

## Isı Stresine (35°C) Maruz Bırakılan Bildırcınlarda Rasyona İlave Edilen Magnezyumun Bazı Hematolojik Parametreler Üzerine Etkisi\*

Nazmi ÇET N<sup>1</sup>, Ebru ÇET N<sup>1</sup>, Osman KÜÇÜK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Kayseri-TÜRK YE

<sup>2</sup> Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Kayseri-TÜRK YE

**Özet:** Bu çalı ma, ısı stresine maruz bırakılan bildırcınlarda, rasyona ilave edilen magnezyumun bazı hematolojik parametreler üzerine etkisini incelemek amacıyla yapıldı. Çalı mada 120 bildırcın 4 e it gruba ayrılarak günde 8 saat, 30 gün süreyle ısı stresine (35 °C) maruz bırakıldı. Kontrol grubuna bazal rasyon verilirken deney gruplarının bazal rasyonuna 150, 300 ve 600 ppm magnezyum ilave edildi. Kontrol grubu ile kar ıla tırıldı ında, 300 ve 600 ppm magnezyum ilave edilen gruplarda heterofil ve heterofil/ lenfosit (H/L) oranında önemli bir azalma ( $p<0.05$ ), lenfosit oranında ise önemli bir artma ( $p<0.05$ ) tespit edildi. Öte yandan, eritrosit ve toplam lökosit sayısı ile hemoglobin miktarı, hematokrit de er, T lenfosit, monosit, eozinofil ve bazofil oranları açısından kontrol ve deney grupları arasında önemli bir fark gözlenmedi.

**Anahtar Kelimeler:** Bildırcın, hematolojik parametre, ısı stresi, magnezyum

### Effect of Magnesium Supplementation to Ration on Some Hematological Parameters in Japanese Quails Exposed to Heat Stress (35 °C)

**Summary:** The aim of this study was to determine the effects of diet supplemented with magnesium on some hematological parameters in Japanese quails exposed to heat stress (35 °C). One hundred twenty quails were randomly divided into four equal number of groups, and then exposed to heat stress (35 °C) (8 h per day) for 30 days. Animals were fed with a basal diet in control group and with a basal diet supplemented with either 150, 300, 600 ppm of magnesium in experimental groups. Heterophil and heterophil/lymphocyte (H/L) ratio significantly ( $p<0.05$ ) decreased whereas lymphocyte ratio significantly ( $p<0.05$ ) increased in birds supplemented with 300 or 600 ppm magnesium, compared to control group. On the other hand, there was no significant difference between control and Mg-supplemented groups in terms of erythrocyte and total leukocyte counts, hemoglobin amount, hematocrit level, and T lymphocyte, monocyte, eosinophil, basophil ratios.

**Key Words:** Heat stress, hematologic parameter, magnesium, quail

### Giri

Kanatlı hayvan yeti tiricili inde en önemli çevresel faktörlerden biri çevre sıcaklığıdır. Kanatlılarda normal vücut ısısı 41–42 °C arasında (8,31), optimum çevre sıcaklığı ise 18-22 °C arasında de imektedir (21). Yüksek çevre sıcaklığı ında kanatlıların vücut ısısı da yükselir ve hayvan vücut ısısını düürmek için ba lıca polipne gibi ısı kaybı mekanizmalarını çalı tırır. Ter bezlerine sahip olmayan kanatlılar yüksek çevre sıcaklığı na (ısı stresi) oldukça duyarlıdır. Isı stresinin etkisiyle hipotalamustan salınan kortikotropin salgılatıcı hormon (CRH), ön hipofizden adrenokortikotropik hormon (ACTH) salınımını ba latır. Adrenokortikotropik hormon ise kanatlılarda böbrek üstü bezinden ba lıca kortikosteron salınımına neden olur (29,32). Kanda kortikosteron seviyesinin yükselmesi heterofil/lenfosit oranını (H/L oranı)

arttırır (11,12). Piliçlerde H/L oranının plazma kortikosteron düzeyine göre daha güvenilir bir stres göstergesi olabilece i vurgulanmıştır (17).

Yüksek çevre sıcaklığı ı kanatlılarda verim kayıplarına neden olur. (8,22,26). Ayrıca birçok fizyolojik ve biyokimyasal parametreler üzerine olumsuz etkileri vardır (26,30). Kademeli olarak artırılan çevre sıcaklığı na maruz bırakılan ya lı piliçlerde ısı stresi, hemoglobin miktarında önemli bir azalma ve lökosit sayısında ise önemli bir artma olmaktadır (30). Etlik piliçlere uygulanan ısı stresinin ( $39 \pm 1^\circ\text{C}$ ) monosit ve lenfosit oranında azalma, heterofil ve bazofil oranında artma olmaktadır, eozinofil ve hematokrit de erlerinde ise herhangi bir de i iklik olmaktadır gözlenmiştir (3). Yüksek çevre sıcaklığı ında (30 ve 35 °C) tutulan etlik piliçlerde alyuvar sayısı, hemoglobin ve hematokrit de erleri ile total plazma proteinlerinde azalma gözlenmiştir (8). Öte yandan 21 gün süreyle ısı stresi ( $39 \pm 1^\circ\text{C}$ ) uygulanan piliçlerde, toplam lökosit sayısı ile lenfosit ve monosit oranlarında 3., 7. ve 14. günlerde önemli bir artma, 21. günde ise önemli bir azalma tespit edilirken heterofil oranında ise 3. ve 7. günlerde önemli bir artma, 14. ve 21. günlerde

Geli Tarihi/Submission Date : 30.01.2006

Kabul Tarihi/Accepted Date : 28.02.2006

\* Bu ara tırmanın materyali kısmen EÜBAB-VA.04.03 no'lu proje tarafından sağ lanmıştır.

azalma kaydedilmemi tir (2). Isı stresi (34.8 °C) uygulanan piliçlerde hematokrit de eri ve heterofil oranında artma, lenfosit ve bazofil oranında azalma gözlenirken, (18) plazma kortikosteron miktarının de i medi i, buna kar ılık heterofil/ lenfosit (H/L oranı) oranında önemli bir artma oldu u bildirilmi (17) ve bazı durumlarda H/L oranının daha güvenilir bir parametre olabilece i vurgulanmı tir.

Yapay hipertermi insanlarda magnezyum dengesini olumsuz yönde etkiler, hipermagnezemi ise hipotermiye neden olur. Gerek fiziksel (sıcaklık, so uk, travma, yanık v.s.) gerekse hissel (a rı, endi e, korku, depresyon v.s.) stres magnezyuma ihtiyacı artırır. Stres reaksiyonları, kate olamin ve kortikosteroidler gibi stres hormonlarının a rı salınması sonucu olu ur ve magnezyum düzeyi dü tüünde ve kalsiyum düzeyi yükseldi inde bu stres hormonlarının salınımı artar (28). Gürültü stresine maruz bırakılan insanlarda ve hayvanlarda idrarla Mg atılması artar, Mg takviyesi ise bu atılımı önl er (13) Magnezyum antihipertermik etki gösterir (10). Classen ve ark. (7) hayvanlarda, monomagnezyum-L-aspartat hidroklorit'in stres hormonlarının salınımını azalttı nı bildirmi lerdir.

Özellikle yaz aylarında, yüksek çevre sıcaklı nın (ısı stresi) kanatlılarda neden oldu u verim dü üklü ünün önlemesi amacıyla kümes içinde havalandırma sistemi kullanmak, dünyada ve ülkemizde ekonomik olarak i letmelere büyük yük getirmektedir. Bu yüzden ısı stresini azaltmak için genellikle ucuz bir yol olan ve kanatlı rasyonuna ilave edilen stresi azaltıcı vitamin (vitamin C, E, A) ve mineral (Cr, Se, Zn) ilaveleri kullanılmaktadır (24,25,26). Isı stresi altında tutulan etlik piliçlerin rasyonuna ilave edilen vitamin C, H/L oranında azalmaya neden olmu tur (19).

Bu çalı ma, ısı stresi altında tutulan (35 °C) bildircinlarda, yeme ilave edilen 150, 300 ve 600 ppm magnezyumun bazı hematolojik parametreler üzere etkisini incelemek amacıyla yapıldı.

### Gereç ve Yöntem

Denemede 10 günlük toplam 120 bildircin (*Coturnix coturnix Japonica*) kullanıldı. Bildircinlar, canlı a ırıkları göz önüne alınarak 4 e it gruba ayrıldı ve günde 8 saat, 30 gün süreyle ısı stresine (35 °C) maruz bırakıldı. Kontrol grubuna Mg içermeyen bazal rasyon (kontrol) verilirken di er gruplara ise 150, 300 ve 600 ppm Mg ilave edilen bazal rasyon 30 gün süreyle verildi. Grupların her biri 10'arlı gruplar halinde tutuldu. Bildircinlar 19 x19 x 19 cm boyutundaki kafeslerde barındırıldı.

Mg kayna ı olarak magnezyum sülfat (MgSO<sub>4</sub>) kullanıldı. Deneme gruplarında belirtilen Mg dozları önce küçük miktarda rasyonla karı tırılıp daha sonra daha büyük yem miktarı ile karı tırılarak homojenizasyon sa landı. Yemler haftalık hazırlandı. Ara tırma rasyonları NRC (21) de belirtilen kriterler göz önüne alınarak, hayvanlara deneme süresi boyunca % 24 HP ve 3200 ME kcal/kg içeren rasyon verildi. Denemede kullanılan di er yem maddeleri ve rasyonların besin madde miktarları AOAC (1) de belirlenen analiz metotlarına göre belirlendi (Tablo 1). Bütün gruplara su ve rasyon *ad libitum* olarak verildi. Hayvanlara grup yemlemesi uygulandı. Arzu edilen ortam ısısı (35 °C) termostatlı ısıtıcılarla sa landı. Çalı ma, ısıtıcıdan (enerji) tasarruf ve gerçek saha artlarına uyumu daha iyi yansıtmak amacıyla Temmuz-A ustos aylarında gerçekleştirildi.

Deneme sonunda her gruptan seçilen dokuz hayvandan kan örnekleri alınarak eritrosit ve lökosit sayıları ile hemoglobinin miktarı, hematokrit de eri ve lökosit alt tipleri klasik metotlara göre belirlendi (15). Ayrıca, % T lenfosit oranlarını belirlemek amacıyla hazırlanan frotiler Mueller ve ark. (20)'nın belirtti i ekilde, T lenfositlere özgü alfa naftil asetat esteraz (ANAE) enziminin gösterilmesi prensibine dayanarak boyandı ve mikroskopta kahverengimsi granülleri bulunan lenfositler ANAE-pozitif kabul edilerek %T lenfosit oranları belirlendi.

Her parametre için gruplar arasında önemli bir fark olup olmadı nı belirlemek için tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) ve farkın anlamlı oldu u durumlarda çoklu kar ıla tırma testlerinden Tukey HSD testi uygulandı. Önemlilik düzeyi p<0.05 olarak kabul edildi.

### Bulgular

Isı stresi uygulanan bildircinlara çe itli dozlarda verilen magnezyumun hematolojik parametreler üzerine etkisi tablo 2'de verildi. ANAE-pozitif lenfosit (T lenfosit) örne i ekil 1'de gösterildi. Çalı ma da, 300 ve 600 ppm dozda magnezyum verilen gruplarda heterofil ve H/L oranı, kontrol grubuna göre istatistiksel olarak önemli bir azalma (p<0.05) gösterirken, lenfosit oranında ise önemli bir artma (p<0.05) tespit edildi. Ayrıca, yeme ilave edilen 600 ppm dozda magnezyumun eritrosit sayısında bir artma olu turdu u ancak bu artı nın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlendi (p>0.05). Di er parametrelerde ise herhangi bir de i klik saptanmadı.

**Tablo 1.** Kontrol grubuna verilen bazal rasyon içeri i.

<b>Yem Maddesi, %</b>	
Mısır	43.559
Arpa	2.334
Fulfat Soya	24.834
Soya küsp. %43	14.156
Ayçiçe i küspesi	4.967
Mısır gluteni	1.986
Et-Kemik unu, %35	3.477
Hayvansal ya	2.822
Kireçta ı*	0.508
Vitamin mix**	0.282
Tuz	0.282
Toxin ba layıcı	0.226
Lizin	0.113
Fitaz	0.056
Methionin	0.282
Mineral mix***	0.113
KM, %	88.0
OM, %	81.6
ME, Kcal/kg	3200
<b>Kimyasal Analiz****</b>	
HP, %	24
Ca, %	0,9
P, %	0,7
Mg, mg/kg	228
Metionin, %	0,6

\* Kireçta ı %0.55 oranında Mg içerir.

\*\* 1 ton yeme 2,5 kg katılır. vit A: 15.000.000 IU; vit D: 2.000.000 IU; vit E: 30.000 mg; vit K<sub>3</sub>: 5.000 mg; B1: 3.000 mg; B2: 8.000 mg; niasin: 25.000 mg; cal.D.Pantetonic acid: 15.000 mg; B6: 5.000 mg; B12: 20 mg; D-biotin: 50 mg; folic acid: 1.000 mg; Rabenidine: 33.000 mg (anticoxial).

\*\*\* 1 ton yeme 2 kg katılır. Manganez: 80.000 mg; Demir: 60.000 mg; Çinko:60.000 mg; Bakır: 5.000 mg; Kobalt: 200 mg; yot: 1.000 mg; Selenyum: 150 mg; Choline Cloride: 200.000 mg.

\*\*\*\* Ham protein hariç de erler NRC (1994) tablolarından hesap edilmi tir.

**Tablo 2.** Sıcaklık stresi altındaki bildircinlarda yeme ilave edilen magnezyumun bazı kan parametreleri üzerine etkisi

Parametreler	Gruplar				F	p
	Kontrol (n=9)	150 ppm Mg (n=9)	300 ppm Mg (n=9)	600 ppm Mg (n=9)		
Eritrosit (x10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup> )	1.76±0.3	1.89±0.1	1.93±0.2	2.01±0.2	1.896	>0.05
Hemoglobin (g/dl)	10.81±0.4	11.00±0.4	10.75±0.7	11.17±1.0	1.553	>0.05
Hematokrit (%)	55.87±1.8	58.85±1.1	55.36±1.4	56.08±1.7	0.965	>0.05
Lökosit (x10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup> )	24.70±1.5	25.54±2.1	26.10±1.2	24.24±1.8	1.214	>0.05
H/L oranı	0.41±0.07 <sup>a</sup>	0.36±0.06 <sup>a</sup>	0.25±0.05 <sup>bc</sup>	0.23±0.05 <sup>c</sup>	4.587	<0.05
Heterofil (%)	27.75±4.46 <sup>a</sup>	25.50±3.62 <sup>a</sup>	19.87±3.71 <sup>b</sup>	17.95±5.1 <sup>b</sup>	3.747	<0.05
Lenfosit (%)	67.50±3.42 <sup>a</sup>	69.72±3.92 <sup>a</sup>	76.77±3.76 <sup>b</sup>	76.97±6.07 <sup>b</sup>	3.421	<0.05
Monosit (%)	2.62±0.46	2.64±0.37	2.01±1.27	2.87±0.39	1.254	>0.05
Eozinofil (%)	1.12±0.16	1.87±0.22	0.85±0.11	1.25±0.12	0.845	>0.05
Bazofil (%)	1.00±0.15	0.37±0.06	0.50±0.08	0.87±0.07	0.124	>0.05
ANAE (+)*	52.61±1.19	51.24±1.15	49.24±1.11	51.01±1.02	1.351	>0.05

<sup>a,b,c</sup> : Satırlarda farklı küçük harf taşıyan değerler istatistiksel olarak farklıdır (p<0.05).

\* : Alfa naftil asetat esteraz pozitif.

H/L : Heterofil/ Lenfosit oranı



**ekil 1.** Bildircin kanında ANAE boyaması. Oklar : T lenfositte ANAE pozitif granüller, x 400.

### Tartı ma ve Sonuç

Ara tırmada, ısı stresi uygulanan bildircinlarda, kontrol grubuna göre 300 ve 600 ppm Mg ilave edilen gruplarda tespit edilen heterofil ile H/L oranında önemli bir azalma ve lenfosit oranında önemli bir artma, magnezyumun kanatlılarda ısı stresine karşı koruyucu yönde bir etki olduğunu göstermektedir. Magnezyumun

hayvanlarda stres hormonlarını azalttığı (7), hayvan ve insanlarda gürültü stresine karşı koruyucu rol oynadığı (12) ve antihipertermik etki gösterdiği (10) yönündeki bildirimler de bulgularımızı destekler niteliktedir. Magnezyumun bu antihipertermik etkisi; hipotalamusta magnezyumun sedatif etki oluşturması veya kas uyandırılabilirliğinde azalma ya da katekolaminerjik uyarım gibi çevresel mekanizmalardan kaynaklanabilir. (10). Ara tırmada Mg ilavesinin, lökosit sayısı ile monosit, eozinofil, bazofil ve T lenfosit oranlarında değişiklik oluşturmadığı saptandı. Magnezyumun anılan parametreler üzerine etkisi ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanmadığı için karşılaştırmalı yapılamadı. Ratlarda yapılan bir ara tırmada, diyetle magnezyum eksikliğinin lökosit sayısını artırdığı bildirilmiştir (27). Çalışmada belirlenen T lenfosit oranları çeşitli ara tırmacıların kanatlılarda bildirdiği oranlara (4,9) benzerlik göstermektedir. *in vitro* ortamda yapılan bir ara tırmada Mg eksikliğinin T lenfosit sayısını etkilemediği bildirilmiştir (11).

H/L oranındaki artmanın kanatlılarda stresin güvenilir bir göstergesi olduğu kabul edilmektedir (6,12,18,23). Benzer şekilde, çeşitli ara tırmacılar tarafından da (16,17), kanatlılarda stres göstergesi olarak heterofil ve lenfosit sayısı ile plazma

kortikosteron düzeyine göre H/L oranının daha hassas ve güvenilir bir parametre oldu u ileri sürülmektedir. Öte yandan, hayatı tehdit eden durumlarda görülen a ır ı streste heteropeni ve bazofili geli ece inden H/L oranının, kanatlılarda stres göstergesi olarak geçerli bir parametre olamayacağı vurgulanmaktadır (16). Çalı mada ısı stresi uygulanan kontrol grubu bıldırcınlarda tespit edilen H/L oranı (0.41), Altan ve ark (3)'nın ısı stresi uyguladıkları kanatlılarda bildirdikleri oran (0.43) ile örtü mektedir. Öte yandan, 300 ve 600 ppm dozda magnezyum verilen gruplarda hesaplanan H/L oranları (sırasıyla 0.25 ve 0.23), Gross ve Siegel (13) tarafından referans olarak bildirilen en dü ük H/L de erine (0.20) oldukça yakın bulunmu tur.

Ara tırmada, Mg ilavesinin eritrosit sayısı ile hemoglobin ve hematokrit de erde herhangi bir de i-liklik olu turmadı ı, ancak 600 ppm Mg verilen grubun eritrosit sayısında kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir artma göz-lendi. Kontrol grubunda eritrosit sayısının dü ük olması, strese ba lı olarak idrarla magnezyum kaybının artması sonucu ekillenen magnezyum eksikli ine ba lanabilir. Nitekim, magnezyumca fakir diyet verilen ratlarda, magnezyum eksikli ine ba lı olarak eritrosit yapı ve fonksiyonlarında olu-an çe itli bozuklukların eritrosit sayısında ve hemoglobin miktarında azalmaya neden oldu u bildirilmi tir (27). Isı uygulanan broyler piliçlerde bildirilen (30) ortalama eritrosit sayısı ( $1.84 \cdot 10^6/\text{mm}^3$ ) ile ACTH uygulanan tavuklarda bildirilen (23) eritrosit sayısı ( $1.9210^6/\text{mm}^3$ ), bulgularımızla paralellik göstermekle birlikte, Keskin ve ark. (14)'nın 8 haftalık normal bıldırcınlarda bildirdikleri eritrosit sayısından ( $3.28-3.65 \cdot 10^6/\text{mm}^3$ ) oldukça dü üktür. Bu farklılık ısı stresinden kaynaklanabilir. Çalı mada ısı stresinin etkisi incelenmedi inden ayrıca ısı stresi uygulanmayan normal bir kontrol grubu olu -turulmadı. Ayrıca çalı mada tespit edilen hematokrit de er ilginç bir ekilde bazı ara tırcıların (14) bildirdikleri de erlerden oldukça yüksek bulundu. Hematokrit de erdeki artma, yüksek çevre sıcaklı nda vücut ısısı artan hayvanların, sık sık ve yüzeysel solunum (panting) yaparak vücut sıcaklı nı dü ürmeye çalı maları sırasında bol miktarda sıvı kaybetmeleri sonucu plazma hacminin azalmasına ba lanabilir. Çalı mada belirlenen hemoglobin de erleri, ısı stresi altında bulunan broyler piliçlerde (23) ve bıldırcınlarda (5) tespit edilen de erler ile normal bıldırcınlarda bildirilen (14) de erlere yakın bulundu.

Sonuç olarak, bıldırcınlarda rasyona ilave edilen magnezyumun H/L oranını azaltmak ve lenfosit oranını artırmak suretiyle ısı stresine kar ı koruyucu bir rol oynayabilece i kanaatine varıldı.

## Kaynaklar

1. Aengwanich W, Sridama P, Phasuk Y, Vongpralab T, Pakdee P, Katawetin S, Simaraks S, 2003. Effects of ascorbic acid on cell mediated, humoral immune response and pathophysiology of white blood cell in broilers under heat stres. *Songklanakarın J Sci Technol*, 25: 297-305.
2. A.O.A.C., 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 14th edn., Inc., Arlington, Virginia.
3. Altan O, Altan A, Cabuk M, Bayraktar H, 2000. Effect of heat stres on some blood parameter in broilers. *Turk J Vet Anim Sci*, 24: 145-148.
4. Asti R N, Kurtdede N, Ozen A, 1999. Light and electron microscopic studies on alpha naphthyl acetate esterase avtivity of peripheral blood T lymphocytes in chicken. *Dtsch Tierarztl Wochenschr*, 106: 397-399.
5. Avcı M, Yertürk M, Kaplan O, 2005. Effects of ascorbic acid on the performance and some blood parameters of japanese quails reared under hot climate conditions. *Turk J Vet Anim Sci*, 29: 829- 833.
6. Campo J L, Davila S G, 2002. Changes in heterophil to lymphocyte ratios of heat-stressed chickens in response to dietary supplementation of several related stres agents. *Arch Geflügelk*, 66: 80-84.
7. Classen H G, Fischer G, Marx J, Schimatschek H, Schmid C, Stein C, 1987. Prevention of stres-induced damage in experimental animals and livestock by monomagnesium-L-aspartate hydrochloride. *Magnesium*, 6: 34-39.
8. Donkoh A, 1989. Ambient temperature: a factor affecting performance and physiological response of broiler chickens. *Int J Biometeorol*, 33: 259-265.
9. Dönmez N, Dönmez H H, Keskin E, Çelik , 2002. Effects of Zinc supplementation to ration on some heamtological parameters in broiler chicks. *Biol Trace Elem Res*, 87: 125- 131.
10. Durlach J, Durlach V, Rayssiguier Y, Ricquier D, Gubern M, Bertin R, Bara M, Guiet-Bara A, Olive G, Mettey R, 1991. Magnesium and thermoregulation. I. Newborn and infant. Is sudden infant death syndrome a magnesium-dependent disease of transition from chemical to physical thermoregulation? *Magnes Res*, 4: 137-152.

11. Flynn A, 1984. Control of in vitro lymphocyte proliferation by copper, magnesium and zinc deficiency. *J Nutr.*, 114:2034- 2042.
12. Ising H, Interaction of noise-induced stress and Mg decrease. *Artery*, 1981;9:205-211.
13. Gross W B, Siegel H S, 1983. Evaluation of the heterophil/ lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. *Avian Dis*, 27: 972- 979.
14. Keskin E, Durgun Z, Kocabatmaz M, 1995. Büyümekte olan erkek ve dişi Japon bildiricilerinde bazı hematolojik parametrelerin seyri üzerine bir çalışma. *Vet Bil Derg*, 11: 89- 94.
15. Konuk T, 1981. *Pratik Fizyoloji*, 2. baskı, Ankara Üniv Vet Fak Yayınları, Ankara
16. Maxwell M H, 1993. Avian blood leucocyte responses to stress. *World Poult Sci*, 49: 34-44.
17. McFarlane J M, Curtis S E, 1989. Multiple concurrent stressors in chicks. 3. Effects of plasma corticosterone and the heterophil:lymphocyte ratio. *Poultry Sci*, 68:522-527.
18. McFarlane J M, Curtis S E, Simon J, Izquierdo O A, 1989. Multiple concurrent stressors in chicks. 2. Effects on hematologic, body composition, and pathologic traits. *Poultry Sci*, 68:510-521.
19. McKee J S, Harisson P C, 1995. Effect of supplemental ascorbic acid on the performance of broiler chickens exposed to multiple concurrent stressors. *Poultry Sci*, 74: 1772-1785.
20. Mueller J, Brun R, Buerki H, Keller H U, Hess M W, Cottier H, 1975. Nonspecific acid esterase activity: a criterion for differentiation of T and B lymphocytes in mouse lymph nodes. *Eu J Immunol*, 5, 270-274.
21. N.R.C., 1994. Poultry. In: Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. National Academy Press, Washington, USA, pp 109-134.
22. Özçelik M, Özbey O, 2004. The effect of the high environmental temperature on some blood parameters and the laying performance of Japanese quails with different body weights. *Arch Tierz Dummerstorf*, 47: 93-98.
23. Puvadolpirod S, Thaxton J P, 2000. Physiology stress in chickens. 1. Response parameters. *Poultry Sci*, 74: 1772-1785.
24. Sahin K, Kucuk O, 2001a. Effects of vitamin C and vitamin E on performance, digestion of nutrients and carcass characteristics of Japanese quails reared under chronic heat stress (34 °C). *J Anim Physiol Anim Nutr*, 85:335-341.
25. Sahin K, Kucuk O, 2001 1b. Effects of vitamin E and selenium on performance, digestibility of nutrients and carcass characteristics of Japanese quails reared under heat stress (34°C). *J Anim Physiol Anim Nutr*, 85:342-348.
26. Sahin K, Kucuk O, 2003. Heat stress and dietary vitamin supplementation of poultry diets. *Nutrition Abstracts and Reviews. Series B: Livestock feeds and feeding*. 73:41R-50R.
27. Sanchez-Morito N, Planells E, Aranda P, Llopis J, 2000. Influence of magnesium deficiency on the bioavailability and tissue distribution of iron in the rat. *J Nutr Biochem*, 11:103-108.
28. Seelig M S, 1994. Consequences of magnesium deficiency on the enhancement of stress reactions; preventive and therapeutic implications (A Review). *J Am Coll Nutr.*, 13: 429-446.
29. Siegel H S, 1995. Stress, strains and resistance. *Br Poult Sci*, 36: 3-22.
30. Vecerek V, Strakova E, Suchy P, Voslarova E, 2002. Influence of high environmental temperature on production and hematological and biochemical indexes in broiler chickens. *Czech J Anim Sci*, 47: 176- 182.
31. Yaman K, 1999. Fizyoloji. 3. baskı, Vipa A. , Bursa
32. Zulkifli I, Dunnington E A, Gross W B, Siegel P B, 1994. Inhibition of adrenal steroidogenesis, food restriction, and acclimation of high ambient temperature on true digestibility of protein and amino acids of rape seed and soybean meals in broilers. *Poultry Sci*, 72: 289-295.

Yazı ma Adresi:

Nazmi ÇET N  
Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi  
Fizyoloji Anabilim Dalı  
38090 Kocasinan/Kayseri  
E-mail: cetin@erciyes.edu.tr