

ARAŞTIRMALAR :

Eksperimental Çalışmalar

A.Ü. Tıp Fakültesi Fizyoloji Kürsüsü

YÜKSEK BASINCIN SOĞUK KANLI VÜCUT ISISI VE KALP ATIM FREKANSI ÜZERİNE ETKİSİ

Dr. Sema Yavuzer*

Daha önce yüksek basıncın sıcak kanlı vücut ısısı, kan oksido-redüksiyon potansiyeli ve EKG üzerindeki etkilerini araştırdığımız bazı çalışmalarımızda:

- a) Vücut ısısında basınç artışına paralel seyreden önemli bir düşme,
- b) Kan redoks potansiyelinde kontrol deneylerine nazaran 4.4 % - 10.07 % arasında bir azalma,
- c) Kalb atım frekansında dikkati çekecek bir azalma meydana geldiğini müşahade etmiştik. Bilateral vagatomi ve atropin tatbikatı yüksek basınç altında ortaya çıkan bradikardiyi önemli derecede değiştirmiyordu (11, 12).

Literatürde aynı şartlar altında bizim sonuçlarımıza benzer sonuçlar bulunduğu gibi, tamamen farklı bulgularda mevcut idi (8). Bu bakımdan biz kara kaplumbağaları üzerindeki bu çalışmayı sıcak kanlılarda elde ettiğimiz sonuçları bir dereceye kadar kontrol etmek üzere, yüksek basınç altında vücut ısısı, kan redoks potansiyeli ve EKG de meydana gelecek değişiklikleri sıcak ve soğuk kanlıda mukayese amacı ile yaptık.

* A.Ü. Tıp Fakültesi Fizyoloji Kürsüsü Doçenti.

MATERYEL VE METOD

Deneylerde ortalama 2 kg. ağırlığında 40 kara kaplumbağası kullanıldı. Hayvanlar intraperitoneal nembütal ile uyutulduktan sonra vücut ısıları (kan, karaciğer, kas) karın kısmında yaklaşık olarak 8x8 cm² lik bir kabuk kısmı dikkatlice kaldırılarak, ısının ölçüleceği yerlere yerleştirilip tesbit edilen bakır - konstantan termocoupl'lar vasıtası ile Beckman dynograph'ında yazdırıldı. EKG bacaklara tatbik edilen iğne elektrotlarla Swartzler elektrokardiyografında kaydedtirildi. Kan redoks potansiyeli kalomel (referens elektrot) ve platin elektrotlar kullanılarak Metrom potansiyometresinde ölçüldü.

Ölçümler ve kayıtlar basınca maruz kalmadan önce kontrol değerleri olarak, basınç altında (istenilen basınca çıkıldıktan hemen sonra ve her yarım saatte bir olmak üzere) iki saatlik deney süresince yapıldı.

Yüksek basınç kamerası olarak Bethlehem firmasının küçük boy "Hyperbaric oxygen therapy chamber" ı kullanıldı, Chamber nemliliği muayyen seviyede tutulmaya gayret edildi ve deney süresince basınç kamerasında 1 lt/dakikalık ventilasyona müsaade edildi. Ayrıca bir Fransız Bergman Thermograph'ı ile devamlı olarak Chamber ısısı yazdırıldı.

Kontrol değerler yazdırıldıktan sonra ortalama beş dakikada 2-7 atmosfer basınçlar arasında istenilen basınca çıkıldı ve 2 saatlik süreyle sabit tutuldu. Deney sonunda ortalama 30-42 dakikada chamber boşaltıldı, ani ve patlayıcı decompresyondan sakınıldı.

Deney esnasında elde edilen traselerden EKG sadece ritim ve frekans yönünden değerlendirildi. Isı kayıtlarındaki sapmaların kaç dereceye tekabül ettiği başlangıçta yapılan kalibrasyondan faydalanılarak hesaplandı. Sapmaların pozitif veya negatif oluşuna göre bulunan rakam chamber ısısına eklenerek veya çıkarılarak vücut ısıları bulundu. Redoks potansiyel ölçümlerinden elde edilen değerler hidrojen elektrotu göre indirgendi.

BULGULAR

A — Isı Bulguları:

Tablo - I normal ve yüksek basınç altındaki ısı değerlerini göstermektedir. 2-7 atmosferlik yüksek hava basıncı altında kontrol ısılarına göre ortalama olarak kan ısısında 1.80-8.18, karaciğer ısısında 1.80-5.17, kas ısısında 0.74-4 - 4.55 C° arasında bir ısı artışı müşahade edildi (Tablo - I).

TABLO : I

2 - 7 ATMOSFER BASINÇLARDA KAN, KARACİĞER VE KAS ISI
ORTALAMALARI

Atmos-fer ba-sıncı	Isının yazdı-rıldığı	Basınç Öncesi	BASINÇ ALTINDA					% Azal-ma Artma		
			Yer	30'	60'	90'	120'	Ortalama Fark		
2 Ata	Kan	27.2	28.8	28.8	29.53	29.16	29.09	1.89	—	6.9
	K. Cığer	27	28.7	28.9	28.7	28.8	28.8	1.8	—	6.6
	Kas	27.6	28.2	28.9	28	28.2	28.3	0.74	—	2.53
4 Ata	Kan	25.24	26.34	26.20	26.24	26.20	26.24	0.82	—	3.22
	K. Cığer	25.56	26.54	26.72	25.70	25.94	26.24	0.82	—	3.22
	Kas	24.9	26.38	25.42	26.4	26.14	26.04	1.14	—	4.7
5 Ata	Kan	25.37	27.25	27.45	27.25	27.17	27.28	1.91	—	7.5
	K. Cığer	25.36	26.7	26.57	26.52	26.37	26.54	1.18	—	4.6
	Kas	25.25	27.15	26.32	26.3	26.75	26.34	0.99	—	3.9
6 Ata	Kan	28.25	29.8	30.5	29.8	29.4	28.8	1.55	—	5.5
	K. Cığer	26.75	28.75	28.65	28	27.5	28.22	1.47	—	5.5
	Kas	26	27.75	28	28	27.55	27.82	1.82	—	7
7 Ata	Kan	14.7	22.25	21.87	21.87	21.56	21.88	8.18	—	55
	K. Cığer	14.38	19.75	19.36	20	19.36	19.55	5.17	—	30
	Kas	14.7	19.18	19.07	19.75	19.07	19.25	4.55	—	30

2 - 7 atmosfer basınçlarda chamber ısısı artışı ise 0.76 - 1.5 C° arasında idi. Yani biraz daha yüksek seyretmekle beraber basınç altındaki vücut ısısı artışı chamber ısısı artışına aşağı yukarı paralel seyretmektedir. Şöyleki basınç kamarasındaki % 4 - % 7.9 arasındaki ısı artışına karşılık kan ısısında % 6.9 - % 55, karaciğer ısısında % 6.6 - % 30, kas ısısında % 2.5 - % 30 arasında bir artma meydana gelmiştir (Tablo: II).

TABLO : II

2-7 ATA BASINÇLARDA CHAMBER VE VÜCUT ISILARINDAKİ
ORTALAMA VE % ARTIŞ.

Basın	Chamber		Kan		Karaciğer		Kas	
	C°	%	C°	%	C°	%	C°	%
2 Ata	0.76	4	1.89	6.9	1.80	6.6	0.74	2.5
4 Ata	1.84	7	0.82	3.2	0.82	3.2	1.14	4.7
5 Ata	1.52	7.3	1.91	7.5	1.18	4.6	0.99	3.9
6 Ata	1.57	7.4	1.55	5.5	1.47	5.5	1.82	7
7 Ata	1.57	7.9	8.18	55	5.17	30	4.55	30

B — Redoks Potansiyel Bulguları:

Tablo: III, 2-7 atmosfer basınçlardaki ortalama redoks potansiyel değerlerini göstermektedir. Her ne kadar yüksek hava basıncı altında kan redoks potansiyelinde % 20 ile % 1600 arasında bir yükselme meydana gelmekte ise de, bu artış basınç artışıyla paralellik göstermemekte, gayri muntazam seyretmektedir.

TABLO : III

**2-7 ATMOSFER HAVA BASINCI ALTINDA ORTALAMA REDOKS
POTANSİYEL DEĞERLERİ (mv).**

Atmos. Basıncı	Basıncı Öncesi	BASINÇ ALTINDA						Ortalama	Fark
		Hemen	30'	60'	90'	120'			
2 Ata	+4	+62	+76	+75	+73	+74	+69	+65	
3 Ata	+85	+53	+69	+120	+120	+119	+103	+18	
4 Ata	+85	+105	+115	+122	+150	+160	+130.4	+45.4	
5 Ata	—85	—123	—71	—48	—47	—49	—67	+18	
6 Ata	—100	—100	—40	+20	+110	+100	+22	+88	
7 Ata	—100	—80	—40	—10	—10	—10	+3.2	+96.8	

TABLO : IV

2-7 ATMOSFER BASINÇLAR ALTINDA KALB DAKİKA ATIM SAYISI

Atmosfer Basıncı	Basıncı Önce	BASINÇ ALTINDA				
		Basıncı ula- şıldıktan he- men sonra	30'	60'	90'	120'
2 Ata	31	30	30	27	24	22
3 Ata	23	23	22	20	20	19
4 Ata	35	35	34	30	29	26
4 Ata	14	28	29	29	29	27
5 Ata	38	36	40	40	39	37
6 Ata	31	33	33	30	16	15
6 Ata	27	28	36	34	33	30
7 Ata	28	27	26	22	16	15

TABLO : V

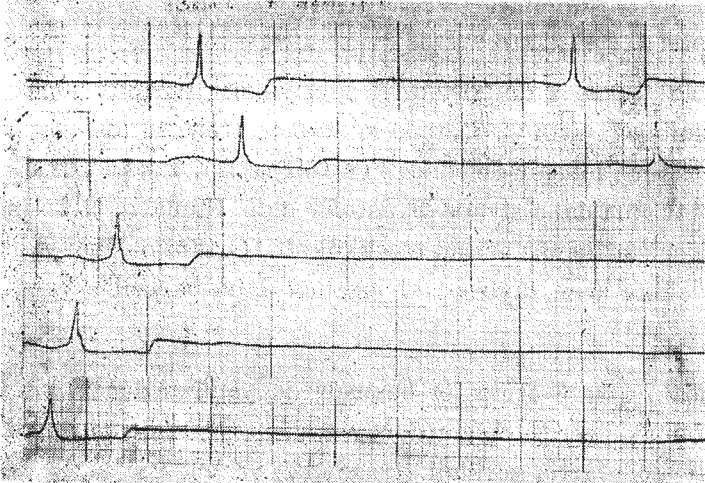
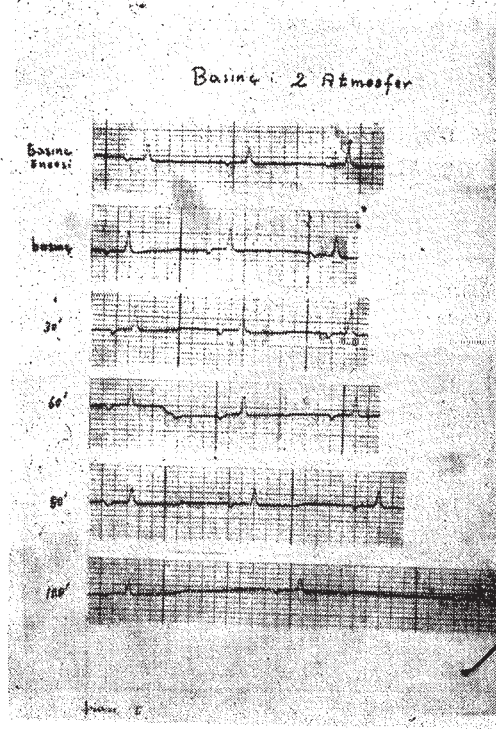
2-7 ATMOSFER BASINÇLAR ALTINDA 120' İÇİNDE MEYDANA
GELEN ORTALAMA KALB DAKİKA ATIM SAYISI
DEĞİŞİKLİKLERİ.

Atmosfer Basıncı	Basınçtan Önce	Basınç Altında	Fark	% Azalma	Artma
2 Ata	31	27	4	12.9	---
3 Ata	23	21	2	9	---
4 Ata	35	31	4	11.4	---
	14	28	14	---	100
5 Ata	38	38	---	---	100
6 Ata	31	25	6	19.3	---
	27	32	5	---	18.5
7 Ata	28	21	7	25	---

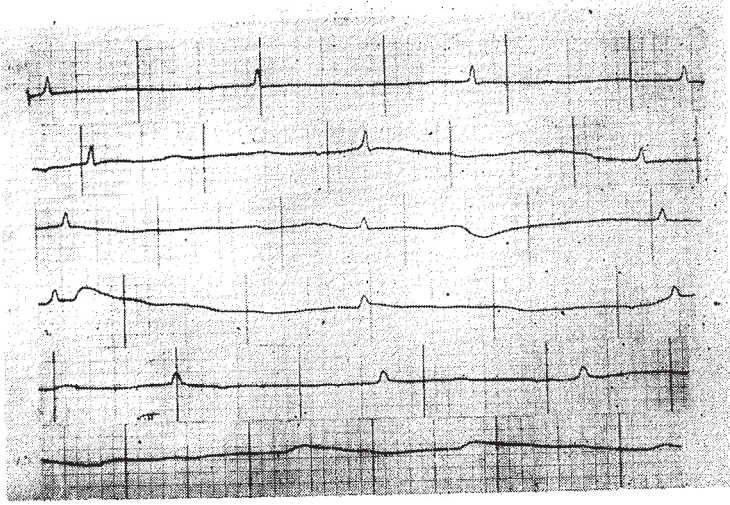
C — EKG Bulguları:

Tablo: IV ve V de görüldüğü gibi yüksek basınçta maruz bırakılan kaplumbağaların % 75 inde kalp atım frekansında dikkati çekecek bir azalma müşahade edildi (Trase I ve II). Traselerde de görüleceği gibi uzama daha ziyade diyastolde oldu. Bunların % 25 inde özellikle ikinci saat içinde aritmi teşekkül etti. Ortam basıncı yükseldikçe kalbin dakika atım sayısındaki azalma daha barizdi (Trase I, II ve III).

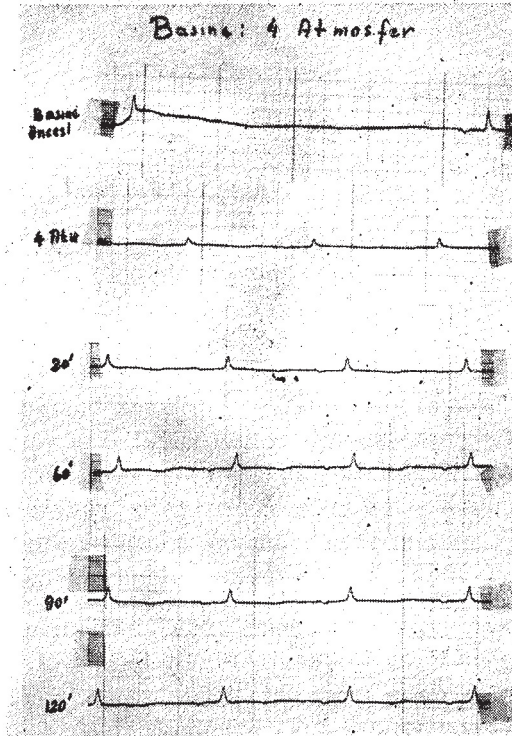
Ancak, 4 ve 6 atmosfer basınçlarda yapılan deneylerin bir kısmında olmak üzere, toplam deney sayısının % 25 inde kalp dakika atım sayısında artış görüldü (trase - IV. ve V).



Trase — I ve II : 2 ve 6 Ata hava basıncından önce ve basınç altında 30', 60', 90' ne 120 dakikalarda EKG.

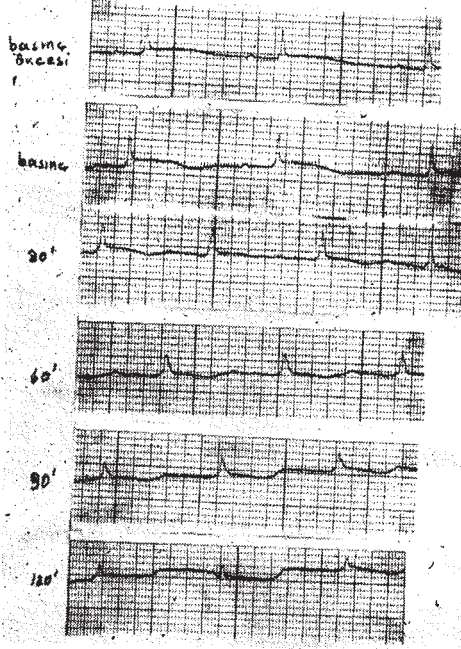


Trase — III : 7 Ata hava basıncı altında EKG.



Trase — IV : 4 Ata altında yapılan ve kalb atım frekansında artma meydana gelen bir deneyde EKG.

Basınç: 6 Atmosfer



Trase — V : 6 Ata hava basıncı altında EKG (bu deneyde de kalb atım frekansında artma görülüyor.)

TARTIŞMA

Bulgular kısmında görüldüğü gibi yüksek basınca maruz bırakılan kaplumbağalarda müşahade edilen vücut ısı ve redoks potansiyel değerleri sıcak kanlıdaki gibi değildir. Ancak basınç altında vücut ısısında meydana gelen artış aşağı yukarı chamber ısısındaki artışa paralel seyretmekte, yüksek basıncın sıcak kanlıda sebep olduğu vücut ısı düşüşü soğuk kanlıda müşahade edilmemektedir.

Halbuki Jakson (5) dalma esnasında vücuttan ısı kaybının arttığını, buna paralel olarak ta "central body temperatur" ve kassal aktivitede azalma meydana geldiğini ifade etmektedir. Yine başka bir çalışmada Jakson ve çalışma arkadaşları (6) kaplumbağalarda dalma deneylerinde ısı teşekkülünde kalorimetrik metotla 80 % civa-

rında bir azalma müşahade ettiklerini, dolayısı ile dalma esnasında metabolizmada ileri derecede bir azalmanın meydana geldiğini ileri sürmektedirler.

Biri su, diğeri hava ortamı olmakla beraber her ikisinde de yüksek basınç şartlarının bahis konusu olduğu iki durumda tamamen farklı iki etkinin ortaya çıkışı ilk bakışta şaşırtıcı görünmekle beraber aslında birbirini destekler mahiyette de olabilir. Şöyleki soğuk kanlılarda vücut ısısının ortam ısısına göre flüktüasyonlar gösterdiği zaten bilinmektedir. Bizim deneylerimizde ortam ısısı basınç artışına paralel olarak artmaktadır. Halbuki diğer araştırmacıların deneylerinde su ortamı şüphesiz daha düşük ısıda idi. Öyle görünüyorki, burada ortaya çıkan vücut ısısı değişimleri daha ziyade ortam ısısı değişimlerinden ileri gelmektedir. Basınç sıcak kanlılarda müşahade ettiğimiz şekilde etkili görünmemektedir.

Aynı şekilde yüksek hava basıncına marûz bırakılmak kaplumbağalarda, kedidekinin aksine olarak redoks potansiyelde de bir artışa sebep oldu. Ancak bu artış ortam basıncının yükselmesine paralel seyretmedi. Şu halde yüksek hava basıncı soğuk kanlı oksidatif metabolizmasında bir artışa sebep olmakta, ancak burada gerçek nede- nin bizzat basınç artışı olmadığı hissedilmektedir. Aksi taktirde redoks potansiyel artışının basınç artışını takip etmesi beklenirdi. Herhalde yine en yakın sebep artan chamber ısısı olsa gerektir.

Nitekim Jakson ve çalışma arkadaşları (6) kaplumbağaların fizyolojik vücut ısısı değişimlerini ne dereceye kadar kontrol edebildiklerini araştırmak amacı ile yaptıkları çalışmada, vücutta ısı değişimlerinin kontrolünde başlıca faktörlerin metabolik ısı teşekkülü ve sirkülatuvar faktörler olduğu kanısına varmışlardır. Bilhassa vasküler cevapların ortam ısısındaki değişmelere karşı kaplumbağa vücut ısısı değişimlerini tayin edici başlıca faktör olabileceğini ileri sürmektedirler. Ancak redoks potansiyeldeki artış ortam ısısındaki artışa da paralel seyretmemektedir. Burada belkide deneylerin sıcak ve soğuk değişik ay ve günlerde yapılmasının, kaplumbağaların hayvan laboratuvarında kalış sürelerinin ve farkına varmadığımız individüel faktörlerin rolü olmaktadır.

EKG bulgularımız sıcak kanlılarda müşahade ettiklerimiz gibidir. Ayrıca birçok araştırmacı da aynı şekilde yüksek basınç altında dikkati

gelecek bradikardiye işaret etmektedirler (1, 2, 3, 4, 6, 7, 10). Ancak burada bir soru akla gelmektedir; bir tarafta redoks potansiyel ve vücut ısı artarken diğer tarafta kalp dakika atım sayısında neden azalma olmaktadır? Gerçekten de mesele metabolizma artışına bağlı olsa idi bradikardi değil, tersine bir taşikardinin ortaya çıkması gerekirdi. Herhalde değişik derecelerde farklı mekanizmalar rol oynamaktadır. Muhtemelen burada birçok araştırmacının da fikir birliğinde olduğu şekilde bir refleks mekanizmanın rolü olsa gerektir. Nitekim White ve çalışma arkadaşları (10) kaplumbağalarda dalma esnasında meydana gelen bradikardiye vagal aktivite artışının sebep olduğunu, vagatomi ve atropin tatbikinin bradikardiyi önlediğini ileri sürmektedirler.

Diğer taraftan araştırmacıların dalma esnasında soğuk kanlıda müşahade ettikleri ısı düşüşü ve metabolizma azalması da hipoksi, metabolitlerin birikmesi ve refleks olaylarla açıklanmağa çalışılmışsa da (1, 6, 9), sonuçların birbirini tutmaması ve bizim deneylerimizde olduğu şekilde tamamen zıt etkilerin de müşahade edilmiş olması gerçek sebeplerin henüz iyice anlaşılmış olmadığını göstermektedir.

Bizim deneylerimizde aynı şartlara tabi olmalarına rağmen sıcak ve soğuk kanlıda tamamen farklı iki etkinin ortaya çıkışını halen açıklayabilmiş değiliz. Ancak bu konuda gerçek nedenlere yaklaşabilmek için teşebbüs sayılabilecek çalışmalarımız devam edecektir.

Ö Z E T

40 kara kaplumbağası 2-7 Ata hava basıncına maruz bırakılarak basıncın vücut ısı, kan oksido-redüksiyon potansiyeli ve EKG üzerindeki etkileri incelendi.

Yüksek basınç altında kontrol değerlere nazaran ortalama olarak kan ısısında $1,82 - 8,18^{\circ}\text{C}$, karaciğer ısısında $0,80 - 5,17^{\circ}\text{C}$, kas ısısında $0,74 - 4,55^{\circ}\text{C}$ arasında bir yükselme müşahade edildi. Chamber ısısındaki yükselme ise $0,74 - 1,57^{\circ}\text{C}$ arasında idi.

Redoks potansiyelde basınçla paralel seyretmemekle beraber dikkati çekecek bir yükselme oldu.

Yüksek basınca maruz bırakılan kaplumbağaların 75 % inde bradikardi müşahade edildi. Bunların 25 % inde özellikle ikinci saat içinde aritmi teşekkül etti. Diğer 25 % vak'ada ise tersine kalb frekansı bir artış husule geldi.

Sonuçlar sıcak kanlılarda elde edilmiş olanlarla mukayese edilerek literatür ışığı altında tartışıldı.

S U M M A R Y

The effect of hyperbaric air atmosphere on the body temperature and heart rate of the turtle

40 turtles are used for this investigation. The effect of 2-7 Ata presseure air on the body temperature, the oxydo - reduction potential of the blood and EKG are investigated.

The body temperature rised as follow: The blood 1.82 - 8.18, liver 0.80 - 5.17, muscle 0.74 - 4.55 C°. The temperature of hyperbaric chamber also rised between 0.74 - 1.57 C°.

The redox potential of blood increased significantly. Bradicardia occured in 75 % cases during hyperbaric air condition, and 25 per cent of these aritmia was observed especially in the second hour.

L I T E R A T Ü R

- 1 — ANDERSEN, T. H.: Physiological adaptation in diving vertebrates. *Physiol. Rev.* 46 : 212, 1966
- 2 — ANDERSEN, T.H.: Physiological adjustments to prolonged diving in the American alligator. *Acta. Physiol. Scand.* 53 : 23, 1961
- 3 — BELKİN, D. A.: Variations in heart rate during voluntary diving in the turtle. *Pseudemys Concinna. Copeia.* 32, 1964
- 4 — BELKİN, D. A.: Critical oxygen tension in the turtles. *Physiologist* 8 : 109, 1964
- 5 — JAKSON, C. D.: Metabolic depression and oxygen depletion in the diving turtle. *J. Appl. Physiol.* 24 : 503, 1968

- 6 — JAKSON, C. D. And K. SCHMIDT - NIELSEN : Heat production during diving in the fresh water turtle. *Pseudemys Scripta. J. Cell. Physiol.* **67** : 225, 1967
- 7 — JOHANSEN, R.: Heart activity during experimental diving of snakes. *Am. J. Physiol.* **197** : 604, 1959
- 8 — MILLEN, J. M., MURDAUGH, H. V., C. B. BOVER and E. D.: Circulatory adaptation to diving in the fresh water turtle. *Sciense* **145** : 591, 1964
- 9 — SCHOLANDER, P. F., L. IRVING and S. W. GRINNEL : On the temperatüre and metabolism of the seal during diving. *J. Cellular Comp. Physiol.* **19** : 67, 1942
- 10 — WHITE, F. N. and GORDON ROSS : Circulatory changes during experimental diving in the turtle. *Am. J. Physiol.* **211** : 15, 1966
- 11 — YAVUZER, S.: Yüksek basıncın sıcak kanlı vücut ısısı ve kan oksidoreduksiyon potansiyeline etkisi, *A. Ü. Tıp Fak. Mec.* **XXIV** : 34, 1971
- 12 — YAVUZER, S.: Yüksek basıncın EKG üzerine etkisi, *A. Ü. Tıp Fak. Mec.* **XXV** : 339, 1972.

(Mecmuaya geldiği tarih: 26 Ekim 1972)