



Toklularda Karayolu ile Taşımanın Oksidan-Antioksidan Sistem Üzerine Etkisi

Ebru ÇETİN^{1✉}, Nazmi ÇETİN¹, Osman KÜÇÜK²

1. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Kayseri.
2. Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Kayseri.

Özet: Bu çalışmada, toklularda karayolu ile 5, 10 ve 24 saat süreyle taşımanın oksidan-antioksidan sistem üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlandı. Çalışmada toplam 60 adet Akkaraman ırkı toklu kullanıldı. Hayvanlar dört eşit gruba ayrılarak kontrol grubundaki hayvanlar taşınmazken deneme grubundakiler ise 5 (grup I), 10 (grup II) ve 24 (grup III) saat süreyle taşındı. Kontrol grubu ve taşınan hayvanlardan taşıma sonrası kan örnekleri alınarak oksidatif stres parametreleri değerlendirildi. Kontrol grubuna göre 10 ve 24 saat süreyle taşınan hayvanlarda malondialdehit (MDA) ve nitrik oksit (NO) düzeyleri ile süperoksit dismutaz (SOD) ve glutatyon peroksidaz (GPx) aktivitelerinin daha yüksek ($p<0.05$) olduğu belirlendi. Katalaz aktivitesi ise taşımadan etkilenmedi ($p>0.05$). Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında 5 saat süreyle taşıma oksidatif stres parametrelerinde önemli bir değişiklik oluşturmadı. Sonuç olarak, koyunlarda 10 ve 24 saat süreyle taşımanın oksidatif stres oluşturabileceği belirlendi.

Anahtar kelimeler: Toklu, Oksidatif Stres, Taşıma.

The Effect of Road Transport on Oxidant-Antioxidant System in Yearling Lambs

Abstract: The aim of this study was to assess the effect of 5, 10 and 24 hours of road transport on oxidant-antioxidant status in yearling lambs. A total of 60 Akkaraman lambs were used in this study. Animals were divided into four equal groups: control group (untransported), group I (transported for 5 hours), group II (transported for 10 hours), group III (transported for 24 hours). Blood samples were collected from control group and other groups after transportation for oxidative stress markers. It was determined that the levels of MDA and NO, and SOD and GPx activities were significantly higher ($p<0.05$) in lambs transported for 10 and 24 h than in control animals. However, catalase activity was not affected by transportation ($p>0.05$). Transportation for 5 h did not cause any significant change in the oxidative stress markers as compared to those of control group. In conclusion, transportation for the duration of 10 and 24 h may cause oxidative stress in lambs.

Key words: Lamb, Oxidative Stress, Transportation.

✉ Ebru ÇETİN

Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Kayseri, e-posta: ecetin@erciyes.edu.tr

GİRİŞ

Çiftlik hayvanlarında taşıma işlemi, gerek verim kayıplarına yol açması ve gerekse hayvan refahını olumsuz yönde etkilemesi nedeniyle hayvansal üretimde en kritik noktalardan birisi olarak kabul edilmektedir (Mormede et al., 1982; Grandin, 2000). Taşıma sırasında, gürültü, rüzgar, sıcak ve soğuk hava, sarsıntı, olumsuz yol şartları, taşıtın hızlı ve dikkatsiz sürülmesi, sıkışıklık, hareketsizlik, havasızlık, susuzluk, açlık ve uzun süre ayakta durmaya bağlı kaslarda yorgunluk gibi bir çok faktör hayvanlarda strese neden olmaktadır (Parrott ve ark., 1998; Hartung, 2003).

Hücrelerde devam eden metabolik faaliyetler sonucu serbest radikaller ve reaktif oksijen türleri üretilmektedir. Serbest radikaller başlıca, moleküler oksijenin, normal metabolizma basamaklarında indirgenmesi ile açığa çıkan hidroksil, süperoksit, nitrik oksit ve lipid peroksit radikalleri gibi değişik kimyasal yapılara sahiptir. Oksijenden oluşan başlıca reaktif oksijen türleri; O_2^- (Süperoksit) radikali, H_2O_2 (Hidrojen peroksit), $HO^$ (Hidroksil) radikali, nitrik oksit radikali, $HOCl$ (Hipokloröz asit), Singlet O_2 ($O_2^{\uparrow\downarrow}$), $R^$ (Alkil radikali), $ROO^$ (Peroksil radikali), $RCOO^$ (Organik peroksit radikali), $HO_2^$ (Perhidroksil radikali) ve $RO^$ (Alkoksil radikali)'dir. (Freeman ve Crapo, 1982). Oluşan bu serbest radikaller vücuttaki SOD, CAT ve GPx gibi enzimatik veya glutatyon, melatonin, vitamin A, E ve C, flavanoidler gibi enzimatik olmayan anti oksidan savunma sistemleri tarafından kompanse edilerek hücrel homeostazis devam ettirilmeye çalışılır (Roder, 2001). Radikal üretimi ve antioksidan savunma sistemi arasındaki dengenin bozulması dokularda oksidatif hasara yol açmaktadır (Alessio, 1993; Lili, 1995).

Taşıma sırasında fiziksel zorlanım sonucu artan kas kasılmaları enerji üretimi ve metabolik olaylarla birlikte vücuda oksijen girişini de önemli ölçüde artırmaktadır (Freeman ve Crapo, 1982). Serbest radikallerin oksijen kaynaklı olduğu düşünüldüğünde gerek oksijen kullanımının artması gerekse

mitokondriyal elektron transport zincirinden elektron sızıntısının artması sonucu süperoksit, hidrojen peroksit ve hidroksil radikalleri gibi birçok reaktif oksijen türlerinde artış ortaya çıkmaktadır. Serbest radikaller antioksidan kapasiteyi aşarsa hücrelerin lipid, protein, DNA ve enzim gibi bileşiklerine zarar verir. Özellikle lipid peroksidasyonu olarak bilinen çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidatif yıkımı oldukça hasar vericidir. Nitekim, taşıma süresinin hayvanlarda et kalitesini olumsuz yönde etkileyen en önemli faktörlerden biri olduğu (Kadim ve ark. 2006) ve olumsuz etkinin ette oluşan lipid peroksidasyona bağlı olduğu bildirilmiştir (Mc Clelland, 2004). Öte yandan, strese bağlı olarak epinefrin ve diğer katekolaminlerin artışı, laktik asit, laktat dehidrogenaz, kreatin fosfokinaz gibi enzim aktivitelerinin yükselmesi sonucu oksidan-antioksidan denge radikaller lehine bozulabilir (Freeman ve Crapo, 1982). Atlarda egzersizin oluşturduğu oksidatif stresin pulmoner hemorajiye neden olduğu kaydedilmiştir (Mills ve Higgins, 1997). Taşıma stresinin sığırlarda oksidatif stres göstergelerini artırdığı bildirilmiştir (Chirase ve ark., 2004). Sığırlarda taşıma sonrasında ortaya çıkan hastalıkların patofizyolojisinde bozulan oksidan-antioksidan dengenin rol oynadığı ileri sürülmüştür (Pregel ve ark., 2005; Urban, 2006; Wernicki ve ark., 2006). Koyunlarda taşıma stresinin oksidan-antioksidan sistem üzerine etkisi ile ilgili çok az veri bulunmaktadır. Bu nedenle, birinci bölümünde taşıma stresinin hematolojik ve biyokimyasal parametreler üzerine etkisinin ele alındığı çalışmanın (Çetin ve ark., 2011) bu ikinci bölümünde ise taşıma stresinin oksidan-antioksidan sistem üzerine etkisi incelendi.

MATEYAL ve METOT

Çalışma, Haziran ayında, 60 adet, erkek Akkaraman toklular üzerinde gerçekleştirildi. Hayvanlar Kayseri'de bir üreticiden satın alınarak Erciyes Üniversitesi

Veteriner Fakültesi Araştırma Uygulama Çiftliği'ne nakledildi. Daha sonra hayvanlar her grupta 15 hayvan olacak şekilde 3 taşıma grubu ile 1 kontrol grubu olarak toplam 4 gruba ayrıldı. Taşınacak hayvanlar (15x3=45 toklu) kamyonu 0.35 m²/baş sıklıkta olacak şekilde yüklendikten sonra 5, 10 ve 24 saat süreyle taşındı. Kontrol grubu hayvanlar ise aynı sıklıkta çiftlikte tutuldu. 24 saat süreyle taşınacak hayvanlar 14 saat süreyle taşındıktan sonra yem ve su verilerek bir saat dinlendirildi. (Sarıözkan ve ark., 2009).

Kontrol ve taşınan hayvanların taşıma sonrasında *Vena jugularis*'inden antikoagulanlı tüplere kan örnekleri alındı. Alınan kanlar 5000 g devirde 10 dakika santrifüj edilerek plazma ve eritrositlerine ayrıldı. Plazmada malondialdehit (MDA) ölçümü Yoshioka ve ark. (1979) tarafından bildirilen yöntem göre yapılırken nitrik oksit düzeyi (NO) ise Griess reaksiyonu kullanılarak spektrofotometrede (Shimatzu UV-1700) belirlendi (Tracey ve ark., 1995). Antioksidan enzimlerden GPx ve SOD enzim aktiviteleri ticari kitler (Cayman, Italy) kullanılarak Eliza (BioTek Synergy HT) cihazıyla tayin edildi. Katalaz enzim aktivitesi Luck (1955)'in metoduna göre ortamdaki hidrojen peroksitin katalaz tarafından yıkımlanması ve hidrojen peroksitin 240 nm'de ışığı

absorbe etmesine dayanan spektrofotometrik yöntem ile belirlendi. GPx, SOD ve CAT enzim aktivitelerinin hesaplanmasında kullanılan hemoglobin konsantrasyonları ise Drabkin metoduyla ölçüldü (Fairbanks ve Klee, 1987).

Çalışmada elde edilen veriler istatistik bilgisayar paket programı (SPSS for Windows 12 Version) kullanılarak değerlendirildi. Gruplar arasında farklılığı tespit etmek için tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) ve farkın anlamlı olduğu durumlarda çoklu karşılaştırma testlerinden Duncan testi kullanıldı. Veriler aritmetik ortalama ve standart hata olarak verildi. Önemlilik düzeyi p<0.05 olarak kabul edildi.

BULGULAR

Kontrol grubu ile 5, 10 ve 24 saat taşınan koyunlarda MDA ve NO düzeyleri ile SOD, CAT ve GPx aktiviteleri Tablo 1'de verildi. Koyunlarda 5 saat süreyle taşımanın kontrol grubu ile karşılaştırıldığında oksidatif stres parametrelerinde önemli bir değişiklik oluşturmadığı gözlemlendi. Ancak, 5 saat süreyle taşınan hayvanların MDA düzeyinde kontrol grubuna göre bir artma gözlenmesine karşılık bu artışın istatistiksel olarak önemli olmadığı tespit edildi (p>0.05).

Tablo 1. Kontrol ile 5 (Grup I), 10 (Grup II) ve 24 (Grup III) saat süreyle taşınan gruplarda plazma MDA ve NO düzeyleri ile eritrosit SOD, CAT ve GPx aktiviteleri.

Table 1. The levels of plasma MDA and NO, and erythrocyte SOD, CAT and GPx activities in control and groups transported for 5 (Group I), 10 (Group II) and 24 h (Group III).

Gruplar (n=15)	MDA (nmol/ml)	NO (nmol/ml)	SOD (U/g Hb)	CAT (U/g Hb)	GPx (nmol/dak/ g Hb)
Kontrol	8.75± 1.11 ^a	15.08± 0.72 ^a	1.08± 0.18 ^a	10.12± 0.15	321.70± 69.68 ^a
Grup I	12.84± 1.44 ^a	16.11± 1.12 ^a	1.11± 0.14 ^a	11.17± 0.17	329.32± 56.22 ^a
Grup II	15.10± 1.83 ^b	20.21± 2.06 ^b	1.76± 0.21 ^b	12.12± 1.18	478.56± 75.53 ^b
Grup III	16.65± 1.10 ^b	21.80± 1.89 ^b	1.87± 0.20 ^b	13.12± 0.19	495.46± 86.89 ^b

^{a,b}: Aynı sütunda farklı küçük harf taşıyan değerler istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05).

MDA: malondialdehit, NO: nitrik oksit, SOD: süperoksit dismutaz, CAT: katalaz, GPx: glutatyon peroksidaz

Nitrik oksit ve MDA düzeylerinin kontrol grubu ile karşılaştırıldığında 10 ve 24 saat süreyle taşınan gruplarda daha yüksek olduğu belirlendi ($p<0.05$). Antioksidan enzimlerden SOD ve GPx aktivitelerinin 10 ve 24 saat süreyle taşınan hayvanlarda kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha yüksek olduğu ($p<0.05$) gözlenirken, CAT aktivitesinde ise taşıma süresiyle doğru orantılı olarak bir artma kaydedilmesine karşın bu artma istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0.05$).

TARTIŞMA

Lipid peroksidasyon, serbest radikaller tarafından başlatılan ve membran yapısındaki çoklu doymamış yağ asitlerinin oksidasyonu sonucu membran lipid yapısını değiştirerek hücrenin yapı ve fonksiyonlarını bozan kimyasal bir olaydır (Freeman ve Crapo, 1982). Malondialdehit lipid peroksidasyonunun en önemli belirteci olarak kabul edilmektedir (Halliwell ve Gutteridge, 1989).

Çalışmamızda elde edilen veriler oksidatif stres göstergelerinden MDA düzeyi açısından incelendiğinde, 5 saat süreyle taşınan hayvanların MDA düzeyinde kontrol grubuna göre bir artma görülmesine rağmen bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Öte yandan, 10 ve 24 saat süreyle taşınan hayvanlarda ise plazma MDA düzeylerinde istatistiksel olarak önemli bir artışın şekillenmesi, taşıma stresi sonucu oluşan serbest radikallerin hücre lipid membranlarını hasara uğrattığının bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Wernicki ve ark. (2006) kısa süreli (2 saat) taşınan sığırlarda plazma kortizol düzeyi ile lipid peroksidasyon arasında pozitif bir ilişki saptamışlar ve taşımanın hayvanlarda lipid peroksidasyonu artırdığını ileri sürmüşlerdir. Chirase ve ark. (2004)'nin sığırlarda taşımanın MDA düzeyinde artışlara yol açtığı yönündeki bildirimleri de bulgularımızı desteklemektedir. Avcı ve ark. (2008) 5 saat süreyle taşımanın koyunlarda MDA düzeyini önemli düzeyde artırdığını bildirmişlerdir.

Nitrik oksit muskarinik veya histamin reseptör-

leri gibi çeşitli reseptörlerin aktivasyonu sonucu L- arjinin ve oksijenden, nitrik oksit sentaz enzimi etkisiyle sentezlenir. Önceleri endotel damar düz kasları arasında bir sinyal molekülü olarak tanımlanan nitrik oksitin, daha sonra ortamdaki konsantrasyonuna bağlı olarak düzenleyici, koruyucu ve sitotoksik etkileri de belirlenmiştir. Nitrik oksit hem fizyolojik hem patofizyolojik süreçlerde önemli bir role sahip serbest radikaldir. Nitrik oksit oksijenle birleşerek, dokular için son derece zararlı bir radikal olan peroksinitrit'e dönüşür. Peroksinitritin proteinlere doğrudan zararlı etkileri vardır (Tunçtan ve Abacıoğlu, 1998; Kılınç ve Kılınç, 2003). Çalışmada 10 ve 24 saat süreyle taşınan koyunlarda plazma NO düzeylerinin kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunması, taşıma sırasında artan serbest radikallerin hücre lipid membranlarını peroksidasyona uğrattığını göstermektedir. Taşıma sonrasında hayvanların MDA ve NO düzeylerinde gözlenen bu artış, taşıma stresiyle artan glikokortikoid ve kateşolaminlerin aerobik enerji üretimini artırmasıyla ilişkili olabilir. Enerji üretimindeki artma ise reaktif oksijen türlerini ve dolayısıyla da lipid peroksidasyonunu artırır (Freeman ve Crapo, 1982). Diğer taraftan organizmada kan akımındaki azalma veya yetersizliği ile süperoksit anyon kaynağı olan ksantin oksidazın iskemi süresince ksantin dehidrogenaz'a dönüşümü de NO üretimini artırır. (Joannidis ve ark., 1990; Civan ve Keçeci, 2010). Aynı zamanda sıcaklık stresinin de hücrelerde reaktif oksijen türleri oluşumunu artırarak oksidatif stresi uyardığı bildirilmektedir (Hall ve ark., 1994; Harmon ve ark., 1997; Bernabucci ve ark., 2005).

Organizmanın serbest radikallere karşı savunma sisteminde öncelikle hücrelerdeki enzim sistemleri etkili olmaktadır. SOD, GPx ve CAT serbest radikallerin birikmesini ve lipid peroksidasyonunun başlamasını önleyen en önemli enzimatik antioksidanlardır (İnci ve ark., 1998; Gani ve ark., 2000). Bu antioksidanlardan SOD, peroksinitrit oluşumunu engelleyici ve süperoksit radikalini daha az zararlı H_2O_2 'ye dönüştürücü etkisi nedeniyle organizmayı

oksidanların zararlı etkisinden korur (Kılınç ve Kılınç, 2003). Çalışmada, 10 ve 24 saat süreyle taşınan gruplarda SOD aktivitesinde kontrol grubuna göre önemli bir artış kaydedildi. Bu durum, taşıma sırasında oluşan oksidatif stres sonucu ortamda artan süperoksit radikalini temizlemek için SOD enzim aktivitesinin arttığını düşündürmektedir. Bulgularımıza benzer şekilde yaz aylarında taşınan sığırlarda eritrosit SOD aktivitesinde önemli bir artış gözlenmiştir (Bernabucci ve ark., 2005). Öte yandan 5 saat süreyle taşınan develerde SOD aktivitesinde önemli bir artma saptanmaması bulgularımızla benzerlik göstermemektedir. (Nazifi ve ark., 2009). Bu farklılıklar taşıma süresi, taşıma koşulları, hava durumu ve hayvan türü gibi birçok faktörden kaynaklanabilir.

Katalaz enzimi, GPx ile beraber hücre içi hidrojen peroksitin yok edilmesi veya vücuttan uzaklaştırılmasında rol alır. Katalazın doku dağılımı geniştir. Ancak karaciger, böbrek ve eritrositlerde bu enzim daha yüksek düzeylerde bulunur. Katalaz özellikle hidrojen peroksitin arttığı durumlarda etkilidir ve hidrojen peroksiti oksijen ve suya dönüştürerek ortadan kaldırır (Finaud ve ark., 2006). Çalışmada taşıma süresiyle doğru orantılı olarak katalaz aktivitesinde bir artma tespit edilmiş, ancak bu artma istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Benzer şekilde maraton koşusundan sonra eritrosit katalaz aktivitesinde önemli bir değişiklik gözlenmemiştir (Rokitcki ve ark., 1994). Sıçanlarda yapılan bir çalışmada, 10 hafta süreyle haftada 5 gün ve günde 15-60 dk yapılan yüzme antrenmanlarının böbrek ve diyafram kasının CAT aktivitesinde herhangi bir değişiklik oluşturmadığı tespit edilmiştir (Nakatani ve ark., 2005).

Eritrositlerde oksidan strese karşı en etkili antioksidan enzim GPx'dir. Bu enzim hidrojen peroksitin ve organik hidroperoksitlerin indirgenmesini sağlar. GPx aktivitesindeki azalma, hidrojen peroksitin artmasına ve şiddetli hücre hasarına yol açar (Halliwell ve Gutteridge, 1999; Dündar ve Aslan, 2000). Sunulan çalışmada 10 ve 24 saat süreyle taşınan hayvanların eritrosit GPx aktivitesinin kont-

rol grubuna göre anlamlı olarak arttığı tespit edildi. Bu artma, ortamda hidrojen peroksitin artmasıyla ilişkili olabilir. İnsanlarda uzun süreli egzersizden sonra fiziksel stres faktörlerine karşı uyum mekanizmasının bir sonucu olarak GPx aktivitesinde artma gözlenmiştir (Tessier ve ark., 1995; Tauler ve ark., 2006). Bernabucci ve ark. (2005) sıcak mevsimde taşınan sığırların oksidatif strese bağlı olarak eritrosit GPx aktivitesinde artma tespit etmişlerdir. Benzer şekilde ağır egzersiz (günde 60 dakika) yapan sıçanların eritrosit total GPx aktivitelerinde kontrol grubuna göre artış saptanmıştır (Düzova ve ark., 2006). Reddy ve Fernandes (1999), sıçanlarda 8 hafta boyunca, haftada 6 gün, 45-50 dk koşu bandında yapılan antrenmanların karaciger, böbrek ve kalp kası GPx aktivitesinde, kontrol grubuna göre önemli düzeyde artışa neden olduğunu belirtmiştir.

Sonuç olarak, bulgularımız koyunlarda kısa süreli (5 saat) taşımanın oksidatif stres üzerine önemli bir etki yapmadığını ancak, uzun süreli (10 ve 24 saat) taşımalarda taşıma stresinin neden olduğu lipid peroksidasyonunun olumsuz etkilerini önlemek amacıyla antioksidan savunma sisteminin artırılarak oksidan-antioksidan dengenin oldukça iyi düzenlendiğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Alessio HM., 1993. Exercise-induced oxidative stress. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 25, 218-224.
- Avcı G., Küçükkurt İ., Eryavuz A., Aslan R., Dündar Y., 2008. Nakil işlemine tabi tutulan koyunlarda vitamin C ve ksilazın uygulamasının kortizol ve lipid peroksidasyon ile bazı biyokimyasal parametrelere etkisi. *F.Ü. Sağ. Bil. Derg.*, 22, 147-152.
- Bernabucci U., Ronchi B., Lacetera N., Nardone A., 2005. Influence of body condition score on relationships between metabolic status and oxidative stress in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 88, 2017-2026.
- Chirase NK., Greene LW., Purdy CW., Loan RW., Auvermann BW., Parker DB., Walborg EF., Stevenson DE., Xu Y., Klaunig JE., 2004. Effect of

- transport stress on respiratory disease, serum antioxidant status, and serum concentrations of lipid peroxidation biomarkers in beef cattle. *Am. J. Vet. Res.*, 65, 860-864.
- Civan A., Keçeci T., 2010. Ginseng uygulamasının sporcularda ve sedanterlerde nitrik oksit ve malondialdehit üzerine etkisi. *Selçuk Üniv. Beden Eğit. Spor Bil. Derg.*, 12, 232-238.
- Çetin E., Çetin N., Küçük O., 2011. Toklularda karayolu ile taşımanın bazı hematolojik ve biyokimyasal parametreler üzerine etkisi. *Erciyes Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 8, 97-103.
- Dündar Y., Aslan R., 2000. Hekimlikte oksidatif stres ve antioksidanlar. 1. Basım, Afyon Kocatepe Üniversitesi yayınları, Afyon.
- Düzova H., Emre MH., Karakoç Y., Karabulut AB., Yılmaz Z., Gürsul C., Yoloğlu S., 2006. Orta ve yüksek düzeyde treadmill egzersizinin sıçanların kas ve eritrosit oksidan/antioksidan sistemine etkisi. *İnönü Üniv. Tıp Fak. Derg.*, 13, 1-5.
- Fairbanks VF., Klee GG., 1987. Biochemical aspect of hematology. In: "Fundamentals of Clinical Chemistry", Ed., NW Tietz, WB Saunders Company, Philadelphia.
- Finaud J., Lac G., Filaire E., 2006. Oxidative stress relationship with exercise and training. *Sports Med.*, 36, 327-358.
- Freeman BA., Crapo JD., 1982. Biology of disease: free radicals and tissue injury. *Lab. Invest.*, 47, 412-426.
- Gani H., Seyfikli Z., Çelik VK., Akkurt İ., Abadoğlu Ö., 2000. The effects of biomass exposure on lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities in Turkish female groups in rural areas. *Türk Toraks Dergisi*, 1, 13-18.
- Grandin T., 2000. *Livestock Handling and Transport*. CABI Publ., New York.
- Hall DM., Buettner GR., Matthes RD., Gisolfi CV., 1994. Hyperthermia stimulates nitric oxide formation: electron paramagnetic resonance detection of NO-heme in blood. *J. Appl. Physiol.*, 77, 548-553.
- Halliwell B., Gutteridge, JMC., 1989. *Free Radicals in Biology and Medicine*. Clarendon Press, Oxford.
- Harmon RJ., Lu M., Trammel DS., Smith BA., 1997. Influence of heat stress and calving on antioxidant activity in bovine blood. *J. Dairy Sci.*, 80, 264.
- Hartung J., 2003. Effects of transport on health of farm animals. *Vet. Res. Com.*, 27, 525-527.
- İnci E., Seven A., İnci F., Civelek S., Korkut N., Burçak G., 1998. Larenks kanserli olgularda lipid peroksidasyon ve antioksidan statü göstergelerinin dokuda incelenmesi. *Türk Otolarengoloji Arşivi*, 36, 33-36.
- Joannidis M., Gstraunthaler G., Pfaller W., 1990. Xanthine oxidase, evidence against a causative role in renal reperfusion injury. *Am. J. Physiol. Renal. Physiol.*, 258, 232-236.
- Kadim İT., Mahgoub O., Al-Kindi A., Al-Marzooqi W., Al-Saqri NM., 2006. Effects of transportation at high ambient temperatures on physiological responses, carcass and meat quality characteristics of three breeds of Omani goats. *Meat Sci.*, 73, 626-634.
- Kılınç A., Kılınç K., 2003. Nitrik oksit, biyolojik fonksiyonları ve toksik etkileri, Palme Yayıncılık, Ankara.
- Lili J., 1995. Oxidative stress during exercise: implication of antioxidant nutritions. *Free Rad. Biol. Med.*, 18, 1079-1086.
- Luck H., 1955. Catalase. In: *Methods in Analysis*. Ed., HU Bergmeyer, Academic Press, London.
- Mc Clelland GB., 2004. Fat to the fire: The regulation of lipid oxidation with exercise and environmental stress. *Comp. Biochem. Physiol. B*, 139, 443-460.
- Mills PC., Higgins AJ., 1997. Oxidant injury, nitric oxide and pulmonary vascular function: Implications for the exercising horse. *Vet. J.*, 153, 125-148.
- Mormede P., Soissons J., Bluthe RM., Raoult J., Legarff G., Levieux D., Dantzer R., 1982. Effect of transportation on blood serum composition, disease incidence, and production traits in young calves. Influence of the journey duration. *Ann. Rech. Vet.*, 13, 369-384.
- Nakatani K., Komatsu M., Kato T., Yamanaka T., Takekura H., Wagatsuma A, Aoyama K., Xu B., Hirano T., Kasai H., Ando S., Takeuchi T., 2005. Habitual exercise induced resistance to oxidative stress. *Free Radic. Res.*, 39, 905-911.
- Nazifi S., Saeb M., Baghshani H., Saeb S., 2009. Influence of road transportation during hot summer conditions on oxidative status biomarkers in Iranian

- dromedary camels (*Camelus dromedarius*). *Afr. J. Biochem. Res.*, 3, 282-287.
- Parrott RF., Hall SJG., Lloyd DM., 1998. Heart rate and stress hormone responses of sheep to road transport following two different loading procedures. *Anim. Welf.*, 7, 257-267.
- Pregel P., Bollo E., Cannizzo FT., Biolatti B., Contato E., Biolatti PG., 2005. Antioxidant capacity as a reliable marker of stress in dairy calves transported by road. *Vet. Rec.*, 156, 53-54.
- Reddy ACP., Fernandes G., 1999. Modulation of antioxidant enzymes and lipid peroxidation in salivary gland and other tissues in mice by moderate treadmill exercise. *Aging (Milano)*, 11, 246-252.
- Roder JD., 2001. Pathophysiology of free radical generation, In: *Veterinary Toxicology*, Ed., JD order, Butterworth-Heinemann, Woburn.
- Rokitzki L., Logemann E., Sagredos AN., Murphy M., Wetzal-Roth W., Keul J., 1994. Lipid peroxidation and antioxidative vitamins under extreme endurance stress. *Acta Physiol. Scand.*, 151, 149-158.
- Sarıözkan S., Cevger Y., Küçük O., Aral Y., 2009. Different effects of road transport on yearling lambs. *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 15, 705-708.
- Tauler P., Aguilo A., Gimeno I., Fuentespina E., Tur JA., Pons A., 2006. Response of blood cell antioxidant enzyme defence to antioxidant diet supplementation and to intense exercise. *Eur. J. Nutr.*, 45, 187-195.
- Tessier F., Margaritis I., Richard M., Moynot C., Marconnet P., 1995. Selenium and training effects on the glutathione system and anaerobic performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 27, 390-396.
- Tracey WR., Tse J., Carter G., 1995. Lipopolysaccharide-induced changes in plasma nitrite and nitrate concentrations in rats and mice: pharmacological evaluation of nitric oxide synthase inhibitors. *J. Pharmacol. Exp. Ther.*, 272, 1011-1015.
- Tunçtan B., Abacıoğlu N., 1998. Biyolojik örneklerde nitrik oksit ölçümü: Diazotizasyon yöntemi. *FABAD J. Pharm. Sci.*, 23, 161-170.
- Urban-Chmiel R., 2006. The influence of transport stress on oxidative stress parameters in bovine leukocytes. *Slovakia. Vet. Res.*, 43, 243-246.
- Wernicki A., Urban-Chmiel R., Kankofer M., Mikucki P., Puchalski A., Tokarzewski S., 2006. Evaluation of plasma cortisol and TBARS levels in calves after short-term transportation. *Rev. Med. Vet.*, 157, 30-34.
- Yoshioka T., Kawada K., Shimada T., 1979. Lipid peroxidation in maternal and cord blood and protective mechanism against activated-oxygen toxicity in the blood. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 135, 372-376.