

RUMİNANLARIN KARACİĞER DOKUSU ANTİOKSİDAN ENZİM VE LİPİD PEROKSİDASYON DÜZEYLERİ ÜZERİNE TÜR VE CİNSİYETİN ETKİLERİ*

Sema YARALIOĞLU, Necmi ÖZDEMİR

Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Elazığ-TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 07.11.2000

The Effects of Species and Sexes on Liver Tissues Antioxidants Enzymes and Lipid Peroxidation Levels of Ruminants

SUMMARY

This study has been done to determine the effect of species and sexes on antioxidant enzymes and lipid peroxidation of liver tissue in ruminants. In the present study, the activities of glutathione peroxidase (GSH-Px) and Catalase (CAT) that play roles in the free radical metabolism in liver tissue and malondialdehyde (MDA) concentration in ruminants, evaluated as healthy determined after clinical and postmortem inspection, bred in Elazığ province were measured. Liver tissue was made homogenize for GSH-Px activity in 50 mM Tris, 0,1 mM EDTA buffer, and for CAT activity and MDA concentration in 1,15 % KCl. GSH-Px and CAT activities were measured by the method of Beutler and, MDA levels by method of Ohkawa et al.

Comparison of intra and inter species showed that species and sexes have effects on these parameters in different degrees. Cattle had greatest liver GSH-Px (44.51 ± 1.14 U/g protein) activity, whereas sheep had the greatest liver CAT (59.53 ± 1.03 U/mg protein) activity. Goats also had the greatest MDA (54.65 ± 2.12 nmol MDA/g wet tissue) liver concentration. In comparison of male and female, Liver GSH-Px (48.57 ± 1.57 nmol MDA/g wet tissue) activity of female cattle; liver MDA (53.74 ± 1.04 nmol MDA/g wet tissue) concentration of rams; liver GSH-Px (36.90 ± 1.25 U/g protein) and CAT (66.08 ± 0.99 U/mg protein) activities of female sheep were greater than other sex. Female goats had significantly greater liver GSH-Px (54.91 ± 1.69 U/g protein) and CAT (53.31 ± 1.36 U/mg protein) activities, and nonsignificantly high MDA concentration compared with male goats.

Results of this study suggested that antioxidant levels between species and sexes may depend on differentiation in oxidant damage mechanism of cattle, sheep and goats or presence of other endogenous antioxidants in these animals.

Key Words: Ruminant, glutathione peroxidase, catalase, lipid peroxidation.

ÖZET

Bu araştırma, tür ile cinsiyet faktörlerinin ruminantların karaciğer dokusu antioksidan enzim aktiviteleri ve lipit peroksidasyon düzeyi üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla yapıldı. Araştırmada Elazığ ili ve çevresinde yetiştirilen, klinik ve postmortem muayene sonrası sağlıklı olduğu anlaşılan ruminantların karaciğer dokusunda serbest radikal metabolizmasında rol alan glutatyon peroksidaz (GSH-Px) ve katalaz (CAT)

* Bu çalışma Fırat Üniversitesi Araştırma Fonu (FÜNAF) tarafından desteklenmiştir. FÜNAF Proje No: 259.Doktora Tezinin Bir Kısımından Alınmıştır.

aktiviteleri ile malondialdehid (MDA) düzeyi ölçüldü. Karaciğer dokusu; GSH-Px aktivite tayini için, 50 mM Tris, 0,1 mM EDTA tamponunda, CAT aktivite ve MDA düzey tayini için %1,15 KCl 'de homojenize edildi. GSH-Px ve CAT aktiviteleri Beutler, MDA düzeyi ise Ohkawa ve ark. nın geliştirdiği yöntem ile çalışıldı.

Türler arasında ve tür içinde yapılan karşılaştırmalarda söz konusu parametrelere bağlı olarak değişmekle birlikte, tür ve cinsiyetin farklı derecelerde etkili olduğu anlaşıldı. En yüksek karaciğer dokusu GSH-Px ($44,51 \pm 1,14$ Ü/g protein) aktivitesi sığırlarda, en yüksek CAT ($59,53 \pm 1,03$ Ü/mg protein) aktivitesi koyunlarda, en yüksek MDA ($54,65 \pm 2,12$ nmol MDA/g yaş doku) düzeyleri ise keçilerde saptandı. Erkek ve dişiler arasında yapılan karşılaştırmalarda, karaciğer dokusu için, GSH-Px ($48,57 \pm 1,57$ Ü/g protein) aktivitesi dişi sığırlarda, MDA ($53,74 \pm 1,04$ nmol MDA/g yaş doku) düzeyi erkek koyunlarda, GSH-Px ($36,90 \pm 1,25$ Ü/g protein) ve CAT ($66,08 \pm 0,99$ Ü/mg protein) aktiviteleri dişi koyunlarda daha yüksek bulundu. Keçi türünün dişilerinde, karaciğer dokusu GSH-Px ($54,91 \pm 1,69$ Ü/g protein) ve CAT ($53,31 \pm 1,36$ Ü/mg protein) aktivitelerinin erkeklerle göre istatistik olarak önemli derecede yüksek olduğu saptandı, MDA düzeylerinde ise, istatistik olarak önemsiz fakat gözle görülür bir farklılık tespit edildi.

Türler ve cinsiyetler arasında, antioksidan enzim düzeylerinde meydana gelen farklılığın sorumlusunun, sığır, koyun ve keçilerdeki farklı oksidan hasar mekanizmaları ya da bunlardaki diğer endojen antioksidanların olabileceği kanısına varıldı.

Anahtar Sözcükler: Ruminant, glutatyon peroksidaz, katalaz, lipid peroksidasyon.

GİRİŞ

Normal olarak metabolizmada, bazı biyokimyasal olayların çeşitli basamaklarında serbest radikaller oluşmaktadır. Her ne kadar serbest radikal yapısına sahip maddelerin organizmaya zarar verme potansiyelleri varsa da, bazı metabolik olayların ilerleyebilmesi için bunların oluşması kaçınılmazdır (3,8). Serbest radikallerin oluşumunu ve bunların meydana getirdiği hasarı önlemek için vücutta bir çok savunma mekanizmaları gelişmiştir. Bunlar "antioksidan savunma sistemleri" veya kısaca "antioksidanlar" olarak bilinirler (7,14). Dokularda normal olarak bulunan antioksidan enzimlerin miktarları, süperoksit radikali ($O_2^{\cdot-}$), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve nitrik oksit ($NO^{\cdot}$)'in olağan üretim oranları ile başa çıkmak için yeterlidir. Eğer bu reaktif türlerin miktarları, normalden daha yüksek ise, hücrenin cevabı, koruyucu enzim aktivitelerini artırır ve onarıcı sistemleri aktive eder. Ancak hasar durdurulamıyor ise, aktif hücre ölümü gerçekleşir (2,3).

Hücreleri saran membranlar ve hücre organelleri, büyük miktarlarda poliansature yağ asiti ihtiva ederler. Serbest radikaller, hücre membranındaki bu poliansature yağ asitlerine saldırır ve lipid peroksidleri teşekkülüne yol açan lipid radikallerinin oluşumuna sebep olurlar. Lipit peroksidasyonundaki artış serbest radikal aktivasyonunun dolaylı bir işaretidir (2).

Antioksidan enzimlerden birisi olan Glutatyon peroksidaz (GSH-Px, EC1.11.1.9.),

hidroperoksitlerin indirgenmesinden sorumlu, tetramerik, 4 selenyum atomu ihtiva eden sitozol ve mitokondriyal matrikste yer alan bir enzimdir. GSH-Px, hücrelerin oksidatif hasardan, özellikle biyolojik membranların lipit peroksidasyonundan korunmasında önemli bir rol oynar (5,10,14).

Diğer bir antioksidan enzim katalaz (CAT, EC 1.11.1.6.), aktif bölgesine bağlanmış, her biri Hem grubu içeren, 4 protein altünitesinden ibarettir (14). CAT'ın indirgeyici aktivitesi, hidrojen peroksit, metil, etil hidroperoksitleri, nitritler, kinonlar ve format gibi küçük moleküllere karşıdır. Büyük moleküllü lipit hidroperoksitlerine ise etki etmez (4). Hayvanlarda CAT belli başlı organlarda vardır, özellikle karaciğer ve eritrositlerde yoğunlaşmıştır (4,14).

Yapılan literatür taramalarında klinik olarak sağlıklı ruminantlarda karaciğer antioksidan enzimleri ve lipit peroksidasyonu parametrelerine ilişkin fazlaca yayına rastlanılmamıştır. Bu nedenle, sunulan çalışmada, sağlıklı ruminantların karaciğer dokusu GSH-Px ve CAT aktiviteleri ile doku malondialdehit (MDA) düzeylerinin belirlenmesi ve tür ile cinsiyet faktörünün söz konusu parametrelere olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Araştırma materyali olarak karaciğer dokusu, Elazığ Elet Tesislerine kesim için getirilen ve klinik

ve postmortem muayene sonrası sağlıklı olduğu anlaşılan sığır, koyun ve keçilerin erkek ve dişilerinden temin edilmiştir. Kesimden hemen sonra alınan karaciğer örnekleri % 0,9'luk NaCl içerisine konarak en kısa sürede laboratuvara ulaştırılmış ve % 1,15 KCl içinde 1:10 oranında (ağırlık / hacim) sulandırılıp homojenize edilmiştir. Homojenatta CAT aktivite tayininde Beutler (1) metodu, lipit peroksit tayininde, Ohkawa ve ark.(20)'nın geliştirdiği metot kullanılmıştır. GSH-Px aktivite tayini için doku örnekleri Tris tamponu (50 mM Tris, 0,1 mM EDTA, pH 7,6) içinde 1:10 oranında (ağırlık / hacim) sulandırılıp homojenize edilmiş, bundan sonraki işlemler Beutler (1)'e göre spektrofotometrik olarak yapılmıştır.

Bu çalışmadaki bütün istatistik analizler, SPSS istatistik programı ile yapılmıştır. Araştırmada öngörülen parametreler bakımından yapılan karşılaştırmalarda Varyans Analizi

kullanılmıştır. Analiz sonrası önemli çıkan parametreler için gruplar arasındaki farklılıklar Duncan testi ile ortaya konmaya çalışılmıştır. Söz konusu parametreler için, türlerin ayrı ayrı cinsiyete göre karşılaştırılmalarında Student-t Testi'den yararlanılmıştır (9).

BULGULAR

Elde edilen bulgular, türler arasındaki ve tür içindeki ilişkiler olmak üzere 2 bölümde verilmiştir. Sığır, koyun ve keçilerin karaciğer dokusu GSH-Px ve CAT aktiviteleri ile MDA düzeyleri bakımından türler arası karşılaştırmalar Tablo 1-3'de, aynı parametreler bakımından tür içi erkek ve dişiler arasındaki karşılaştırmaları ise Tablo 4-6'da gösterilmiştir. Tablo 7'de de, aynı hayvanlardaki bu parametrelerin minimum ve maksimum sınırları verilmiştir.

Tablo 1 . Erkek Sığır, Koyun ve Keçilerde Karaciğer GSH-Px (Ü/g protein), CAT (Ü/mg protein) ve MDA (nmol MDA/g yaş doku) Düzeyleri İle 3 Grup Arasındaki Farkın İstatistiki Önem Kontrolü

	GSH-Px			CAT			MDA		
	n	x	Sx	N	X	Sx	N	X	Sx
Sığır	30	40,44	1,30	30	51,81	2,14	30	38,87	1,83
Koyun	30	33,66	1,01	30	52,99	0,59	30	53,74	1,04
Keçi	30	28,11	1,62	30	45,83	1,84	30	53,03	3,30
F		21,512			5,326			13,754	
P		***			***			***	

*** : p<0,001

a, b, c : Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

Tablo 2 . Dişi Sığır, Koyun ve Keçilerde Karaciğer GSH-Px (Ü/g protein), CAT (Ü/mg protein) ve MDA (nmol MDA/g yaş doku) Düzeyleri İle 3 Grup Arasındaki Farkın İstatistiki Önem Kontrolü

	GSH-Px			CAT			MDA		
	n	x	Sx	n	x	Sx	n	x	Sx
Sığır	30	48,57	1,57 ^b	30	55,62	1,10 ^b	30	37,57	1,23 ^b
Koyun	30	36,90	1,25 ^c	30	66,08	1,00 ^a	30	38,95	1,82 ^b
Keçi	30	54,91	1,69 ^a	30	53,31	1,36 ^b	30	56,28	2,69 ^a
F		36,258			34,182			27,026	
P		***			***			***	

*** : p<0,001

a, b, c : Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

Tablo 3 . Sığır, Koyun ve Keçilerde Karaciğer GSH-Px (Ü/g protein), CAT (Ü/mg protein) ve MDA (nmol MDA/g yaş doku) Düzeyleri İle 3 Grup Arasındaki Farkın İstatistiki Önem Kontrolü

	GSH-Px			CAT			MDA		
	n	x	Sx	n	x	Sx	n	x	Sx
Sığır	60	44,51	1,14 ^a	60	53,72	1,22 ^b	60	38,22	1,10 ^c
Koyun	60	35,28	0,82 ^b	60	59,53	1,03 ^a	60	46,35	1,42 ^b
Keçi	60	41,51	2,10 ^a	60	49,57	1,24 ^c	60	54,65	2,12 ^a
F		10,427			18,484			26,255	
P		***			***			***	

*** : p<0,001

a, b, c : Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemlidir.

Tablo 4. Erkek ve Dişi Sığırlarda Karaciğer GSH-Px(Ü/g protein), CAT (Ü/mg protein) ve MDA (nmol/g yaş doku) Düzeyleri İle 2 Grup Arasındaki Farkın İstatistiki Önem Kontrolü

Parametreler	Cinsiyet						t	P
	Erkek			Dişi				
	n	x	Sx	n	x	Sx		
GSH-Px	30	40,44	1,3	30	48,57	1,57	-3,99	***
CAT	30	51,81	2,14	30	55,62	1,1	-1,59	-
MDA	30	38,87	1,83	30	37,57	1,23	0,59	-
- : Önemli Değil *** : p<0,001								

- : Önemli Değil *** : p<0,001

Tablo 5 . Erkek ve Dişi Koyunlarda Karaciğer GSH-Px(Ü/g protein), CAT (Ü/mg protein) ve MDA (nmol/g yaş doku) Düzeyleri İle 2 Grup Arasındaki Farkın İstatistiki Önem Kontrolü

Parametreler	Cinsiyet						t	P
	Erkek			Dişi				
	n	x	Sx	n	x	Sx		
GSH-Px	30	33,66	1,01	30	36,9	1,25	-2,02	**
CAT	30	52,99	0,59	30	66,08	0,99	-11,31	***
MDA	30	53,74	1,04	30	38,95	1,82	7,04	***

** : p<0,01 *** : p<0,001

Tablo 6 . Erkek ve Dişi Keçilerde Karaciğer GSH-Px(Ü/g protein), CAT (Ü/mg protein) ve MDA (nmol/g yaş doku) Düzeyleri İle 2 Grup Arasındaki Farkın İstatistiki Önem Kontrolü

Parametreler	Cinsiyet						t	P
	Erkek			Dişi				
	n	x	Sx	n	x	Sx		
GSH-Px	30	28,11	1,62	30	54,91	1,69	-11,45	***
CAT	30	45,83	1,84	30	53,31	1,36	-3,27	***
MDA	30	53,03	3,3	30	56,28	2,69	-0,76	-

- : Önemli Değil *** : p<0,001

Tablo 7 . Sığır, Koyun ve Keçilerin Karaciğer Dokusunda Tespit Edilen Çeşitli Biyokimya Parametrelerinin Cinsiyetlere Göre Sınırları

	Sığır				Koyun				Keçi			
	Erkek		Dişi		Erkek		Dişi		Erkek		Dişi	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
GSH-Px	26,65	52,1	25,2	58,3	26,3	42,7	23,3	49,1	16,3	43,5	34,5	70,6
CAT	36,25	75,7	48,8	68	48,8	59,8	59	77	34,4	68,4	45,7	71
MDA	23,5	61,4	25,7	47,4	45,4	63,2	26,1	64,1	24,8	85,4	32,7	82,8
AST	2,88	13,2	2,4	8,4	5,04	13,6	2,2	3,36	5,76	10,1	6,48	20
ALT	0,14	0,46	0,17	0,32	0,14	0,42	0,09	0,74	0,07	0,91	0,01	0,7
ALP	33,9	196	28	230	54	280	80	270	70,9	326	60	236
Protein	9,5	19,5	10,5	14,5	11	36	13	18	11,5	14,3	11,8	18,5

GSH-Px : Ü/g protein, CAT : Ü/mg protein, MDA : nmol MDA/g yaş doku, AST : Ü/g yaş

ALT: Ü/g yaş doku, ALP: Ü/g yaş doku, Protein: mg/ml

TARTIŞMA VE SONUÇ

Serbest radikallerin hücrel kaynakları, rol oynadıkları reaksiyonlar ve serbest radikallere karşı hücrel savunma mekanizmalarının açıklığa kavuşması, bugün bilinmeyen pek çok klinik durumun patogenezeine açıklık getirebilir. Bu nedenle, hücrel sistemlerde güçlü reaktif oksijen

türleri (ROS) kaynaklarının tespit edilmesi çok önemlidir (11,12).

GSH-Px enzimi çeşitli hayvan dokularından izole edilmiş ve bu enzim aktivitesi bakımından dokular ve türler arasında önemli farklılıklar

bulunmuştur (16,17,25,26). Doku ve tür farklılıkları nedeniyle. Ganther ve ark.(13) bir hayvan türünden diğerine GSH-Px aktivitesinin tespit edilen farklı sonuçlarına karşı uyarılmışlardır. Ayrıca GSH-Px analiz metodlarında laboratuvarlar arası büyük farklılıklar olduğundan, kesin aktivitelerinin karşılaştırılmalarında dikkatli olunmalıdır. Farklı dokularda GSH-Px aktivitesi ratlarda (17), kümes hayvanlarında (21) ve koyunlarda (18) bildirilmiştir. Ancak bu araştırmaların çoğunda, doku GSH-Px aktivite tayini için sadece lipid hidroperoksit substratları kullanılmıştır. Kontrollü koşullar altında sığırlar için özellikle de bu türlerin gençleri için benzer veriler sınırlıdır (26).

Koyun karaciğerindeki toplam GSH-Px'in % 81'inin Se bağımsız olduğu bildirilmiştir (18). Mevcut deneyler, buzağılarda, Se bağımlı ve bağımsız GSH-Px aktivitesinin dağılımında belirli dokularda farklılıklar ortaya çıkarmıştır (25).

Reffett ve ark. (24), demir ilaveli diyetle beslenen kuzuların karaciğerinde Se-bağımlı GSH-Px'in azaldığını, Se-bağımsız GSH-Px'in ise arttığını rapor etmişlerdir. Demir, akciğer ve dalakta GSH-Px aktivitesini etkilememiş, ancak karaciğerdeki GSH-Px formunu değiştirmiştir.

Sohn ve ark. (28), kontrol grubu ratlarda akciğer GSH-Px aktivitesinin $68,6 \times 10^3 \pm 0,9$ U/g prot. , Hansen ve ark. (15), kuzularda akciğer GSH-Px aktivitesinin $44,5 \pm 8,0$ U/mg DNA, Reffett ve ark. ise (24), kuzularda karaciğer dokusu toplam GSH-Px aktivitesinin 133 U/g protein, Se-bağımlı GSH-Px aktivitesinin 71 U/g protein ve Se-bağımsız GSH-Px aktivitesinin 61 U/g protein olduğunu bildirmişlerdir.

Holovska ve ark. (16), aynı bölgenin temiz ve kirli meralarında yetiştirilen koyunların karaciğer, böbrek ve akciğerlerinde antioksidan enzim aktivitelerine bakmışlar ve yüksek oranda serbest radikal üreten dokulardan biri olması, yüksek metabolik yeteneği ve detoksifiye kapasitesi nedeniyle antioksidan enzim aktivitelerini karaciğerde gözlemişlerdir. Temiz meralarda yetiştirilen koyunların karaciğer GSH-Px aktivitesini 50 U/g protein, kirli meralarda yetiştirilen koyunların karaciğer GSH-Px aktivitesini 98 U/g protein olarak rapor etmişlerdir.

Sunulan araştırmada, sağlıklı sığır, koyun ve keçilerin erkek ve dişilerinde karaciğer dokusu GSH-Px aktivitesinin ortalama değerleri sırasıyla $40,44 \pm 1,30$ (26,65 – 52,05) U/g protein, $48,57 \pm 1,57$ (25,16 – 58,27) U/g protein ve $33,66 \pm 1,01$ (26,31– 42,67) U/g protein, $36,90 \pm 1,25$ (23,25 –

49,1) U/g protein ve $28,11 \pm 1,62$ (16,27 –43,48) U/g protein; $54,91 \pm 1,69$ (34,48 –70,57) U/g protein olarak tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen bulgular, Reffett ve ark.'nın ve Holovska ve ark.'nın bulgularıyla paralellik göstermiştir. Ancak sığır ve keçilerde karaciğer dokusu GSH-Px aktivitesiyle ilgili literatürlere rastlanamamış bu nedenle elde edilen verileri karşılaştırma olanağı olmamıştır.

Bu çalışmada karaciğer dokusu GSH-Px aktivitesinin tür ve cinsiyet faktöründen etkilendiği, en yüksek karaciğer GSH-Px düzeylerinin ise dişi keçilerde olduğu saptanmıştır.

Reffett ve ark. (24), iğdiş edilmiş 24 adet kuzuda, oksidatif doku hasarının önlenmesinde görevli enzim aktiviteleri ve lipid peroksidasyonu üzerine diyetle yüksek oranda demir alınmasının uzun süreli etkilerini araştırmışlar ve sadece akciğer dokusu CAT aktivitesinde artış tespit ederken, karaciğer dokusu CAT aktivitesindeki artışı önemsiz bulmuşlardır. Kontrol grubunda karaciğer dokusu CAT aktivitesini 2486 U/g yaş doku olarak rapor etmişlerdir.

Nemccsok ve ark. (19) hava keseleri yangılı sazan balıkları üzerinde yaptıkları araştırmada, hastalıklı balıklarda, hava kesesi CAT aktivitesinde 2 kat artış olduğunu bildirmişlerdir.

Sunulan araştırmada, sığır, koyun ve keçilerin erkek ve dişilerinde karaciğer dokusu CAT aktiviteleri sırasıyla $51,81 \pm 2,14$ (36,25 – 75,7) U/mg protein, $48,57 \pm 1,57$ (48,77 - 68) U/mg protein ve $52,99 \pm 0,59$ (48,78 – 59,78) U/mg protein, $66,08 \pm 1,00$ (58,98 – 77,03) U/mg protein ve $45,83 \pm 1,84$ (34,36 – 68,39) U/mg protein, $53,31 \pm 1,36$ (45,65 – 71,03) U/mg protein olarak bulunmuştur. Bu çalışmada karaciğer dokusu CAT aktivitesinin tür ve cinsiyet faktöründen etkilendiği, en yüksek karaciğer CAT aktivitesinin ise dişi koyunlarda bulunduğu tespit edilmiştir.

Ancak her 3 türe ait normal değerlerle ilgili yeterli literatür verisine rastlanmadığı için ve mevcut literatürlerde de farklı laboratuvar metodları kullanıldığı için elde edilen verileri karşılaştırma imkanı bulunamamıştır.

Urbanova (29), karaciğerin lipid peroksidasyonunun tespiti için en uygun doku olduğunu ortaya koymuştur. Peroksidasyonun erken safhalarında ilerleyen bir şekilde MDA üretildiği, bu nedenle bu safhaların tanısında MDA tayininin çok değerli olacağı belirtilmiş (22) ve karaciğer lipid peroksidasyonu ile karaciğer hücre hasarı arasında bir bağlantı olduğu gösterilmiştir (6).

Seekamp ve ark. (27), koyunlarda akciğer MDA düzeylerinin 42 ± 7 nmol MDA/g doku olduğunu bildirmişlerdir. Reffrett ve ark. (24), sağlıklı kuzularda karaciğer MDA düzeylerinin $0,41 \pm 0,07$ nmol MDA/mg protein olduğunu tespit etmişlerdir.

Daryani ve ark. (6), erişkin 26 koyunda akciğer ve karaciğer dokusu MDA düzeylerini sırasıyla 42 ± 7 nmol MDA/g doku ve 110 ± 20 nmol MDA/g doku bulmuşlardır.

Nemcsok ve ark. (19), sazan balıklarında karaciğer dokusu MDA düzeylerinin $48 - 50$ nmol MDA/g yaş doku olduğunu rapor etmişlerdir.

Sunulan araştırmada, sığır, koyun ve keçilerin erkek ve dişilerinde karaciğer dokusu MDA düzeyleri için sırasıyla, $38,87 \pm 1,83$ (23,5 – 61,4) nmol MDA/g yaş doku ve $37,57 \pm 1,23$ (25,7 – 47,4) nmol MDA/g yaş doku ve $53,74 \pm 1,04$ (45,4 – 63,2) nmol MDA/g yaş doku ve $38,95 \pm 1,82$ (26,1 – 64,1) nmol MDA/g yaş doku, $53,03 \pm 3,3$ (24,8 – 85,4) nmol MDA/g yaş doku ve $56,28 \pm 2,69$ (32,7 – 82,8) nmol MDA/g yaş doku değerleri ortaya konulmuştur.

Koyunlardan elde edilen bulgular, Seekamp ve ark. (27) ile Reffrett ve ark. (24) 'nın bulgularını desteklemektedir. Ancak sığır ve keçi türüne ait normal değerlerle ilgili literatür verilerine rastlanılamadığı için elde edilen verileri karşılaştırma imkanı bulunamamıştır. Bu çalışmada, karaciğer dokusu MDA düzeyleri bakımından üç tür arasında önemli farklılıklar oluşurken, cinsiyet faktörünün sadece koyun türünde etkili olduğu, en yüksek karaciğer MDA düzeylerinin ise dişi keçilerde bulunduğu tespit edilmiştir.

Antioksidan sistemlerin tür, organ ve cinsiyet faktörlerinden etkilendiği bilinmektedir (23). Nitekim bu araştırmada, tür ve cinsiyet faktörlerinin etkisiyle bu parametrelerde önemli derecede farklılıklar olduğu anlaşılmaktadır. Bu farklılıkların sebebi, organizmaların aynı yaşam koşullarına farklı cevap vermeleriyle ilgili olabileceği gibi, türler ve cinsiyetler arasında farklı bir oksidan hasar mekanizmasının bulunmasıyla ya da karaciğerde farklı konsantrasyonlarda bulunan H_2O_2 üzerine etki eden diğer endojen antioksidanların varlığıyla da ilgili olabilir. Sunulan çalışmada, antioksidan enzim aktivitelerinin ve MDA düzeylerinin dişi hayvanlarda erkeklerden, dişi keçilerde de diğer türlerden daha yüksek olduğu, cinsiyet ayrımı olmadan yapılan türler arası karşılaştırmalarda ise sığır türünde karaciğer dokusu GSH-Px aktivitesinin koyun ve keçi türünden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Keçiler, sığırlara ve koyunlara göre kontrolü ve zaptedilmesi zor, dış uyarılara ani cevaplar veren daha atik hayvanlardır. Buradan hareketle keçilerin oksidatif strese ve serbest radikal saldırılarına karşı daha hassas oldukları ve GSH-Px ve CAT aktivitesi yüksek olan türlerde, serbest radikal teşekkülünün de yüksek düzeyde olabileceği, bu nedenle yüksek GSH-Px ve CAT aktivitesine ihtiyaç duyulmuş olabileceği söylenebilir.

Sonuç olarak ; sığır, koyun ve keçilerin karaciğer dokusunda GSH-Px ve CAT aktiviteleri ile doku MDA düzeylerinin türlere ve cinsiyete göre farklılık gösterdiği saptanmıştır. Söz konusu parametrelerin, hayvan sağlığını korumak ve kontrol altına almak bakımından yapılacak daha ileri çalışmalara bir temel teşkil edebileceği, koruyucu hekimlikte klinik açıdan yararlı olabileceği ve ülkemiz hayvancılığına olumlu katkılarda bulunabileceği kanaatindeyiz.

KAYNAKLAR

1. Beutler E. :A Manual of Biochemical Methods. 2nd Ed. Grunef Strotan. New York, 1975.
2. Brody EJ. :The Destructive Potential of Free Oxygen Radicals. International Herald Tribune. 1988; 2: 4-5.
3. Cadenas E. Biochemistry of Oxygen Toxicity. Annu Rev Biochem 1989; 58: 79-110.
4. Cheeseman KH, Slater TF. An Introduction to Free Radical Biochemistry. Br Med Bull 1993; 49, 3: 479-480.
5. Chow CK, Reddy K. and Tappel AL. Effect of Dietary Vitamin E on The Activities of The Glutathione Peroxidase System in Rat Tissue. J Nutr 1973; 103: 618-624.
6. Daryani R, Lalonde C, Zhu D. et al. Effect of Endotoxin and a Burn Injury on Lung and Liver Lipid Peroxidation and Catalase Activity. The journal of Trauma. 1990; 30, No 11; 1330-1334.
7. Deby C. and Pincemail J. Oxygen Toxicity, Free Radicals and Defense Mechanism. In Fünfgeld E.W. Rökan (Ginkgo Biloba) Recent Result in Pharmacology and Clinic Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg. New York 1988; 56-70.
8. Dormandy TL. An Approach to Free Radicals. The Lancet. 1983; 1010-14.
9. Düzgüneş O, Kesici T. ve Gürbüz F. İstatistik Metotları. I. A.Ü. Ziraat Fak. Yayınları. No: 861. Ankara Üniversitesi Basımevi. Ankara, 1983.

10. Flohe L. and Zimmerman R. The Role of Glutathione Peroxidase in Protecting The Membrane of Rat Liver Mitochondria. *Biochem Biophys Acta* 1970; 223: 210-213.
11. Freeman BA. Crapo JD. Biology of Disease. Free Radicals and Tissue Injury. *Lab Invest* 1982; 47, 5, 412.
12. Gambhir JK. Lali P. and Jain KA. Correlation Between Blood Antioxidant Levels and Lipid Peroxidation in Rheumatoid Arthritis. *Clinical Biochemistry* 1997; Vol.30 No.4: 351-355.
13. Ganther HE. Hafeman DG. Lawrence RA. et al. Selenium and Glutathione Peroxidase in Health and Disease. A Review 2,165-234. Ed Prasad AS Oberlas D. "Trace Elements in Human Health and Disease". New York. Academic Press Inc 1976.
14. Halliwell B. Reactive Oxygen Species in Living Systems. Source Biochemistry and Role in Human Disease. *Am J Med* 1991; 91: 14-21.
15. Hansen TN. Smith CV. Gest AL. et al. Biochemical Manifestation of Oxygen Toxicity in the Newborn Lamb. *Pediatric Research* 1990; Vol 28 : 6613-6617.
16. Holovska K. Lenortova V. Pedrajas JR. et al. Superoxide Dismutase, Glutathione Peroxidase, and Glutathione Reductase in Sheep Organs. *Comp Biochem Physiol* 1996; 115, No 4 : 451-456.
17. Lawrence R A. Sunde RA. Schwortz GL. et al. Glutathione Peroxidase Activity in Rat Lens and Other Tissues in Relation to Dietary Selenium in Take. *Exp Eye Res* 1974; 18 : 563-569.
18. Lawrence RA. and Burk RF. Species Tissue and Subcellular Distribution of Non Se-Dependent Glutathione Peroxidase Activity. *J Nutr* 1978; 108, 211.
19. Nemccsok J. Vig E. Baska F. et al. Role of Free Radicals in Swimbladder Inflammation of Carp. *Journal of Fish Disease* 1993; 16: 131-136.
20. Ohkawa H. Ohishi N. and Yagi K. Assay for Lipid Peroxides in Animal Tissues by Thiobarbituric Acid Reaction. *Anal Biochem* 1979; 95: 351-358.
21. Omaye ST. and Tappel AL. Effect of Dietary Selenium on Glutathione Peroxidase in The Chick. *J Nutr* 1974; 104: 747-752.
22. Porter, N.A. :Chemistry of Lipid Peroxidation Methods *Enzymol* 1984; 105: 273-282.
23. Prohaska JR. Sunde RA. Comparison of Liver Glutathione Peroxidase Activity and mRNA in Female and Male Mice and Rats. *Comp Biochem Physiol* 1993; 105: 11-11
24. Reffett JK. Spears JW. and Prabowo A. Lipid Peroxidation and Glutathione Peroxidase, Catalase and Superoxide Dismutase Activities in Lambs Fed High Dietary Iron. *Nutrition Reports International* 1986; Vol.34 No 6: 977-984.
25. Scholz RW. Cook LS. and Todhunter DA. Distribution of Selenium-Dependent Nonselenium-Dependent Glutathione Peroxidase Activity in Tissues of Yung Cattle. *American Journal of Veterinary Research* 1981; 42, No 10: 1724-1729.
26. Scholz RW. Todhunter DA. Cook LS. Selenium Content and Glutathione Peroxidase Activity in Tissues of Young Cattle Fed Supplemented Whole Milk Diets. *American Journal of Veterinary Research* 1981; 42, No 10: 1718-1723.
27. Seekamp A. Lalonde C. Zhu D. et al. Catalase Prevents Prostanoid Release and Lung Lipid Peroxidation After Endotoxemia in Sheep. *The American Physiological Society* 1988; 88: 1210-1216.
28. Sohn HO. Lim HB. Lee YG. et al. Effect of Subchronic Administration of Antioxidant Against Cigarette Smoke Exposure in Rats. *Arch Toxicol* 1993; 67: 667-673.
29. Urbanova J. Lipoperoxidation in Pig Liver Tissue in Vitro. *Acta Vet Brno* 1974; 43:13-17.