartlarda EDTA ile kompleks halindeki Zn^{65} de bir misli daha fazladır.

Aynı türde gerek gıda yolu ile veya kompleks ve serbest Zn^{65} birikiminden sonra yapılan kayıp deneylerinde, birden fazla kompartman görülmüştür. Total biyolojik yarı-ömrü : Ortalama olarak gıda yolu ile biriktirilen Zn^{65} de 1-1.5 gün. 10^{-6} M EDTA ile kompleks haline gelmiş Zn^{65} de 131-150 gün ve serbest Zn^{65} 'in de 15-16 gün olarak bulunmuştur.

* * *

Abstract : The accumulation ratio of Zn^{65} in *Syngnathus abaster* given in ionic form was 7 whereas it dropped to 1 when the radioisotopes was given in an EDTA complex form.

More than one compartments has been observed in loss experiments carried out with the same species after accumulations of Zn^{65} via food, ionic and complex form with EDTA. The overall biological half-life was 1-1.5, 15-16, and 131-150 days respectively.

GİRİŞ ^{1) 2)}

Su ürünlerinden daha fazla yararlanmanın zarureti her geçen gün bütün dünyada önemli şekilde hissedilmektedir. Bunun nedenleri başında, açlığın ve insan nüfusunun hızla çoğalması ve karalardaki tarıma elverişli yerlerin darlığı ve git-tikçe çölleşerek yeteneklerini devamlı yitirmeleri gelmektedir (KASSAS 1971). Örneğin Uzak-Doğu ülkelerinde su ürünlerinden faydalanma başka yerlere göre çok fazladır. Bunun nedeni nüfus yoğunluğudur. Indicative World Pl a n'ın yapmış olduğu tahminlere göre halihazırdaki teknikle, balık ürünü bol olan bölgelerde her zaman tutulan balıkların 1985 de tahmini tutuluş miktarı 120 milyon ton'a ulaşacaktır. İnsanların denize yönelmesiyle beraber deniz bi-yolojisiyle ilgili bilimsel çalışmalara da çok önem verilmeğe başlanmıştır. Hidros-

¹⁾ Bu araştırma International Atomic Energy Agency (IAEA)'nın 960/RB no. lu kon-turatu ile desteklenmiştir.

²⁾ Bundan sonraki satırlarda bazı İngilizce terimlere yer verilmiştir. Bunun başlıca sebepleri : a - Bu terimlerin hemen hemen bu konuda çalışan herkes tarafından bilin-mesi, b - Yeni bir terim icat ederken yanlışlık yapma korkusudur.

ferin büyük yararları arasına insanların geniş ölçüdeki artık ve pisliklerini de alarak yok ettiğini de ekleyebiliriz. Fakat denizlere bıraktığımız radyoaktif artıklar için iyimser olamayız (ÜNLÜ 1970). Radyobiyojoloji, ekoloji ve Biogeokimya ile bağıntılı yeni bir bilim dalı olan radyoekoloji'nin deniz radyoekoloji ünitesi, özellikle son yıllarda (POLIKARPOV 1966) büyük önem kazanmıştır. Çünkü bu ilim sayesinde radyoaktif kirlenmenin insan sağlığına ve deniz kaynaklarına ekonomik bakımdan tesir edeceği tesbit edilmiştir.

Biz bu araştırmamızda deniz iğnelerinde Zn^{65} radyonüklidinin birikmesini ve yarı-ömrünü araştırdık. Bu balık türü *Syngnathidae*'lere dahil *Syngnathus* (LINN) deniz iğnelerinden boyları en fazla 14 cm olan (AKŞIRAY 1954) ve Küçük Çekmece Gölünde bulunan (BOZKURT 1955) *Syngnathus abaster* (RISS) türüdür. Deney hayvanı olarak bu spesiesi seçmemizin gerekçeleri arasında: Gıda zincirinde büyük balıklarla zooplanktonlar arasındaki halkayı teşkil etmeleri, özellikle Küçük Çekmece gölünde miktar bakımından küçük balık türü olarak en fazla bulunmaları ve laboratuvar şartlarına adaptasyon özelliklerini sıralayabiliriz.

Çinko formlarının deniz suyunda 1 ile 30 $\mu\text{g/l}$ arasında değiştiği (RICE 1963) belirtildiği gibi, (GOLDBERG 1965) konsantrasyon durumunu 10 $\mu\text{g/l}$ olarak göstermiştir. Diğer bir araştırma da deniz suyunda bulunan çinkonun değeri, ortalama $0,9 \times 10^{-5}$ g/l olarak, düşük değeri $2,8 \times 10^{-6}$ g/l ve yüksek değeri ise $1,6 \times 10^{-5}$ g/l olarak belirtilmektedir. Deniz suyunun tabii bir mikro elementi olan çinko tayininin çok hassas olduğu ve bölgelere göre değiştiği görülmektedir (HEYRAUD 1969). Zn^{65} deniz suyunda iyonik formlarda veya inorganik ve organik partiküllere absorbe olmuş olarak bulunur. Stabil çinko ise deniz suyu pH 8,1 de %10 iyonik, %40 partikül ve %50 organik materyellere bağlı olarak (kompleks çinko), üç farklı fiziko-kimyasal formlarda bulunabilir (BRANICA, ÜNLÜ 1970). İyon halindeki çinko başlıca hidrat halindeki iyon, Zn^{++} ve büyük miktardaki $ZnOH^+$ olarak tarif edilmiştir. Halihazırda partikül ve kompleks halindeki çinkonun spesifik formu bilinmemektedir (II. ENEA Semineri, Hamburg Eylül 1971).

Anodic stripping polarography ve radiopotentiostatic ölçmelerde, deniz suyunda herhangi bir pH derecesinde iyonik stabil çinko ve radyoaktif çinko miktarlarını bulmak mümkün olmuştur (BERNHARD 1969). Bu metodla çinkonun deniz suyundaki muhtelif formlarının dinamik equilibriumu üzerinde çalışılmış ve pH 8,1 de %10 olarak ölçülen iyonik çinkonun pH 1,4 de %100 olduğu görülmüştür. Demek ki pH 1,4 de kompleks haldeki çinko dissosiasyona uğramıştır. Radyoaktif çinkonun ise iyonik halde ilâve edildiği ortamda çinkonun sahip olduğu bütün fiziksel ve kimyasal formlara erişebil-

mesi için aylar lâzımdır. Dr. BRANICA'nın ("Ruder Boskovic" Institute, Yugoslavia) potentiostatik electrolysis ile yaptığı deneylerde deniz suyunun içindeki organik maddelerin inert olduğu ve equilibrium reaksiyonlara iştirak etmediği veya gayet az iştirak ettiğinden radyoaktif çinkonun uzun bir müddet iyonik halde kaldığı anlaşılmıştır. Dolayısı ile laboratuarda Zn^{65} birikimi deneylerinde bu radyonüklidin deniz suyuna normal olarak konan formu iyonik $^{65}Zn^{++}$ dir.

Deniz organizmaları, Nükleer Araştırma Merkezlerinden ve Nükleer Enerji Üretim Merkezlerinden ihmalle veya zorunlu olarak terkedilen veya başka nedenlerle ortama bırakılan radyoaktif artıklar ile nükleer bomba denemeleri neticesi ortam kirlenmesiyle kontamine olabilirler.

Zn^{65} deniz ortamındaki hayvan ve bitkilerde yüksek derecede birikebilir. Örneğin nükleer patlamaların denendiği Pasifik'de tutulan tuna balıklarında Zn^{65} bulunmuş (ICHIKAWA 1961) ve VINOGRADOV A. P.'ın yapmış olduğu analizlere göre bu çinkonun balıklardaki konsantrasyon oranı hayli yüksektir. Deniz organizmalarında bir radyoisotopun spesifik aktivite değeri, organizmanın çevresindeki aktivite dağılımının ölçüsü olarak kullanılmak istenildiği zaman bazı faktörlerin bilinmesi icap etmektedir. Bunlar : 1-Organizmanın radyoizotopu kullanabilmesi, 2-İzotopun radyoaktif yarı-ömrü, 3-Elementin ortamda kalış müddeti (Residence time), 4-Elementin organizmadaki yarı-ömrü'dür (JOYNER 1962).

Organizmaların konsantrasyon faktörleri bilindikten sonra, o ortamda yaşayan organizmaların radyoaktif izotop konsantrasyonu bulunarak, ortamın sahip olduğu radyoaktif izotop konsantrasyonu hakkında takribi fikir elde edilebilir. Ancak organizmanın konsantrasyonu, elementin fiziksel-kimyasal formuna, organizmanın individual varisyonuna, yaşına, mevsimsel değişikliğin fizyolojik tesirine ve gıda alışlarındaki individual ve mevsimsel değişikliklere bağlıdır. Bu nedenler laboratuarda çeşitli organizmalarda, değişik şartlarda ve farklı fiziksel-kimyasal formda radyonüklidler kullanarak metabolizmaları öğrenmek, ortamlarında devamlı kontroller ve araştırmalar yapmamızı zorunlu kılmaktadır.

3 — MATERYEL VE METOD

Bütün deneylerde kullandığımız *Syngnathus abaster* balık türü Küçükçekmece gölünden tutuldu ve deneye başlamadan önce laboratuardaki deney şartlarına birer hafta müddetle intibak ettirildi. Hayvanların ortalama ağırlıkları (Yüz hayvanda) 0,209 g. olarak bulunmuştur.

Küçük Çekmece gölünün nispeten temiz yeri olarak seçilen kuzey tarafının orta kısmından, plâstik toplayıcılarla alınarak pamuktan süzildükten sonra depo edilen göl suyu, Zn^{65} birikmesi deneylerinde kullanılmıştır. Bu suyun tuzluluğu ‰ 7,15 olarak tesbit edilmiştir. Kayıp deneylerinde ise, aynı yerden plâstik bidonlarla alınan göl suyu, saatte ortalama 1 litre su akıtan bir sistem kurularak akar su haline getirilmiştir. Bütün bu deneylerde kullanılan göl suyunun salinitesi, pH ve temperaturü devamlı olarak tayin edilmiştir (STRICKLAND ve PARSONS 1968).

Bütün deneylerde kullandığımız yüksek spesifik aktiviteli Zn^{65} (Çinko klorid formunda, 4m Ci/1,93 mg Zn) CENTO sayesinde Amersham Radiochemical Centre'den temin edilmiştir.

EDTA (Ethylene diamine tetra acetic acid) titriplex III olarak E. MERCK firmasından sağlanmıştır.

Hayvanlarda Zn^{65} 'in göl suyundan doğrudan doğruya birikmesinde neticeler birim hayvan ağırlığındaki ve birim deney kabındaki Zn^{65} konsantrasyonlarının oranı olarak değerlendirilmiştir. Gıdaya bağlanmış Zn^{65} kaybını araştırırken *Bacteria free* olmayan *Daphnia spec.* kullanılmıştır. Bu deneyde 1 litre havuz suyuna 40µ Ci Zn^{65} konularak 24 saat su pireleri bu vasatta tutulmuş ve tazyikli göl suyu ile yarım saat yıkandıktan sonra, deniz iğnelerinin ortamına yem olarak üç saat bırakılmıştır. Kayıp deneylerinde radiometrik ölçmelerin sonuçları hayvanların kayıp deneyleri başlangıcındaki sahip oldukları spesifik aktivitelerinin yüzdesine çevrilmiştir.

0,45 µ gözenekli millipore filtreler çift katlı olarak kullanılmış ve deney kabı su numunelerinin üst filtrede kalan Zn^{65} fraksiyonunun partikül fraksiyonu olarak değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Bütün hayvanlar, deney kabı numuneleri ve partikül fraksiyonlardaki Zn^{65} miktarının radiometrik tayinleri : *Tracermatic Utility scaler* sayacına bağlı *Sodium iodide kristalli scintillation dedektörü* (11/8" diameter × 1" high well type 9/16" diameter × 3/4" deep) kullanılarak yapılmıştır. Sayım geometrisi, Zn^{65} 'in dikeyi ve deney müddetince aletin hassasiyetini kontrol için bir iç standart kullanılarak gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Sayım hatası % 10'dan aşağı olarak tahmin edilmiştir.

Deney boyunca radiometrik ölçmelerle alınan değerler *Chauvenet's Criterion* ile kontrol edilmiş ve anormal değerler çıkarılmıştır.

Figürlerdeki sonuçlar ortalama $\pm$ standart hata (mean $\pm$ standard error) olarak belirtilmiş ve figürlerin çiziminde "least square test" metodundan faydalanılmıştır.

4 — NETİCELER VE MÜNAKAŞALAR

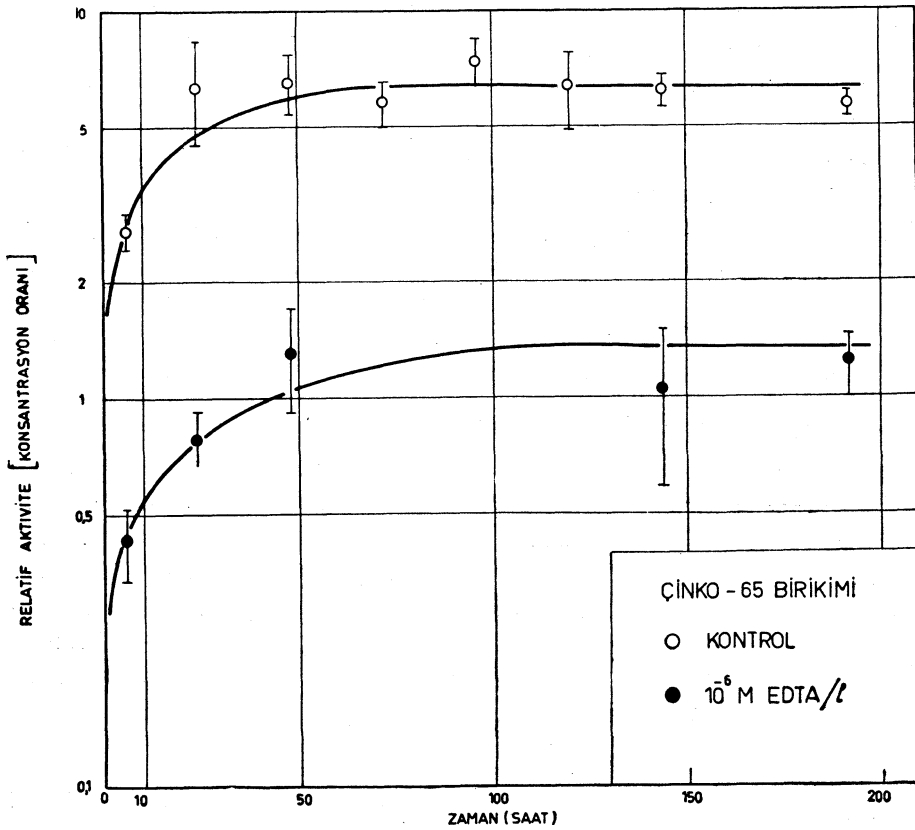
4.1 — Göl suyunda serbest haldeki Zn^{65} 'in deniz iğnelerinde birikmesi.

Deney şartları :

a — Pamuktan filtre edilmiş 4 litre göl suyu ile dolu ve devamlı havalandırılan plâstik kap.

b — Deneyde kullanılan total Zn^{65} konsantrasyonu : $40\mu Ci \approx 10\mu Ci/l$ ve $7,4 \times 10^{-8}$ M/l Zn.

c — Ortama deney başlangıcından 24 saat önce Zn^{65} konulmuş ve deney başlangıcında 50 hayvan ilâve edilmiştir. Sayım yapılan her zaman aralığında geliş güzel 5 hayvan alınmış ve ayrı ayrı sayılmıştır.



Şekil 1 - Canlı hayvan tarafından doğrudan doğruya göl suyundan alınan Zn^{65} birikmesi. (o) 5 hayvanın ortalamasıdır.

pH, Temperatur ve neticeler tablo 1, 2 ve şekil 1 de gösterilmiştir.

Şekildeki eğrinin de ifade ettiği gibi, serbest haldeki Zn^{65} 'i kapsayan göl suyu ile temasa gelen deniz iğneleri, 48 nci saate kadar radioaktivitelerinin süratle arttığı fakat bu saatten sonra önemli bir şekilde yavaşladığı ve equilibriuma ulaştığı görülür. Bu araştırmada hayvanların spesifik aktiviteleri ortama nazaran yedi misli daha fazladır. Deney sonlarına doğru konsantrasyon oranının artmayışının sebepleri olarak ; a-Küçük organik parçalara bağlanan çinkonun, ileride anlatılan deneyde görüleceği gibi, sindirim sisteminden süratle atılması, b-Tablo 2 de görüldüğü gibi partikül fraksiyona bağlanan Zn^{65} 'in zamanla % 84'e kadar ulaşması ve dolayısı ile deney boyunca dinamik bir equilibriuma ulaşamaması gösterilebilir. Bu deney bize deniz iğnesinin Zn^{65} 'i cansız partiküllere bağlanmış halde almadığını göstermiştir. Deney sonunda elde edilen konsantrasyon faktörü (SALTMAN ve BOROUGHS 1960)'un balık karaciğeri için elde ettikleri konsantrasyon faktörü olan 7 ile uyusmaktadır.

4.2 — Göl suyunda kompleks haldeki Zn^{65} +EDTA'nın deniz iğnelerinde birikmesi

Deney şartlarının 4-1 den farkı ortama 10^{-6} M EDTA/1 ilâve edilmesi ve 40 hayvan kullanılmasıdır. pH, temperatur ve neticeler tablo 1, 2 ve şekil 1 de gösterilmiştir.

Deneyde Zn^{65} , EDTA ile tamamen kompleks hale gelmiş olduğu (DUURSMA E. K. 1968) hesaplanmıştır.

48 nci saate kadar kompleks haldeki Zn^{65} 'i balıklar yukarıdaki deneyde olduğu gibi, süratle almakta ve bu saatten sonra yavaşlama bu deneyde de görülmektedir. Hayvanlarda ortama nazaran kompleks haldeki Zn^{65} birikiminin bir misli fazla olduğu bulunmuştur. Bu bize deniz iğnelerinin Zn^{65} 'i EDTA ile kompleks halindeyken konsantre etmediğini ifade eder.

4.3 — Gıdaya bağlanmış Zn^{65} 'in kayıp oranı

Deneyin gayesi, gıdaya bağlanmış Zn^{65} 'in alınışından sonra deniz iğnelerinde kaybını görmektir. Bu deneyde 45 hayvan kullanılmıştır. Su piresi 24 saat zarfında ortamdan kendisine % 52,75 oranında Zn^{65} bağlamıştır. Bu deneyde o v e r a l l h a l f - t i m e 34 saat ~ 1-1,5 gün, s l o w c o m p o n e n t 59 gün ~ 1422 saat ve f a s t c o m p o n e n t ~ 2 saat hesaplanmıştır (Tablo 3, Şekil 2). S l o w c o m p o n e n t ' i n L e a s t s q u a r e t e s t ' e göre ($y=a+bx$) bulunan eğri denklemi $y=1.7199-6.045 \times 10^{-4}x$ dir. Burada y ; x zamanına bağlı olmak üzere sahip olunan aktivite, (a) bir orantı sabiti, (b) eğim sabitidir.

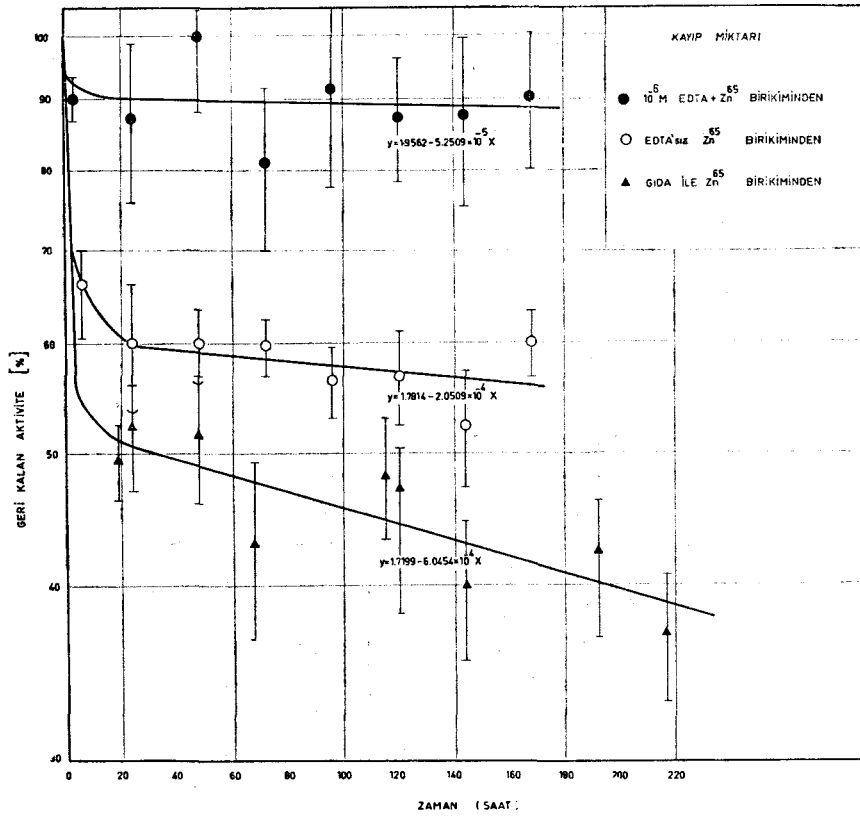
4.4 — Serbest Zn^{65} 'in kayıp oranı

Çeşitli tarzlarda olan Zn birikiminin kalış miktarı üzerindeki etkilerini

araştırmak için, gıda ile olan kontaminasyondan başka göl suyundaki serbest Zn^{65} ile kontamine olmuş hayvanlarda kayıp oranı araştırıldı (Şekil 2). Bu deneyde 40 hayvan kullanılmıştır. Overall half-time 370-400 saat $\sim 15-16$ gün, Slow component 180 gün ~ 4334 saat ve fast component ~ 2 saat olarak hesaplanmıştır. Slow component'in least square test'e göre bulunan eğri denklemi: $y = 1.7814 - 2.0509 \times 10^{-4} x$ dir.

4.5 — EDTA'ya bağlı Zn^{65} 'in kayıp oranı

Deneyde $10^{-6}M/1$ EDTA vasattaki bütün çinko miktarını kompleks hale getirilmesinde kullanılmış ve ortama 45 hayvan ilâve edilmiştir. Şekil 2 de görüldüğü gibi kompleks haldeki Zn^{65} kaybı overall half-time olarak $\sim 131-150$ gün, Slow component 490 gün ~ 11.859 saat ve fast component ~ 2 saat hesaplanmıştır. Slow component'in least square test'e göre bulunan eğri denklemi: $y = 1.9562 - 5.2509 \times 10^{-5} x$ dir.



Şekil 2 - Göl suyundan gıdaya bağlı, serbest ve kompleks olarak Zn^{65} birikimini takiben, canlı deniz iğnelerinin radioaktif olmayan akar göl suyunda Zn^{65} kaybı. Her işaret 5-8 hayvanın ortalamasıdır.

Deneylerden elde edilen neticeleri değerlendirecek, görürüz ki, deniz iğnesi gerek Zn^{65} 'i, ve gerekse kompleks haldeki radyoaktif çinkoyu, deney şartları sınırı içinde belirli bir seviyeye kadar biriktirmiştir. Her ne kadar deniz iğnesi Zn^{65} 'i gerek iyonik halde ve gerekse kompleks halde "Konsantrator" olarak biriktirmediği halde, almış olduğu aktiviteyi kolayca bırakmadığı yapılan deneylerden açıkça anlaşılmıştır. Gıdaya bağlanmış Zn^{65} birikiminden sonra, gözlenen loss deneyinde biyolojik yarı-ömür, diğer iki şekildeki Loss'tan elde edilen biyolojik yarı-ömürden daha kısa olarak görünürse de, bunun nedeni 3 saat gibi kısa bir uptake neticesi olduğu kuvvetle muhtemeldir. Eğer deneyimizde münasip zaman aralıklarında organizmamıza radyoaktif gıda verebilseydik, biyolojik yarı-ömrün daha uzun olacağı açıkça bellidir. Bununla şunu ifade etmek istiyoruz ki 3 saat gibi kısa bir radyoaktif gıda alımından 59 gün gibi uzun biyolojik yarı-ömür, gıda ile gelecek olan radyoaktif bulaşımın önemli bir yer işgal edeceğidir. Elde edilen gayet uzun biyolojik yarı-ömür, bize çinkonun bu hayvanda metabolizmaya iştirak ettiğini ifade eder. Ayrıca çeşitli yollarla alınan çinkonun gerek uptake ve gerekse loss'larında görülen değişiklikler çinko alımının passif olmaktan daha çok aktif bir metabolizma neticesi olduğunu ispatlar. Konsantrasyon oranları üzerine etken olan dış çevre baskıları ve metabolik değişiklikler deneyde elde edilen konsantrasyon oranlarını belki daha yüksek bir seviyeye ulaştırabilir. O zaman bu organizmanın çinkoya ait gayet uzun bir biyolojik yarı-ömrü gözönüne alınırsa, çevreyi radioaktif artıklarla kirletmede nasıl bir risk altına girdiğimizi hesaba katmamız icap eder.

Bu çalışmanın hazırlanmasında fikir ve tenkitleri için sayın Prof. Dr. Atıf ŞENGÜN'e dikkatli teknik yardımları için sayın Köksal BAŞSA ve Çağatay ERİZ'e teşekkürlerimizi sunmayı borç biliriz.

Tablo I

Zn^{65} birikmesinde deney kabı içindeki suda pH ve temperatur durumu.

KONTROL			10^{-6} M EDTA/1	
Zaman (saat)	Temperatür	pH	Temperatür	pH
0	22,5	7,85	22,5	7,86
6	23,0	8,00	23,0	8,00
24	23,5	8,27	23,5	8,05
48	25,5	8,30	25,5	8,20
72	22,0	8,30	—	—
96	22,5	—	—	—
120	21,9	8,25	—	—
144	21,5	8,32	21,5	8,20
192	25,5	8,22	25,5	8,03

Tablo II

Deniz iğnelerinde sudan alınan Zn^{65} ve $Zn^{65} + EDTA$ birikimi. Temperatur ve pH tablo 1. Salinite ‰7,15 kontrol grubunda 40 hayvan, EDTA'lı grupta 45 hayvan kullanılmıştır. Ortalama hayvan ağırlığı 0,209 g dır. A 765 cpm.

Zaman (Saat)	KONTROL				$10^{-6} M/l EDTA$			
	Deney kabı aktivitesi		Hayvanların aktivitesi (A/g)	Konsantras- yon oranı ($\frac{A/g}{A/ml}$)	Deney kabı aktivitesi		Hayvanların aktivitesi (A/g)	Konsantras- yon oranı ($\frac{A/g}{A/ml}$)
	Total (A/ml)	Filtre edileme- yen %			Total (A/ml)	Filtre edileme- yen %		
6	0,34	8,8	$0,92 \pm 0,09$	$2,71 \pm 0,28$	0,46	1,09	$0,20 \pm 0,04$	$0,43 \pm 0,09$
24	0,33	30,0	$2,11 \pm 0,63$	$6,39 \pm 1,91$	0,45	5,50	$0,36 \pm 0,06$	$0,79 \pm 0,13$
48	0,32	20,6	$2,10 \pm 0,37$	$6,56 \pm 1,17$	0,45	2,44	$0,59 \pm 0,18$	$1,31 \pm 0,40$
72	0,31	45,5	$1,80 \pm 0,22$	$5,80 \pm 0,71$	0,48	6,30	—	±
96	0,29	48,4	$2,19 \pm 0,29$	$7,42 \pm 0,98$	0,45	3,32	—	—
120	0,28	54,7	$1,81 \pm 0,41$	$6,35 \pm 1,46$	0,43	1,86	—	—
144	0,27	55,9	$1,68 \pm 0,15$	$6,22 \pm 0,58$	0,42	4,71	$0,45 \pm 0,20$	$1,06 \pm 0,47$
192	0,25	84,8	$1,43 \pm 0,10$	$5,72 \pm 0,40$	0,41	4,15	$0,51 \pm 0,09$	$1,24 \pm 2,20$

Tablo III

Kısa bir müddet radioaktif gıda verilen deniz iğnelerinde, temiz akar su ortamında Zn^{65} kayıp oranları. 45 hayvan kullanılan bu deneyde ortalama hayvan ağırlığı 0,209 g. dır. Temperatur $23 \pm 1^\circ C$, A 812 cpm.

Zaman (Saat)	Deniz İğnelerinin Aktivitesi	
	(A/g)	Başlangıçtaki akti- vitenin yüzdesi (%)
0	$0,25 \pm 0,04$	100,0
19	$0,14 \pm 0,02$	$49,37 \pm 3,17$
24	$0,14 \pm 0,02$	$52,15 \pm 5,19$
48	$0,15 \pm 0,04$	$51,46 \pm 5,45$
68	$0,10 \pm 0,01$	$42,98 \pm 6,38$
115	$0,14 \pm 0,03$	$48,15 \pm 4,85$
120	$0,12 \pm 0,03$	$47,08 \pm 3,34$
144	$0,10 \pm 0,02$	$39,99 \pm 4,64$
192	$0,14 \pm 0,04$	$42,40 \pm 4,89$
216	$0,11 \pm 0,03$	$36,97 \pm 3,95$

Tablo IV

Deniz iğnelerinde sudan alınan Zn^{65} ve $Zn^{65} + EDTA$ birikiminden sonra temiz akar su ortamında Zn^{65} kayıp oranları. Birikim deney şartları tablo I ve 2de verilmiştir. Zn^{65} kayıp deneyinin şartları : Kontrol grubunda 40 hayvan, EDTA'lı grupta 45 hayvan kullanılmıştır. Sıcaklık $23 \pm 1^\circ C$ ortalama hayvan ağırlığı 0,209 g dır. A 794 cpm.

Zaman (Saat)	K o n t r o l		10 ⁻⁶ M/l EDTA	
	Aktivite (A/g)	Başlangıçtaki aktivitenin yüzdesi (%)	Aktivite (A/g)	Başlangıçtaki aktivitenin yüzdesi (%)
0	0,89 $\pm$ 0,16	100,0	0,11 $\pm$ 0,02	100,0
3	0,58 $\pm$ 0,15	54,41 $\pm$ 5,32	0,11 $\pm$ 0,04	90,27 $\pm$ 3,25
6	0,59 $\pm$ 0,12	65,33 $\pm$ 4,90	—	—
24	0,58 $\pm$ 0,14	59,87 $\pm$ 6,41	0,10 $\pm$ 0,03	87,40 $\pm$ 11,48
48	0,54 $\pm$ 0,11	59,96 $\pm$ 3,64	0,13 $\pm$ 0,04	100,57 $\pm$ 12,60
72	0,45 $\pm$ 0,13	59,71 $\pm$ 2,75	0,10 $\pm$ 0,03	81,08 $\pm$ 11,15
96	0,42 $\pm$ 0,06	56,33 $\pm$ 3,34	0,11 $\pm$ 0,40	91,65 $\pm$ 13,71
120	0,54 $\pm$ 0,16	56,72 $\pm$ 4,26	0,12 $\pm$ 0,04	87,40 $\pm$ 9,04
144	0,58 $\pm$ 0,18	52,31 $\pm$ 5,10	0,11 $\pm$ 0,04	87,60 $\pm$ 12,50
168	0,44 $\pm$ 0,15	60,01 $\pm$ 3,30	0,11 $\pm$ 0,04	90,98 $\pm$ 11,13

BİBLİYOGRAFYA

- AKŞIRAY. F., 1954 : Türkiye Deniz Balıkları. Hidrobioloji Araştırma Enstitüsü yayınlarından, sayı 1.
- BERNHARD. M., 1968-69 : Studies on the radioactive contamination of the sea. CNEN Report No. RT:BIO (70)-11.
- BOZKURT. B., 1955 : Seenadeln (Syngnathiden) Aus dem süswasser der Türkei. Communications de la faculté des sciences de L'Université d'Ankara. Série C. Tome IV, Fasc 2
- DUURSMA E. K., 1968 : Organic chelation of Co^{60} and Zn^{65} by Leucine in relation to sorption by sediments. Proceedings of Symposium on "Organic matter in natural environment" Un of Alaska, 2-4 Sept. 1968.
- GOLDBERG E. D., 1965 : Minor elements in sea water. In Chemical Oceanograph. (U. P. Riley and G. Skirrow, eds.) 1, 163-196 Academic Press. LONDON.
- HEYRAUD M. D., 1969 : Influence de quelques de l'environnement sur la fixation du Zn^{65} par tapes decussatus L. Universite de Nice. Faculté des Sciences (Diplome d'etudes supérieures).
- ICHIKAWA R., 1961 : On the concentration factors of some important radionuclides in marine food organism. Japanese society of scientific fisheries. 27 (1) : 66-74

- JOYNER T., 1962 : Effects of the biological specificity of zinc on the distribution of Zn^{65} in the fish fauna of a coral atoll lagoon. University of Washington.
- KASSAS M., 1971 : The history of Land use in the mediterranean Coastal Land of N. During the last 2000 years, how sound Ecological methods of Land use have this area productive and how it became desert. International conference on environmental problems. 21-28 July 1971 İstanbul.
- KECKES S., OZRETİÇ B. and KRAJNOVIÇ. M 1968 : Loss of Zn^{65} in the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Malacologia*, 7(1) : 1-6.
- POLIKARPOV G. G., 1966 : Radioecology of aquatic organism. North-Holland. Publishing Company, Amsterdam.
- RICE T. R., 1963 : Review of zinc in ecology in Radioecology (V. Schultz and A. W. Klement, Jr., eds 619-631, Reinhold, New-York.
- SALTMAN P. and H. BOROUGHS 1960 : The accumulation of zinc by fish liver slices. *Arch. Biochem. Biophys.* 86, 169-174.
- STRICKLAND J. D. H. and T. R. PARSONS 1968 : Practical handbook of sea water analysis bulletin No : 167 Fisheries. Research Board of Canada, Ottawa.
- ÜNLÜ M. Y., 1970 : Radioekoloji ve problemleri. Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi yayını. ÇNAEM 75, 1-24 sayfa.
- ÜNLÜ M. Y., (Baskıda) : Metabolism of Zn^{65} in *hermione hystrix*.