



Sprague Dawley Ratlarda Kısa Fotoperiyotun Bazı Kan Parametrelerine Etkisi: I-Enzim Seviyeleri*

Nilüfer SABUNCUOĞLU^{1✉}, Pelin Ayça DEMİR²

1. Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye.
2. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Palandöken İlçe Müdürlüğü, Erzurum, Türkiye.

Özet: Outbred *Sprague dawley* ratlarda, kısaltılmış ışık süresinin vücut ağırlık artışı ve bazı kan enzim seviyelerine etkisi incelendi. Yavrular (n=96), 12 sa. aydınlık/karanlık (kontrol) ve kısaltılmış ışık (9 sa. aydınlık/15 sa. karanlık: muamele) olmak üzere iki fotoperiyot şartına maruz bırakıldılar. Muamele grubu ratlarda, 15 haftalık yaşta, bazı enzim parametreleri, kontrol grubu ile karşılaştırıldı. Kontrol ve muamele grupları arasında ağırlık artışı ve CK-MB (myokardial kreatin kinaz) enzimi hariç diğer enzim seviyelerinde farklılık gözlenmedi ($P>0.05$). *Sprague dawley* ratların, kısa fotoperiyot şartlarında, rutin uygulanan fotoperiyot şartlarındaki gibi, ağırlık artışı ve kan enzim seviyeleri değişmeden yetiştirilme şansı olabildiği sonucuna varıldı.

Anahtar kelimeler: Enzim, Fotoperiyot, *Sprague dawley*.

Effect of Short Photoperiod on Some Blood Parameters in Sprague Dawley Rats: I- Enzyme Levels

Abstract: The effect of short photoperiod on body weight gain and some enzyme levels in outbred *Sprague dawley* rats was examined. The pups (n= 96) were assigned into two photoperiod groups: 12 h of light/dark (control) and short photoperiod (9 h light/15 h dark: experiment). The enzyme levels in the experimental group rats were compared to those of control group, at 15 weeks of age. No significant differences ($P>0.05$) were observed between control and experimental groups, with regard to body weight gain and measured enzymes, except for CK-MB (myocardial creatine kinase). It is concluded that, outbred *Sprague dawley* rats could be kept under short photoperiod conditions, without marked change in the levels of weight gain and some blood enzymes.

Key words: Enzyme, Photoperiod, *Sprague dawley*.

✉ Nilüfer SABUNCUOĞLU

Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Zootekni Anabilim Dalı, Erzurum, Türkiye.
e-posta: nilcoban@gmail.com

*Bu çalışma, Yüksek Lisans tezi esnasında, tez çalışmasına paralel yürütülmüştür.

GİRİŞ

In vivo çalışmalar, çok çeşitli tür hayvan ve insanla yapılabilmesine karşın, *Rattus rattus*, *Rattus norvegicus* türlerine ait varyetelerin, laboratuvar şartlarında yetiştirme kolaylığı ve bilimsel çalışmalarda kullanım oranı açısından özel bir yeri vardır. Ratlar, fizyolojik ihtiyaçların optimum seviyede karşılandığı mikro çevrelerde yetiştirilir. Çevre gereksinimleri, türe özel ayarlanarak yetiştirilen rodentlerin, uygun olmayan çevresel faktörlere maruz kalması durumunda büyüme, gelişim, biyokimyasal ve hematolojik parametreler ve enzim seviyelerinde stres cevabın meydana geldiği bilinmektedir (Hansen ve Berthelsen, 2000; Ponce ve ark., 2001).

Aydınlatma süresi ve fazı olarak bilinen fotoperiyot, ratların en önemli fizyolojik ihtiyaçlarından biridir. Fotoperiyot, canlıda melatonin seviyesi, epifiz bezi gelişimi ve büyüme sırasında üremeye ilgili olan ve olmayan organ büyümelerini düzenlemektedir (Edmonds ve ark., 2005). Laboratuvar hayvanları, genellikle, suni ışıklandırma altında 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık (12A: 12K) fazları içeren bir fotoperiyot düzeninde yetiştirilirler (Poyraz, 2000). Ratlar arasında soy, aile ve varyete farklılıkları fotoperiyota olan yanıtı değiştirmektedir (Francisco ve ark., 2004).

Bununla birlikte ratların, doğal ortamda, kuzey ve güney yarımkürede, günlerin kısaldığı sonbahar ve kış mevsimlerinde, yaşadıkları bölgelere göre değişen fotoperiyot sürelerine maruz kaldığı ve günlük 9 saat ve çok daha az süreyle ışıklandırma süresine de uyum sağlayabildiği bir gerçektir.

Elektrik enerjisi ve diğer enerji kaynakları, tüm insanlığın ihtiyacını karşılayabilmekten uzaktır. Enerji kaynaklarının tükenmesi, insanoğlunun geleceği açısından önemli bir sorun olarak, ülkelerin gündemini meşgul etmektedir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde çok sayıda laboratuvar hayvanı yetiştiren işletmelerde, milyarlarca adet

laboratuvar hayvanı üretilmekte, üretim sırasında önemli miktarda elektrik enerjisi harcanmaktadır.

Yapılan literatür taramalarında deneysel olarak çok sayıda üretilen ve daha çok tercih edilen *Sprague dawley* ratlarda ışık yönetimi ile ilgili araştırma sayısı son derece kısıtlıdır. Bu araştırmaların çoğu 'insan için model' anlayışı ile yapılmış, 'ratlarda ışık süresinin kısaltılma olanakları' ile ilgili konuları içermemektedir.

Bazı hayvan türlerinde, birçok fiziksel çevre şartlarının etkileri, büyüme, gelişme, bazı biyokimyasal ve hematolojik parametreler incelenerek aydınlatılmaya çalışılmıştır. Kan enzim seviyeleri, kısa ve uzun dönem stres şartlarının göstergesi olarak; örneğin kanatlılarda ve atlarda nakil stresi (Mitchell ve ark., 1992; Casella ve ark., 2012), tavşanlarda kesim öncesi sosyal-fiziksel çevre stresi (Sabuncuoğlu ve ark., 2009), sığırlarda ise barınak stresinin (Giulotti ve ark., 2012) incelenmesi çalışmalarında kullanılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, rat yetiştiriciliğinde uygulanan 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık (12 A: 12 K) günlük fotoperiyod dönemde aydınlık fazının 9 saate indirilmesiyle, *Sprague dawley* ratların deneysel amaçla kullanıma sunuldukları yaklaşık 200 gr canlı ağırlığa ulaşma seviyesinde, ağırlık artışı ve bazı enzim seviyelerini belirlemek, fotoperiyot kısaltılması ile vücut ağırlık artışı-enzim seviyelerinin ilişkisini belirleyerek, günlük aydınlık süresinin kısaltılması olanaklarını incelemektir.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışma, Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü, Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu Başkanlığının, 28.11.2008 tarihli oturumunda oybirliği ile alınan 84 no'lu kararı sonrasında, Atatürk Üniversitesi Tıbbi Deneysel Uygulama ve Araştırma Merkezinde 16.07.2009 tarihinde başlatıldı ve yaklaşık 20 hafta süreyle devam etti.

Outbred *Sprague dawley* dişi anaçlar, major patojenleri (*Salmonella spp.*, *Shigella spp.*, *Leptospira spp.*, *Streptobacillus moniliformis*, *Spirillum minus*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Pastorella pseudotuberculosis* ve *Sarcoptes scapiei*) bulundurmayan ve outbred yetiştirilen sürüden, kontrol ve deneme grubu olarak 6 aylık yaşta ve iki doğum yapmış olanlar içerisinde, benzer ağırlıklara göre seçildi. Her gruba 10 adet dişi rat belirlenerek gebelik öncesi tartımları yapıldı. Anaç ratların ağırlık ortalamaları, kontrol grubunda 224.10 ± 14.63 gr, deneme grubunda ise 232.00 ± 12.61 gr olarak belirlendi. Ratlar, elde çiftleştirildikten sonra $47 \times 35 \times 20$ cm'lik kafeslere birer adet yerleştirildi, kafesler penceresiz, 21 ± 2 °C ve $\% 55 \pm 5$ nispi nem şartlarındaki yetiştirme odalarına konuldu.

Kontrol grubu ratlar, 12 saat aydınlık ve 12 saat karanlık, deneme grubu olanlar ise 9 saat aydınlık, 15 saat karanlık fotoperiyodik faza maruz bırakıldılar. Kafeslerin 1.5 metre üzerinde sağlanan ışık kaynağının kafes tabanında sağladığı ışık şiddeti 150 lüks seviyesinde gerçekleşti. Ratlar için özel olarak üretilen peletlenmiş yem ($\% 17$ protein, $\% 4$ yağ, $\% 3$ selüloz) ve su *ad libitum* olarak verildi.

Üçüncü hafta sonunda doğumların gerçekleşmesi ile ilk yavru tartımları yapıldı. Daha sonra, 7 günde bir, sabah 09.00'da haftalık tartımları yapılan kontrol ve deneme grubundaki yavruların doğumlarını takiben 21. günün sonunda süttan kesilerek cinsiyet ayrımları yapıldı ve cinsiyetlerine göre büyütme kafeslerine alındı.

Yavrular, her kafeste 10 adet olmak üzere $50 \times 30 \times 30$ cm boyutlarında büyütme kafeslerine yerleştirildi. Süttan kesim sonrası 5 haftalık süre içerisinde, kontrol ve deneme gruplarına yem ve su *ad libitum* sağlandı.

Ratların doğum sonrası 15. hafta bitiminde 12 saat aç bırakıldıktan sonra kontrol ve deneme gruplarından 10 adet dişi ve 10 adet erkek toplam 40 adet rat, rasgele seçildi. Eter inhalasyon anestezisi altında karın boşluğu açıldı, *Aorta abdominalis* kesilerek kan boşaltıldı ve analiz için

tüplere alındı. Alınan kan örneklerinde, aspartat aminotransferaz (AST), alanin aminotransferaz (ALT), glutamil transferaz (GGT), alkalen fosfataz (ALP), laktat dehidrojenaz (LDH), kreatin kinaz (CK), miyokardial kreatin kinaz (CK-MB) ve amilaz enzim analizleri, uygun ticari test kitleri kullanılarak Hitachi, Moduler PP (Roche®) model biyokimya analizörü yardımıyla analiz edilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Kontrol ve muamele fotoperiyot grupları ile cinsiyetin enzim seviyeleri üzerine etkileri, aşağıdaki matematik modeline göre incelenmiştir.

$$Y_{ijk} = \mu + b_i + s_j + e_{ijk}$$

Y_{ijk} : i. muamele grubundan j. cinsiyetteki ratın enzim seviyesi

b_i : Muamele etkisi (kontrol, muamele)

s_j : Cinsiyet etkisi (erkek, dişi)

e_{ijk} : Şansa bağlı hata

Verilerin analizinde SPSS 9.0 istatistik paket programının, Genel Linear Model (GLM) prosedürü kullanıldı.

BULGULAR

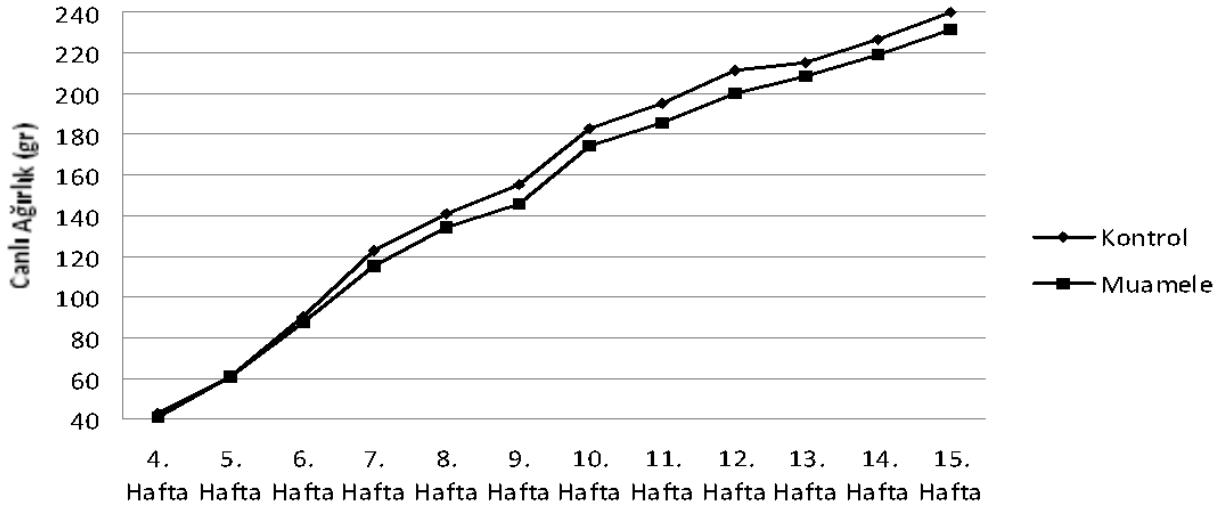
Yavruların süt emzirildiği, ilk üç hafta sonu itibarıyla, kontrol grubu yavrulara ait canlı ağırlık ortalamaları kontrol grubunda sırasıyla, 6.18 ± 0.43 ; 13.86 ± 1.01 ; 26.52 ± 2.01 gr, muamele grubunda ise 7.33 ± 0.43 ; 14.56 ± 0.93 ; 23.68 ± 1.87 gr olarak belirlenmiştir. Kısaltılmış fotoperiyodun (muamele), süttan kesim öncesi canlı ağırlık artışına etkisi istatistiksel olarak önemli değildi ($P > 0.05$).

Büyütme dönemi sonunda (15. haftada), kan analizleri için ötenazi uygulanan ratların işlem öncesi canlı ağırlıkları, kontrol ve muamele gruplarında sırayla 223.84 ± 2.84 ve 215.90 ± 2.84 gr olarak belirlenmiştir. Çalışmanın sürdüğü 4.-15. haftalar arasında, haftalık canlı ağırlık değişimleri, Şekil 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Serum enzim miktarlarına ait ortalama, standart hata ve varyans analiz sonuçları.
Table 1. The mean values, standard errors and results of variance analyses for the serum enzymes.

		CK (U/L)	AST (U/L)	ALT (SGPT) (U/L)	GGT (U/L)	ALP (U/L)	LDH (U/L)	CK-MB (U/L)	Amilaz (U/L)
Muamele	Kontrol	8547.8±683.7	236.3±15.6	47.8±3.2	1.45±0.26	303.2±14.4	1798.3±168.2	2928.7±138.3	1456.6±79.4
	Deneme	9121.8±701.9	250.0±16.1	51.9±3.3	1.97±0.28	283.5±14.8	2084.7±172.7	2219.4±141.9	1617.5±81.5
Cinsiyet	Dişi	8190.4±683.7	225.9±15.6	43.8±3.2	1.20±0.27	229.8±14.4	2031.7±168.2	2630.6±138.3	1257.1±79.4
	Erkek	9479.2±701.9	260.4±16.1	55.9±3.3	2.22±0.28	356.9±14.8	1851.3±172.7	2517.4±141.9	1817.1±81.5
Genel Ort		8834.8±489.9	243.2±11.2	49.9±2.3	1.71±0.19	293.4±10.3	1941.5±120.6	2574.0± 99.1	1537.1±56.9
P<									
Cinsiyet		ÖS	ÖS	*	*	**	ÖS	ÖS	**
Muamele		ÖS	ÖS	ÖS	ÖS	ÖS	ÖS	**	ÖS

ÖS: Önemsiz (P>0.05) * : P<0.05 ** : P<0.01



Şekil 1. Sütten kesim sonrası [4-15 hafta] yavruların haftalık ağırlık artış grafiği.

Figure 1. Graph for weekly weight gain of the pups after preweaning period [4-15 weeks].

12 A: 12 K fotoperyota maruz bırakılan ratlar ile 9A: 15K şartlarında barındırılan ratların 15. hafta sonuna kadar ağırlık değişimleri, benzer düzeyde gerçekleşmiştir ($P>0.05$). Muamele ve kontrol grubu ratlarda ölçümü yapılan enzimlere ait ortalama ve varyans analizi sonuçları ise Tablo 1'de sunulmuştur. Ölçümü yapılan enzimlerden, CK-MB, kısa fotoperyota maruz bırakılan hayvanlarda azalmış ($P<0.01$), diğer enzimler için ise kontrol ve muamele grupları ortalamaları arasındaki farklılık, istatistiksel olarak önemli bulunamamıştır ($P>0.05$).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada, sütten kesim öncesi ve sonrası dönemde, iki farklı ışıklandırma süresine maruz bırakılan *Sprague dawley* ratların gelişim parametreleri ile bazı enzim seviyeleri belirlenmiştir. *Sprague dawley* ratlar, 8-9. haftada cinsel olgunluğa erişir ve 12. haftalık yaşta erkekler 250 gr, dişiler 200 gr ağırlığa ulaşır (Poyraz, 2000). Kontrol ve muamele grubu ratlarda, 15. hafta sonuna kadar ağırlık artışları, genel olarak benzer düzeyde gerçekleşmiştir. Bu çalışmada, kısaltılmış fotoperyodun, ratların ağırlık artışına baskılayıcı etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir.

Bu araştırma, hayvanların yavru ve cinsel olgunluk çağını da kapsayan ergin öncesi dönemde

yürütülmüştür. Freeman ve Goldman'a (1997) göre, yavru ve genç rodentler, ergin ve yaşlılara kıyasla, fotoperyoda daha güçlü reaksiyon göstermektedirler.

Günlük aydınlık süresinin kısalması, hamsterda (Warner ve ark., 2010) büyümeyi baskılayarak *Prairie volesler*'de ise (Moffatt ve ark., 1991) stimüle etmiştir. *F344* ratlar, doğumdan itibaren kısa fotoperyoda maruz bırakılınca, kontrol grubuna göre yem alımı ve vücut ağırlığının etkilenmediği ifade edilmiştir (Shoemaker ve Heideman, 2002). Benzer bulgu, bu çalışmada da elde edilmiş ve 9 saatlik aydınlık periyodun 15. haftaya kadar *Sprague dawley* ratlarda büyümeyi olumsuz yönde etkilemediği belirlenmiştir.

Literatürde, *Sprague dawley* ratlarda, kısa fotoperyot şartlarında, kan enzim seviyelerini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmanın bulgularının rutin uygulanan yetiştirme ve aydınlatma şartlarında, incelenen enzim seviyeleri için referans değer oluşturması açısından da önemli olduğu düşünülmektedir. Bu çalışmada, ölçümü yapılan enzim seviyeleri, CK-MB hariç ($P<0.01$), kısa fotoperyot şartlarından etkilenmemiştir ($P>0.05$).

Yeni Zelanda ırkı tavşanlarda, kesim öncesi sosyal ve fiziksel çevre şartları, AST, ALT, GGT, LDH, CK, CK-MB seviyeleri üzerinde, kontrol grubuna göre, önemli oranda artışa sebep olmuş ve kesim öncesi stresin tavşanlarda serum enzim seviyelerini etkilediği sonucuna varılmıştır (Sabuncuoğlu ve ark., 2009).

Araştırmacılar, AST, ALT, LDH, CK seviyelerinin, çeşitli tür hayvanlarda (tavşan, koyun, keçi, deve, domuz), çeşitli çevresel stres şartlarında (yüksek ve düşük çevre sıcaklığı, nakil, gürültü, artmış fiziksel aktivite, tanıdık olmayan çevreye nakledilme) önemli ölçüde arttığına yönelik sonuçlar yayınlamışlardır (Kataria ve ark., 1991; Abdelatif ve Modawi, 1994; Chiericato ve ark., 1994; Kannan ve ark., 2003; De la Fuente ve ark., 2007; Melillo, 2007; Li ve ark., 2008; Liste ve ark., 2008).

Tavşanda, GGT ve CK-MB, kısa dönem çevresel stres şartlarında artış göstermiştir (Sabuncuoğlu ve ark., 2009). Amilaz seviyesinin, aynı çalışmada, tavşanda stres ölçütü olarak kullanılmasının doğru bulunmadığı, stres göstergesi olarak kullanılamayabileceği bildirilmiştir. Bu çalışmada, GGT ve Amilaz seviyeleri de kısa fotoperiyot şartlarından etkilenmemiş görünmektedir. Ölçümü yapılan enzimler içerisinde, sadece CK-MB seviyesi, kısa fotoperiyot uygulanan ratlarda, önemli ölçüde düşüş göstermiştir ($P<0.01$). Elde edilen sonuçlardan biri, *Sprague dawley* ratlarda, fotoperiyot şartlarına en duyarlı enzimin CK-MB olduğu yönündedir. Diğer enzim seviyelerinde değişim gözlenmezken, CK-MB düzeyinde, başka bir bakış açısıyla, rutin aydınlatmanın yapıldığı (12A:12K) şartlarda CK-MB'nin daha yüksek çıkması, belki de, 12 saat aydınlığın, *Sprague dawley* ratlarda stres oluşturabildiği ve yine aynı ırk ratlarda strese en duyarlı enzimin CK-MB olması yönünde bir sonucun ileri araştırmalarla, daha detaylı incelenmesi gerektiğini ifade etmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, bu çalışmanın bulguları, outbred *Sprague dawley* rat yetiştiriciliğinde, fotoperiyottaki aydınlık sürenin,

ratların bilimsel araştırma amacıyla kullanıldığı, yaklaşık 200 gram ağırlığa ulaşacakları doğum-15 haftalık dönem boyunca % 25 oranında azaltılmasının, ölçümü yapılan kan enzim seviyelerini, CK-MB hariç, değiştirmediği yönündedir.

Sonuç olarak, bu çalışmadan elde edilen bulgular, *Sprague dawley* ratların, fotoperiyoda değişik seviyelerde reaksiyon gösterebildiğine işaret etmektedir. Benzer çalışmalarla desteklediğinde, işletmelerde, yetiştirilen rat ırklarına göre ışıklandırma süresinin ayarlanabileceği, doğal yaşamdaki kısalmış gün seviyesine kadar ışık süresinin ve dolayısıyla elektrik enerjisi kullanımının azaltılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca bu çalışma, deney hayvanı yetiştirme prosedürlerinin, sadece hayvan türlerine göre değil, ırk, soy ve ailelere göre düzenlenmesi gerekliliği ve özellikle fotoperiyoda ait düzenlemelerin günümüzde ve gelecekteki daha ileri araştırma sonuçlarına göre yeniden tartışılması gerektiğine dair ipuçları içermektedir.

KAYNAKLAR

- Abdelatif AM., Modawi SW., 1994. Effects of hyperthermia on blood constituents in the domestic rabbit (*L. cuniculus*). J. Therm. Biol., 19, 357-363.
- Casella S., Fazio F., Giannetto C., Giudice E., Piccione G., 2012. Influence of transportation on serum concentrations of acute phase proteins in horse. Res. Vet. Sci., 93, 914-917.
- Chiericato GM., Licia R., Chiara R., 1994. Study of metabolic profile of rabbits in relation to two different environmental temperatures. World Rabbit Sci., 2, 153-160.
- De La Fuente J., Diaz MT., Ibanez M., Gonzalez de Chavarri E., 2007. Physiological response of rabbits to heat, cold, noise and mixing in the context of transport. Anim. Welf., 16, 41-47.
- Edmonds K., Riggs L., Masden T., 2005. Effects of photoperiod, melatonin and the pineal gland

- on compensatory gonadal hypertrophy during postnatal development in the marsh rice rat (*Oryzomys palustris*). *Zoolog. Sci.*, 22, 763-774.
- Francisco NR., Raymond CM., Heideman PD., 2004. Short photoperiod inhibition growth in body mass and reproduction in ACI, BUF and PVG inbred rats. *Reproduction*, 128, 857-862.
- Freeman DA., Goldman BD., 1997. Photoperiod nonresponsive Siberian hamsters: The effect of age on the probability of nonresponsiveness. *J. Biol. Rhythms*, 12, 110-121.
- Giulotti L., Bibbiani C., Sestini L., Benvenuti N., 2012. Comparison of two rearing systems on productive performance and welfare parameters in Limousine cattle, animal farming and environmental interactions in the Mediterranean region EAAP–European Federation of Anim. Sci., 131, 161-167.
- Hansen LT., Berthelsen H., 2000. The effect of environmental enrichment on the behaviour of caged rabbits. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 68, 163-178.
- Kannan G., Kouakou B., Terrill TH., Gelaye S., 2003. Endocrine, blood metabolite and meat quality changes in goats as influenced by short term preslaughter stress. *J. Anim. Sci.*, 81, 1499-1507.
- Kataria N., Sareen M., Bhatia JS., 1991. Effect of climatic conditions, sex and age on serum AST and ALT levels in Dromedary camel. *Ind. Vet. J.*, 68, 596-598.
- Li LA., Xia D., Bao ED., Wei S., Xiao JS., Bao JW., Chen WH., Chen J., Hartung J., Zhao RQ., 2008. Erhualian and Pictrain pigs exhibit distinct behavioral, endocrine and biochemical responses during transport. *Livestock Sci.*, 113, 169-177.
- Liste MG., Maria GA., Garcia-Belenguer S., Chacoon G., Gazzola P., Villaroel M., 2008. The effect of transport time, season and position on the truck on stress response in rabbits. *World Rabbit Sci.*, 16, 4, 229-235.
- Melillo A., 2007. Rabbit clinical pathology. *J. Exotic Pet Med.*, 16, 135-145.
- Mitchell MA., Kettlewell PJ., Maxwell MH., 1992. Indicators of physiological stress in broiler chickens during road transportation. *Anim. Welf.*, 13, 91-103.
- Moffatt CA., Bennett SA., Nelson RJ., 1991. Effect of photoperiod and 6-methoxy 2-benzoxazolinone on male-induced estrus in *Prairie vole*. *Physiol. Behav.*, 49, 27-31.
- Ponce RH., Carriazo CS., Vermouth NT., 2001. Lactate dehydrogenase activity of rat epididymis and spermatozoa: Effect of constant light. *European J. Histochem.*, 45, 141-150.
- Poyraz O., 2000. *Laboratuvar Hayvanları Bilimi*, Kardelen Yayınevi, Ankara.
- Sabuncuoğlu N., Çoban O., Laçın E., Özkan A., 2009. Preslaughter environment caused an elevation in some plasma enzymes in New Zealand rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *ISAH congress, 19-23 July, Vechta, Germany*.
- Shoemaker MB., Heideman PD., 2002. Reduced body mass, food intake and testis size in response to short photoperiod in adult *F344* rats. *BMC Physiol.*, 2, 1-10.
- Warner A., Jethwa PH., Whse CA., l'Anson H., Brameld JH., Eblind FJ., 2010. Effect of photoperiod on daily locomotor activity, energy, expenditure and feeding behavior in a seasonal mammal. *American J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.*, 298, 1409-1416.