



Yumurtacı Bildircinlerde Oluşturulan Isı Stresinde Krom ve Çinkonun Bazı Kan Parametrelerine Etkileri*

Meryem (GÜLTEKİN) ŞENTÜRK¹, Fatma UYANIK²

¹ Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı, Kayseri-TÜRKİYE

² Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri-TÜRKİYE

Özet: Bu çalışmada, ısı stresi oluşturulan yumurtacı bildircinlerin rasyonuna krom (Cr⁺³) ve çinkonun (Zn⁺²) ayrı ayrı ve birlikte ilavesinin canlı ağırlık, yem tüketimi, yumurta verimi ile kan glikoz, lipid ve malondialdehit (MDA) düzeylerine etkisi belirlenmiştir. Sekiz haftalık 240 adet Japon bildircini, her birinde 48'er hayvan bulunan beş deneme grubuna ayrılmıştır. Birinci (termoneötral) ve ikinci (ısı stresi) gruplar kontrol olarak tutulmuş ve bazal rasyonla; deneme grupları 20 mg/kg Cr, 40 mg/kg Zn, 20 mg/kg Cr + 40 mg/kg Zn ilaveli bazal rasyonlarla sekiz hafta beslenmiştir. Denemenin 5. ve 8. haftalarında, hayvanlardan alınan kan örneklerinde serum glikoz, trigliserit, total kolesterol, yüksek dansiteli lipoprotein (HDL) ve plazma MDA analizleri yapılmıştır. Isı stresinin canlı ağırlık ve yem tüketimini önemli, yumurta verimini ise önemsiz düzeyde azalttığı; yeme Cr, Zn veya Cr + Zn ilavesinin canlı ağırlık, yem tüketimi ve yumurta verimini olumlu yönde etkilemediği gözlenmiştir. Isı stresinin serum glikoz düzeyini hafifçe artırdığı ve bu artışın da yeme Cr ilavesiyle azaldığı saptanmıştır. Isı stresi serum trigliserit düzeyini azaltırken total kolesterol düzeyini artırmış; yeme Cr ve Cr + Zn ilavesiyle trigliserit ve total kolesterolün azaldığı gözlenmiştir. Yüksek dansiteli lipoprotein düzeyi ısı stresinden etkilenmezken Cr ilavesiyle artmıştır. Isı stresinin etkisiyle plazma MDA düzeyinde gözlenen artma yeme Cr, Zn ya da her ikisinin birlikte ilavesiyle azalmıştır. Sonuç olarak, ısı stresinin yumurtacı bildircinlerde canlı ağırlık, yem tüketimi ve yumurta verimini olumsuz etkilediği, serum parametrelerinde değişikliklere yol açtığı ve plazma MDA düzeyini artırdığı; yeme Cr ve Zn ilavesinin, ısı stresi oluşturulan bildircinlerde azalan yem tüketimi, canlı ağırlık ve yumurta verimini olumlu yönde etkilemediği, Cr'un serum glikoz, trigliserit ve total kolesterol düzeylerindeki değişimleri düzeltebileceği ve özellikle plazma MDA düzeyini olumlu yönde etkileyebileceği söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Çinko, ısı stresi, kan parametreleri, krom

Effects of Chromium and Zinc on Blood Parameters in Laying Quails Exposed to Heat Stress

Summary: This study was performed to investigate the effects of separate and combined dietary supplementation of chromium (Cr⁺³) and zinc (Zn⁺²) on live weight, food consumption, egg production, blood glucose, lipids and malondialdehyde (MDA) levels of laying quails exposed to heat stress. Eight week-old 240 Japanese quails were assigned into five groups containing 48 birds in each. First (thermoneutral) and second (heat stress) groups were kept as controls and were fed on basal diets and the treatment groups were fed on basal diets supplemented with 20 mg/kg Cr, 40 mg/kg Zn, 20 mg/kg Cr + 40 mg/kg Zn for eight weeks. At 5th and 8th weeks, blood samples collected from the quails were analysed for serum glucose, triglycerides, total cholesterol, high density lipoproteins (HDL) and plasma MDA. Heat stress resulted in significant reductions in live weight and food consumption and a slight reduction in egg production, and supplementation of Cr, Zn and Cr + Zn had no significant effects on live weight, food consumption and egg production. The slightly increased glucose level due to heat stress was decreased by Cr supplementation. Heat stress decreased serum triglycerides and increased cholesterol, and these parameters were reduced by Cr and Cr + Zn supplementation. Heat stress had no effect on HDL level but Cr increased the HDL. Supplementation of Cr, Zn and their combination decreased the elevated MDA levels. In conclusion, heat stress adversely affected live weight, food consumption and egg production, changed serum parameters and increased plasma MDA; supplementation of Cr and Zn to the diets had no positive effects on decreased live weight, food consumption and egg production while Cr may improve the changes in serum glucose, triglycerides and total cholesterol as well as plasma MDA in quails exposed to heat stress.

Key words: Blood parameters, chromium, heat stress, zinc

Giriş

Termonötrallitenin üzerindeki çevre sıcaklıkları, organizmada tam olarak anlaşılamayan bir seri karmaşık olaya yol açar. Metabolik faaliyetler aksadığından biyokimyasal ve hemodinamik parametrelerde değişimler meydana gelir (8,

Geliş Tarihi / Submission Date : 27.10.2015

Kabul Tarihi / Accepted Date : 12.01.2016

*Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından SBY-05-10 nolu proje ile desteklenmiştir. "Yumurtacı Bildircinlerde Oluşturulan Isı Stresinde Krom ve Çinkonun Bazı Kan Parametrelerine Etkileri" isimli yüksek lisans tezinden özetlenmiş olup III. Ulusal Veteriner Biyokimya ve Klinik Biyokimya Kongresi (Uluslararası Katılımı)'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

17, 30, 54, 55). Yüksek çevre sıcaklıklarında kanatlılarda yem tüketiminin baskılandığı, yemden yararlanmanın olumsuz etkilendiği, verimin düştüğü, büyümenin gerilediği, yumurtlayan hayvanlarda ise yumurta kabuk kalitesinin bozulduğu bildirilmiştir (2, 3, 18, 30, 49). Isı stresi, hayvanların bağışıklık sistemini baskıladığı için çeşitli enfeksiyon hastalıklarına karşı duyarlılık arttığında sürüde morbidite ve mortalite yükselir (4, 9). Kanatlı endüstrisinin önemli sorunlarından biri olan ısı stresinin önlenmesi amacıyla yemleme programlarının değiştirilmesi, yem veya suya çeşitli vitamin ve minerallerin eklenmesine yönelik pek çok çalışma (13, 35, 48) bulunmakla birlikte son yıllarda, yemlere çeşitli iz elementlerin eklenmesinin ısı stresinin olumsuz etkilerinin önlenmesinde alternatif bir yöntem olabileceği üzerinde durulmaktadır. Ancak, ısı stresinin önlenmesinde Cr ve Zn'nun etkilerini inceleyen sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır (24, 44, 47).

Isı stresinin serbest radikallerin aşırı üretimine yol açabileceği kabul edilmektedir (13, 29). Serbest radikaller birçok yolla metabolik bozukluklara ve hücre harabiyetine neden olurlar. Oksidatif stresin organizmada lipid, protein ve DNA gibi makro moleküllerin yapı ve fonksiyonlarında değişikliklere yol açtığı bilinmektedir (3).

Kanatlı yemlerinde yaygın olarak kullanılan tahılların Cr içeriklerinin önemli bir kısmının öğütülme işlemi sırasında yitilmesi (6, 41), ayrıca Cr emiliminin düşük olması (22) besinlerle yeterli düzeyde Cr alınamamasına yol açabilmektedir. Normal koşullarda besinlerle alınan Zn'nun %94'ünün organizmadan atılmasının (4) yanında, stres faktörleri de Cr ve Zn gibi iz elementlerin vücuttan atılımını hızlandırmaktadır (2, 7). Kromun etkisinin özellikle stres altındaki hayvanlarda daha belirgin olduğu bildirilmiştir (30). Bu nedenle ısı stresine bırakılan hayvanların yemlerine bu iz elementlerin ilavesinin stresin olumsuz etkilerini önlemesi beklenebilir.

Bu çalışma, karbonhidrat, lipid, protein ve nükleik asit metabolizmaları için gerekli olduğu bildirilen Cr ve Zn'un, ısı stresi oluşturulan yumurtacı bildircin rasyonlarına ayrı ayrı ve birlikte ilavesinin canlı ağırlık, yem tüketimi, yumurta verimi, serum glikoz, trigliserit, total kolesterol (TC)

ve yüksek dansiteli lipoprotein (HDL) düzeyleri ile oksidatif stresin göstergesi olarak değerlendirilen ve lipid peroksidasyonunun sekonder bir ürünü olan malondialdehid (MDA) düzeyine etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Gereç ve Yöntem

Bu çalışmada 240 adet, sekiz haftalık Japon bildircini (*Coturnix coturnix japonica*) bir haftalık adaptasyon periyodu sonunda her birinde 48'er adet olmak üzere beş deneme grubuna ayrılmıştır. Bu gruplar da her birinde 16'şar hayvan bulunan üçer gruba ayrılarak, ısı, ışık v.b. çevre faktörlerinden ileri gelebilecek farklılıkları önlemek için odaların farklı yerlerindeki kafes bölmelerine yerleştirilmiştir. Birinci gruptaki hayvanlar termonötral kontrol grubu olarak tutulmuş, ayrı bir odaya konulan kafese yerleştirilerek bu odanın sıcaklığının ortalama 19.33 ± 1.84 (minimum 16°C - maksimum 24°C) olması sağlanmıştır. Bu odadaki ortalama bağıl nem 51.88 ± 6.02 olarak ölçülmüştür. İkinci gruptaki hayvanlar ısı stresi kontrolü olarak tutulmuş, diğer gruplar ise deneme gruplarını oluşturmuştur. Isı stresi kontrolü ve deneme gruplarındaki hayvanların barındırıldıkları odanın sıcaklığının ortalama 31.39 ± 1.76 $^{\circ}\text{C}$ (minimum 23.07°C -maksimum 35°C) olması sağlanmış, bu odadaki bağıl nem ortalama 83.61 ± 7.47 (minimum % 63 - maksimum % 94) olarak ölçülmüştür.

Termonötral ve ısı stresi kontrol gruplarındaki hayvanlar % 18.86 ham protein ve 2820 kcal/kg metabolik enerji içeren bazal rasyonla, deneme gruplarındaki hayvanlar ise $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ formunda 20 mg/kg Cr, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ formunda 40 mg/kg Zn ve 20 mg/kg Cr + 40 mg/kg Zn eklenen bazal rasyonlarla sekiz hafta beslenmiştir. Deneme boyunca tüm hayvanlara yem ve su *ad libitum* verilmiştir.

Denemenin 5. ve 8. haftalarında, hayvanlar 12 saat aç bırakıldıktan sonra her alt gruptan beşer hayvan olmak üzere her gruptan 15 hayvan kesilerek antikoagülanlı (heparin) ve antikoagülanlı tüplere kan örnekleri alınmıştır. Antikoagülanlı tüplere alınan kan örnekleri santrifüj edilerek plazmalarına ayrılmıştır. Antikoagülanlı tüplere alınan kan örnekleri de oda sıcaklığında bir saat tutulduktan sonra 3000 dev/dak'da 10 dakika santrifüj edilerek serumları ayrılmıştır. Serum ve plazmalar analizler

gerçekleştirilinceye kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir.

Denemenin başı ile 5. ve 8. haftalarında hayvanlar 12 saat aç bırakıldıktan sonra tartılarak canlı ağırlıkları kaydedilmiştir. Haftada bir yapılan ölçümlerle grupların yem tüketimi belirlenip bir hayvanın tükettiği yem hesaplanmıştır. Deneme süresince günlük yumurta verim kayıtları tutulmuştur. Yumurta verimi $[(100 \times \text{yumurtlanan yumurta sayısı}) / (\text{bildircin sayısı} \times \text{gün})]$ formülü ile % olarak hesaplanmıştır.

Serum biyokimyasal parametre düzeyleri (glikoz, trigliserit, total kolesterol, HDL) ticari kitlerle (Biolabo, Fransa) ve plazma MDA düzeyleride Moreno ve ark. (37)'nin bildirdikleri metoda göre spektrofotometrede (UV / VIS Shimadzu 1208, Japonya) belirlenmiştir.

Verilerin istatistiki analizleri, Microsoft için SPSS 10.0 paket programı ile yapılmıştır. Gruplar arasındaki farkın önem kontrolü tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile test edilmiştir, F değeri önemli bulunduğunda, farkın hangi gruptan kaynaklandığını belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Değerler ortalama ve ortalamaların standart hatası olarak verilmiştir.

Bulgular

Performans Parametreleri

Termonötral kontrol grubuna göre, ısı stresine bırakılan kontrol grubu ve deneme gruplarının tamamında canlı ağırlıklar azalma eğilimi göstermekle birlikte, sadece ısı stresi oluşturulan grubun 5. haftasındaki canlı ağırlık kaybı istatistik açıdan önemli bulunmuş ($P < 0.01$), yeme Cr, Zn ya da Cr+Zn ilavelerinin canlı ağırlık kayıplarını önleyemediği saptanmıştır (Tablo 1).

Isı stresi oluşturulan bildircinlerde yem tüketiminin kontrol grubuna göre % 31.80 oranında azaldığı ve bu azalmanın istatistik açıdan önemli olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.001$). Yeme Cr, Zn veya Cr+Zn eklenmesinin yem tüketiminin iyileştirilmesi yönünde olumlu bir etkisinin olmadığı görülmüştür (Tablo 2).

Isı stresinin yumurta verimlerini % 4.16 oranında azalttığı saptanmasına karşın, bu azalmanın istatistik açıdan önemli olmadığı gözlenmiş, yeme Cr, Zn veya Cr+Zn eklenmesinin yumurta verimi üzerinde önemli bir etkisi bulunmadığı görülmüştür (Tablo 3).

Tablo 1. Isı stresinin ve yeme Cr, Zn ve Cr+Zn eklenmesinin bildircinlerin canlı ağırlığı (g) üzerine etkileri.

	N	Termonötral Kontrol	Isı stresi Kontrol	Isı stresi + 20 mg/kg Cr	Isı stresi + 40 mg/kg Zn	Isı stresi + 20 mg/kg Cr 40 mg/kg Zn	P
Deneme başı	15	227.30±3.91	223.04±4.41	219.60±3.63	220.82±3.92	224.25±3.75	-
5. Hafta	15	213.08±4.73 ^a	195.04±6.87 ^b	190.17±4.28 ^b	193.83±4.19 ^b	189.79±4.72 ^b	**
8. Hafta	15	213.43±7.76	207.29±9.19	202.62±4.14	206.10±4.10	208.72±5.08	-

-: Önemsiz; **: $P < 0.01$

a, b: Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler önemlidir.

Tablo 2. Isı stresinin ve yeme Cr, Zn ve Cr+Zn eklenmesinin bildircınların günlük ortalama yem tüketimine (g) etkileri.

Haftalar	N	Termonötral Kontrol	Isı stresi Kontrol	Isı stresi + 20 mg/kg Cr	Isı stresi + 40 mg/kg Zn	Isı stresi + 20 mg/kg Cr 40 mg/kg Zn	P
1	15	40.47±0.61 ^a	30.15±0.24 ^b	30.78±0.31 ^b	30.25±0.75 ^b	29.56±0.21 ^b	***
2	15	42.32±1.30 ^a	32.77±0.51 ^b	30.24±2.87 ^b	31.41±0.89 ^b	33.46±0.61 ^b	***
3	15	39.89±0.60 ^a	27.96±0.44 ^b	25.48±2.94 ^b	28.93±0.43 ^b	28.13±0.47 ^b	***
4	15	39.97±1.50 ^a	28.41±0.99 ^b	26.78±1.88 ^b	27.90±0.78 ^b	27.50 ±1.20 ^b	***
5	15	37.28±0.70 ^a	22.15±0.84 ^b	21.65±1.07 ^b	22.16±0.75 ^b	21.35±0.83 ^b	***
6	15	38.25±3.62 ^a	24.59±0.70 ^b	26.98±0.66 ^b	26.70±0.67 ^b	23.85±0.89 ^b	***
7	15	41.63±3.18 ^a	27.62±0.71 ^b	30.31±0.93 ^b	30.04±1.41 ^b	23.95±6.58 ^b	*
8	15	41.11±5.41 ^a	25.26±1.04 ^b	28.15±1.30 ^b	26.45±1.05 ^b	25.07±0.72 ^b	***
Ortalama							
1-8		40.12±0.60 ^a	27.36±1.18 ^b	27.55±1.08 ^b	27.98±1.03 ^b	26.61± 1.36 ^b	***

*: P < 0.05

***: P < 0.001

a, b: Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler önemlidir.

Tablo 3. Isı stresinin ve yeme Cr, Zn ve Cr+Zn eklenmesinin bıldırcınların yumurta verimine (%) etkileri.

Haftalar	N	Termonötral Kontrol	Isı stresi Kontrol	Isı stresi + 20 mg/kg Cr	Isı stresi + 40 mg/kg Zn	Isı stresi + 20 mg/kg Cr 40 mg/kg Zn	P
1	15	82.09±2.97 ^a	81.53±0.10 ^a	80.74±2.44 ^a	72.39±0.99 ^b	74.31±1.26 ^b	**
2	15	83.97±6.27	81.18±1.05	85.18±5.74	72.73±2.04	84.27±2.37	-
3	15	85.77±2.88	81.46±3.34	88.08±5.67	71.07±2.33	80.85±5.23	-
4	15	84.76±3.78	81.14±2.98	82.57±10.29	73.61±5.98	85.21±7.11	-
5	15	87.25±3.66 ^a	79.46±2.96 ^{ab}	73.33±15.06 ^{ab}	64.22±5.17 ^b	74.73±3.29 ^{ab}	*
6	15	61.43±21.43	58.05±2.01	50.40±13.89	61.23±4.09	59.02±4.26	-
7	15	84.76±11.23	78.46±4.85	81.85±4.47	83.68±8.17	82.23±10.80	-
8	15	82.38±11.19	80.27±4.46	79.15±6.41	83.68±4.09	82.69±6.50	-
Ortalama							
1-8		81.55± 2.94	77.69±2.83	77.66±4.18	72.83±2.83	77.91±3.06	-

-: Önemsiz * : P < 0.05 ** : P < 0.01

a, b: Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler önemlidir.

Biyokimyasal Parametreler

Isı stresi uygulaması 5. hafta serum glikoz düzeylerinde istatistik açıdan önemsiz artışa yol açmış, yeme Cr, Zn veya Cr+Zn eklenmesi sonrasında sadece Cr ilavesinden sonraki 8. hafta serum glikoz düzeylerinde istatistik açıdan önemli bir azalma saptanmıştır ($P<0.01$). Termonötral kontrol grubuna göre ısı stresine bırakılan kontrol grubu ve deneme gruplarında 5. hafta serum trigliserit düzeyinde azalma gözlenmiştir ($P<0.01$). Yeme Cr ve Cr+Zn eklenmesi ile trigliserit düzeyleri daha da azalmış ancak bu azalma istatistik açıdan önemli bulunmamıştır. Beşinci hafta total kolesterol düzeyleri yönünden gruplar arasında önemli bir fark saptanmamış, ancak 8. hafta total kolesterol düzeyi ısı stresiyle artmıştır ($P<0.05$). Yeme Cr ve Cr+Zn eklenmesinin artan kolesterol düzeyini azalttığı belirlenmiştir. Isı stresi serum HDL düzeyini etkilemezken yeme Cr, Zn ve Cr+Zn eklenmesi 5. hafta serum HDL düzeylerinde istatistik açıdan önemsiz, yeme Cr eklenmesi ise istatistik açıdan önemli ($P<0.05$) bir artışa neden olmuştur. Isı stresi 5. hafta plazma MDA düzeyinde önemli ($P<0.01$) bir artışa yol açmıştır. Yeme Cr, Zn ve Cr+Zn eklenmesi artan MDA düzeyinin termonötral kontrol grubu düzeyine gerilemesini sağlamıştır (Tablo 4).

Tartışma ve Sonuç

İnsanların yeterli ve dengeli beslenmesi için, ihtiyaç duyulan hayvansal proteinin karşılanmasında önemli bir yere sahip olan kanatlı sektörü içerisinde bıldırcın yetiştiriciliği de giderek artan bir önem kazanmıştır. Ancak, dünyanın birçok yerinde olduğu gibi subtropikal iklim kuşağında yer alan Türkiye'de de kanatlı yetiştiriciliği ani iklim değişikliklerinden olumsuz etkilenmektedir. Kanatlıların, 10-22°C sıcaklık aralığında en rahat oldukları konfor zonunun (4, 7) üzerindeki sıcaklıklarda, vücudun ürettiği ısı ile vücuttan kaybedilen ısı arasında denge kurulamaz ve vücut ısısının yükselmesi sonucu oluşan ısı stresinin metabolizmayı olumsuz etkilemesi sağlığın bozulmasına ve verimin azalmasına yol açar (2, 4).

Yüksek ısıya bırakılan kanatlılarda yem tüketiminin baskılandığını, yemden yararlanmanın olumsuz etkilendiğini, büyümenin gerilediğini (18, 35, 53, 54) ve canlı ağırlığın olumsuz etkilendiğini bildiren

çalışmalarda (3, 34, 45) olduğu gibi bu çalışmada da, ısı stresinin canlı ağırlığı azalttığı belirlenmiştir. Ancak, yeme $CrCl_3$ formunda 20 mg/kg Cr, $ZnSO_4$ formunda 40 mg/kg Zn ve 20 mg/kg Cr + 40 mg/kg Zn eklenmesinin ısı stresine bağlı olarak azalan canlı ağırlık üzerine olumlu bir etkisi olmadığı saptanmıştır. Emery ve ark. (18), 26.7 - 29.4°C arasındaki sıcaklığın yumurta tavuklarında canlı ağırlık ve yem tüketimini etkilemediğini bildirmelerine karşın sunulan çalışmada, canlı ağırlıktaki azalmanın, ısı stresinin yem tüketimini baskıladığını belirleyen Marsden ve ark. (34)'nın bildirdiği gibi yem tüketiminin baskılanmasından ileri geldiği düşünülmektedir. Çevre ısısının vücut ısısına yaklaşması, yem tüketimini azaltmaktadır (34). Yem tüketimindeki azalma ise ısı stresi altındaki hayvanların vücudundaki artan metabolik ısıyı azaltma ve hemotermiyi koruma çabasından ileri gelebilir. Ayrıca, canlı ağırlıkta meydana gelen azalma yem tüketiminin baskılanmasının yanı sıra ısı stresinin kendisinden de ileri gelebilir (3). Isı stresi altındaki kanatlılara inorganik formda verilen Cr ve Zn'nun ısı stresinin zararlı etkilerini azaltarak yem tüketimini artırdığı ve canlı ağırlık kaybını önlediği bildirilmiş (40, 47), ancak bu amaçla kullanılan organik Cr ve Zn bileşiklerinden Cr ve Zn'nun sindirim kanalında emiliminin daha az olduğu öne sürülmüştür.

Sunulan çalışmada yukarıda verilen çalışmalarda (3, 34, 45) olduğu gibi yemlere Cr, Zn ya da Cr+Zn eklenmesinin yem tüketimini ve canlı ağırlık kaybındaki azalmayı önleyememesinin ya dozların düşük olmasından ya da inorganik formların kullanılmış olmasından ileri gelebileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada, ısı stresine bağlı olarak yumurta veriminde özellikle 5. haftada ısı stresi kontrolü ve tüm deneme gruplarında azalma görülmekle birlikte denemenin daha sonraki haftalarında aynı etki gözlenmemiştir. Deneme süresinin tümü değerlendirildiğinde ise ısı stresinin kontrol grubu yumurta veriminde % 4.16'lık bir azalmaya yol açtığı, bu azalmanın istatistiki önemde olmadığı görülmüştür. Öte yandan ısı stresinin yumurta verimini azalttığını bildiren araştırmacıların (12, 34) aksine, Roland ve ark. (42), yumurta veriminin ısı stresinden etkilenmediğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde sunulan çalışmada da yumurta veriminde düşme olmakla birlikte bu düşüşün istatistiki öneme ulaşmaması

Tablo 4. Isı stresinin ve yeme Cr, Zn ve Cr+Zn eklenmesinin bildircinların serum glikoz (mg/dl), trigliserit (mg/dl), total kolesterol (mg/dl), HDL kolesterol (mg/dl) ve plazma MDA ($\mu\text{M/L}$) düzeylerine etkileri.

Haftalar	N	Termonötral Kontrol	Isı stresi Kontrol	Isı stresi + 20 mg/kg Cr	Isı stresi + 40 mg/kg Zn	Isı stresi + 20 mg/kg Cr 40 mg/kg Zn	P
Glikoz	5	207.63±4.98	220.31±4.36	205.23±3.59	206.59±4.02	212.81±3.41	-
	8	206.64±6.22 ^a	209.65±2.80 ^a	190.94±3.48 ^b	205.46±3.15 ^a	206.16±4.32 ^a	**
Trigliserit	5	1298.66±152.80 ^a	931.97±133.57 ^b	708.48±119.39 ^b	986.35±84.28 ^b	698.86±80.53 ^b	**
	8	930.85±136.49	1008.96 ±98.25	903.99±101.76	1152.99±76.27	894.95±82.27	-
Total kolesterol	5	170.51± 9.14	149.34±10.83	164.70±12.11	168.45±10.04	164.97±12.03	-
	8	166.80±15.01 ^b	205.50 ±13.66 ^a	164.71±8.71 ^b	203.03±10.69 ^a	164.24±12.26 ^b	*
HDL kolesterol	5	49.98±4.51	44.75±4.23	60.23±5.71	55.49±3.75	54.95±5.60	-
	8	48.84±4.08 ^b	53.53±3.63 ^b	61.62±3.95 ^a	58.51±3.36 ^{ab}	49.37±3.64 ^b	*
MDA	5	6.43±0.44 ^b	8.63±0.93 ^a	5.79±0.55 ^b	6.06±0.44 ^b	6.12±0.32 ^b	**
	8	5.67±0.57	6.89±0.70	5.43±0.53	5.96±0.48	5.81±0.61	-

-: Önemli değil *; P < 0.05 **; P < 0.01 a, b: Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler önemlidir.

ısı stresinin ovaryumlardan çok, yumurta kanalını etkilemesine (10) bağlı olabilir. Sıcaklıktan yumurta kanalının etkilenmesi anormal yumurta oluşumuna ve kabuk kalınlığının bozulmasına yol açmaktadır. Her ne kadar bu çalışmada kabuk kalitesi verileri değerlendirilmemiş ise de, stres altındaki tüm gruplarda kabuk kalitesindeki bozulmaların termoneötröl kontrol grubuna göre daha fazla olduğu gözlenmiştir. Isı stresi gece uygulandığında yumurta veriminin, gündüz uygulandığında ise yumurta kabuk kalitesinin etkilendiği bildirilmiştir (16). Sunulan çalışmada ısı stresinin gündüz uygulanmış olması yumurta verimindeki düşmenin istatistiki önemde olmamasını açıklayabilir. Ayrıca, akut ısı stresinin lüteinize edici hormon (LH) düzeyini düşürerek yumurta üretimini azalttığı (16) bildirilmekle birlikte, bu çalışmada kronik ısı stresi uygulanmış olması da yumurta verimindeki düşmenin istatistiki öneme ulaşmamasına yol açmış olabilir.

Isı stresi altındaki yumurtacı bildircin rasyonuna krom pikolinattan (CrPic) sağlanan 200, 400, 800 ve 1200 µg/kg Cr (47); ısı stresi altında olmayan bildircin rasyonuna yine CrPic'tan sağlanan 250, 500, 750 ve 1000 µg/kg Cr (56) ilavesinin yumurta verimini artırdığını bildiren çalışmaların aksine sunulan çalışmada, yeme CrCl₃'den sağlanan 20 mg/kg Cr ilavesi yumurta verimini olumlu yönde etkilememiştir. Kromun stres altındaki hayvanlarda daha etkili olduğu (36) bildirilmekle birlikte bu çalışmada ısı stresi altındaki bildircinlerde Cr'un yumurta verimini etkilememesi, ısı stresi altında olmayan yumurta tavuklarında CrCl₃'den sağlanan 20 mg/kg Cr'un yumurta verimini etkilemediğini bildiren çalışmaların (25, 46) sonuçlarını desteklemektedir. Yeme Zn'nun tek başına ve Cr ile birlikte ilavesi de yumurta verimi üzerine olumlu bir etki yapmamıştır.

Kan glikoz düzeyinde meydana gelen yükselme stresin bir göstergesi olarak kabul edildiğinden (24), sunulan çalışmada yükselen serum glikoz düzeyi ısı stresinin oluştuğunun göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Glikoz düzeyindeki artış, strese bağlı olarak baskılanan insülin ve artan glukagon düzeyine (43) bağlı olabildiği gibi strese bağlı olarak artan glikokortikoid salınımının (21, 38), ayrıca jejunumdaki apikal sodyum bağımlı glikoz transporter-1 ekspresyonunun artması sonucu

intestinal glikoz transportunun da artmasından (21) ileri gelebilir. Yeme Cr eklenmesiyle azalan glikoz düzeyi, ısı stresine bırakılan bildircinlerde Cr Pic'in (47) serum glikozunu düşürdüğünü bildiren çalışmaların sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Stres altında olmayan bildircinlerde da Cr'un serum glikoz düzeyini düşürdüğü bildirilmiştir (11, 56). Yeme Cr eklenmesi sonucu kan glikoz düzeyinde meydana gelen azalmanın insüline duyarlı dokular tarafından glikozun alınmasından (28, 39) ileri gelebileceği düşünülmektedir. Ancak sunulan çalışmada yeme tek başına Zn veya Cr ile birlikte Zn ilavesi ise glikoz düzeyini etkilememiştir.

Isı stresinin serum trigliserit düzeyini yükselttiğini bildiren Dabbert ve ark. (15) ile Sands ve Smith (43)'in aksine bu çalışmada ısı stresine bağlı olarak ilk ölçümde deneme gruplarının tümünde trigliserit düzeyleri önemli düzeyde düşmüştür. Isı stresine bağlı olarak serum trigliserit düzeyindeki düşme, yumurta veriminde tüm deneme gruplarında meydana gelen düşme ile paralellik göstermektedir. Yumurta verimindeki düşüş, ısı stresine bağlı olarak yumurta sarısı ön maddesi olan çok düşük dansiteli lipoprotein (VLDL) serum düzeyinin azalmasından (12, 50) ileri gelebilir. Isı stresine bağlı olarak serum trigliserit düzeyinde meydana gelen düşme, yeme Cr ve Cr ile birlikte Zn eklenmesiyle daha da belirgin hale gelmiştir. Bu bulgu, Cr'un serum trigliserit düzeyini düşürdüğünü bildiren çalışmaların (26, 31, 32, 52) sonuçlarıyla uyumludur ve yeme Cr ve Cr ile Zn'nun birlikte eklenmesinin yumurta verimine olumlu bir etkisinin olmaması ile de paralellik göstermektedir.

Isı stresinin, koyun ve köpeklerde serum kolesterol düzeyini düşürdüğü (27, 38) bildirilmesine karşın, ısı stresine bırakılan güvercinlerde serum kolesterol düzeyinin etkilenmediği bildirilmiştir (23). Sunulan çalışmada, yeme Cr ve Cr ile birlikte Zn ilavesi ısı stresine bağlı olarak serum kolesterol düzeyinde meydana gelen yükselmeyi düşürmüştü, yeme tek başına Zn ilavesi ise etkilememiştir. Kromun ısı stresi altında olmayan bildircinlerde da serum kolesterol düzeyini düşürdüğü belirlenmiştir (56). Isı stresine bağlı olarak serum HDL düzeyinde önemli bir fark olmamakla birlikte birinci ölçümde deneme gruplarının hepsinde serum HDL düzeyinde hafif bir yükselme meydana gelirken ikinci ölçümde Cr

ilaveli yemle beslenen grupta serum HDL düzeyinin yükselmesi, çeşitli hayvan türlerinde Cr'un serum HDL düzeyini yükselttiğini bildiren çalışmaların (26, 31-33, 51) bulgularını desteklemektedir.

Lipid peroksidasyonunun göstergesi olarak değerlendirilen MDA'nın, oksidatif stres şartlarında kan ve idrarda saptanabilir düzeye ulaştığı bildirilmektedir (14, 19, 20, 37). Isı stresine bağlı olarak MDA düzeyinin arttığı bildirilen bir çalışmada (47) olduğu gibi, bu çalışmada da plazma MDA düzeyindeki yükselme, ısı stresine bağlı olarak artan glukokortikoidlerin glutatyon peroksidaz (GPx) ve süperoksit dismutaz (SOD) gibi antioksidan enzimlerin aktivitesini baskılanmasının (1) yanı sıra kan glikoz düzeyindeki yükselme ve dolayısıyla glikozun otooksidasyonundan (5) ileri gelebilir. Sunulan çalışmada yeme Cr eklenmesi sonucu serum glikoz düzeyinde meydana gelen düşüğe paralel olarak plazma MDA düzeyleri de gerilemiştir. Bu gerileme ısı stresine bağlı olarak artan plazma MDA düzeyinin, yeme Cr ve Zn eklenmesiyle düştüğünü bildiren Prasad ve Küçük (40)'ün bulgularıyla uyumludur. Ancak, Anderson ve ark. (5) tip 2 diyabetik hastalarda Cr, Zn veya Cr ile Zn'nun birlikte verilmesinin MDA düzeyini azalttığını bildirirken aynı etki bu çalışmada görülmemiştir.

Sonuç olarak, ısı stresinin yumurtacı bıldırcınlarda canlı ağırlık, yem tüketimi ve yumurta verimini olumsuz etkilediği, serum glikoz ile lipid parametrelerinde değişikliklere yol açtığı ve oksidatif strese neden olduğu belirlenmiştir. Yeme, $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ formunda 20 mg/kg Cr eklenmesinin, ısı stresine bağlı olarak performansta meydana gelen azalmayı önlemezken, serum glikoz ve lipid parametrelerinde meydana gelen olumsuz değişiklikleri düzelterek; yeme $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ formunda 40 mg/kg Zn eklenmesinin ve yeme Cr ve Zn'nun birlikte eklenmesinin verim, lipid parametreleri ve lipid peroksidasyonu üzerine etkisi olmadığı, ancak yeme Cr ve Zn'nun ayrı ayrı ilave edilmesinin strese bağlı olarak artan lipid peroksidasyonunu azaltabileceği belirlenmiştir.

Kaynaklar

1. Abou El-Soud SB, Ebeid TA, Eid YZ. Physiological and antioxidative effects of dietary acetyl salicylic acid in laying japanese quail (*Coturnix japonica*) under high ambient temperature. J Poult Sci 2006; 43(3): 255-65.
2. Abu-Dieyeh ZHM. Effect of chronic heat stress and long-term feed restriction on broiler performance. Int J Poult Sci 2006; 5(2): 185-90.
3. Abu-Dieyeh ZHM. Effect of high temperature *per se* on growth performance of broilers. Int J Poult Sci 2006; 5(1): 19-21.
4. Aksoy TF. Yaz sıcaklığında kümes yönetimi. Vilsan Dergi 2006; 2: 4-6.
5. Anderson RA, Roussel AM, Zouari N, Mahjoub S, Matheau JM, Kerkeni A. Potential antioxidant effects of zinc and chromium supplementation in people with type 2 diabetes mellitus. Am Coll Nutr 2001; 20(3): 212-8.
6. Anonim. İlaçlı Yem İlaveleri ve Stres. Türkiye Ticaret Odaları, Sanayi Odaları ve Ticaret Borsaları Birliği Matbaası, Ankara: 1970.
7. Anonim. How to understand heat stress and what to do about it. Rural Chemical Industries (AUST) Pty Ltd: <http://www.heatstress.info>. Erişim tarihi: 20.02.2007
8. Arad Z, Marder J, Eylath U. Serum electrolyte and enzyme responses to heat stress and dehydration in the fowl (*Gallus domesticus*). Comp Biochem Physiol A 1983; 74(2): 449-53.
9. Arjona AA, Denbow DM, Weaver WD. Effects of heat stress early in life on mortality of broilers exposed to high environmental temperatures just prior to marketing. Poultry Science 1988; 67(2): 226-31.

10. Arslan A, Duru M. Kanatlılarda sıcaklık stresinin yönetilmesinde besleme açısından alınacak önlemler. MKU Ziraat Fak Derg 2004; 9(1-3): 93-100.
11. Berger LL. Trace minerals: Keys to immunity. Salt Institute 1996; 28(1): 1-4.
12. Bollengier-Lee S, Mitchell MA, Utomo DB, Williams PEV, Whitehead CC. Influence of high dietary vitamin E supplementation on egg production and plasma characteristics in hens subjected to heat stress. Br Poult Sci 1998; 39(1): 106-12.
13. Coppinger TR, Minton JE, Reddy PG, Blecha F. Repeated restraint and isolation stress in lambs increases pituitary-adrenal secretions and reduces cell-mediated immunity. J Anim Sci 1991; 69(7): 2808-14.
14. Çevik A. Broilerlerde Bakır Noksanlığına Bağlı Oksidatif Strese Karşı Antioksidan Yanıt. Doktora Tezi. İstanbul Üniv. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyokimya Programı. İstanbul-Türkiye, 2004.
15. Dabbert CB, Lochmiller RL, Teeter RG. Thermal stress influences clinical chemistry values of northern bobwhite (*Colinus virginianus*). Comp Haematol Int 1996; 6(2): 120-2.
16. Donoghue DJ, Krueger BF, Hargis BM, Miller AM, el Halawani M. Thermal stress reduces serum luteinizing hormone and bioassayable hypothalamic content of luteinizing hormone-releasing hormone in hens. Biol Reprod 1989; 41(3): 419-24.
17. Durgun Z, Keskin E. The changes associated with fasting and acute heat stress on body temperature, blood acid-base balance and some parameters of japanese quail. Indian Vet 1998; 75(4): 299-303.
18. Emery DA, Vohra P, Ernst RA, Morrison, SR. The effect of cyclic and constant ambient temperatures on feed consumption, egg production, egg weight, and shell thickness of hens. Poultry Sci 1984; 63(10): 2027-35.
19. Fang YZ, Yang S, Wu G. Free radicals, antioxidants and nutrition. Nutr 2002; 18(10): 872-9.
20. Fujii J, Iuchi Y, Okada F. Fundamental roles of reactive oxygen species and protective mechanisms in the female reproductive system. Reproduc Biol Endocrinol 2005; 3: 43.
21. Garriga C, Hunter RR, Amat C, Planas JM, Mitchell MA, Moreto M. Heat stress increases apical glucose transport in the chicken jejunum. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol 2006; 290: 195-201.
22. Herbert S, Prinzing R. The ontogeny of endothermic reactions in the precocial domestic fowl (*Gallus gallus domesticus*) - already an embryonic phenomenon? Symposium on Avian Thermal Physiology and Energetics, August, 8-14, 1998; Oulu- Finland. (Abstract).
23. John TM, George JC. Blood levels of cyclic AMP, thyroxine, uric acid, certain metabolites and electrolytes under heat-stress and dehydration in the pigeon. Arch Int Physiol Biochim 1977; 85(3): 571-82.
24. Keçeci T, Kocabatmaz M. Horozlarda stress ve askorbik asidin bazı kan metabolitleri üzerindeki etkisi. Vet Bil Derg 1995; 11(2): 29-33.
25. Kolsuz SŞ, Uyanık F. Yumurta tavuklarında yeme krom ilavesinin serum kalsiyum, fosfor, magnezyum ve çinko düzeylerine etkisi. Erciyes Üniv Sağlık Bilim Derg 2002; 11(2): 67-75.
26. Kolsuz AH, Uyanık F. Yumurta tavuklarında yeme krom ilavesinin serum lipid düzeylerine etkisi. Erciyes Üniv Sağlık Bilim Derg 2002; 11(2): 25-34.
27. Krausz S, Marder J, Eylath U. Physiological responses of dogs on exposure to hot, arid conditions. Serum constituents. Pflügers Arch 1977; 370(3): 287-9.

28. Króliczewska B, Zawadzki W, Dobrzanski Z, Kaczmarek-Oliwa A. Changes in selected serum parameters of broiler chicken fed supplemental chromium. *J Anim Physiol Anim Nutr* 2004; 88(11-12): 393-400.
29. Kuczyński T. The application of poultry behaviour responses on heat stress to improve heating and ventilation systems efficiency. *Electronic J Polish Agri Univ, Agri Eng* 2002; 5(1): <http://www.ejpau.media.pl/series/volume5/issue1/engineering/art-01.html>. Erişim tarihi: 18.11.2006
30. Kutlu HR. Sıcaklık stresine maruz kalan etlik piliçlerin performanslarının korunmasında beslemenin önemi. *Farmavet Bülten* 1996; 12(3): 1-8.
31. Lien T, Chen S, Shiau S, Froman D, Hu CY. Chromium picolinate reduces laying hen serum and egg yolk cholesterol. *Profess Anim Sci* 1996; 12(2): 77-80.
32. Lien TF, Horng YM, Yang KH. Performance, serum characteristics, carcass traits and lipid metabolism of broilers as affected by supplement of chromium picolinate. *Br Poult Sci* 1999; 40(3): 357-63.
33. Lien TF, Wu CP, Wang BJ, Shiao MS, Shiao TY, Lin BH, Lu JJ, Hu CY. Effect of supplemental levels of chromium picolinate on the growth performance, serum traits, carcass characteristics and lipid metabolism of growing-finishing pigs. *Anim Sci* 2001; 72: 289-96.
34. Marsden A, Morris TR, Cromarty AS. Effects of constant environmental temperatures on the performance of laying pullets. *Br Poult Sci* 1987; 28(3): 361-80.
35. Mengi A. Organizma direncinin stres ve beslenmeyle değişimi. *İstanbul Üniv Vet Fak Derg* 1989; 15(1): 81-9.
36. Moonsie-Shageer S, Mowat DN. Effect of level of supplemental chromium on performance, serum constituents, and immune status of stressed feeder calves. *J Anim Sci* 1993; 71(1): 232-8.
37. Moreno IM, Mate A, Repetto G, Vázquez CM, Cameán AM. Influence of microcystin LR on the activity of membrane enzymes in rat intestinal mucosa. *J Physiol Biochem* 2003; 59(4): 293-300.
38. Nazifi S, Saeb M, Rowghani E, Kaveh K. The influences of thermal stress on serum biochemical parameters of Iranian fat-tailed sheep and their correlation with triiodothyronine (T₃), thyroxine (T₄) and cortisol concentrations. *Comp Clin Path* 2003; 12: 135-9.
39. Offenbacher EG, Pi-Sunyer FX. Chromium in human nutrition. *Ann Rev Nutr* 1988; 8: 543-563.
40. Prasad SA, Küçük O. Zinc in cancer prevention. *Cancer Metast Rev* 2002; 21: 291-5.
41. Ramnath V, Rekha PS, Sujatha KS. Amelioration of heat stress induced disturbances of antioxidant defense system in chicken by Brahma Rasayana. *eCAM* 2008; 5(1): 1-8.
42. Roland DA, Bryant MM, Rabon HW. Influence of calcium and environmental temperature on performance of first-cycle (phase 1) commercial leghorns. *Poultry Sci* 1996; 75(1): 62-8.
43. Sands JS, Smith MO. Effect of dietary manganese proteinate or chromium picolinate supplementation on plasma insulin, glucagon, glucose and serum lipids in broiler chickens reared under thermoneutral or heat stress conditions. *Int J Poult Sci* 2002; 1(5): 145-9.
44. Sconberg S, Nockels CF, Bennett BW, Bruyninck W, Blancquart AMB, Craig AM. Effects of shipping, handling, adrenocorticotrophic hormone, and epinephrine on α -tocopherol content of bovine blood. *Am J Vet Res* 1993; 54(8): 1287-93.

45. Smith MO, Teeter RG. Potassium balance of the 5 to 8-week-old broiler exposed to constant heat or cycling high temperature stress and the effects of supplemental potassium chloride on body weight gain and feed efficiency. *Poultry Sci* 1987; 66(3): 487-92.
46. Smith KL, Waldron MR, Drackley JK, Socha MT, Overton TR. Performance of dairy cows as affected by prepartum dietary carbohydrate source and supplementation with chromium throughout the transition period. *J Dairy Sci* 2005; 88(1): 255-63.
47. Şahin K, Smith MO, Önderci M, Şahin N, Gürsu MF, Küçük O. Supplementation of zinc from organic or inorganic source improves performance and antioxidant status of heat distressed quail. *Poultry Sci* 2005; 84(6): 882-7.
48. Taştan R. Stresin immun sistem üzerine etkileri ve hayvan sağlığı yönünden önemi. *Veteriner Mikrobiyoloji Derneği, Seri Konferanslar Ankara* 1991: 2.
49. Teeter RG, Belay T. Broiler management during acute stress. *Anim Feed Sci Technol* 1996; 58(1-2): 127-42.
50. Utomo DB, Mitchell MA, Whitehead CC. Effects of α -tocopherol supplementation on plasma egg yolk precursor concentrations in laying hens exposed to heat stress. *Br Poult Sci* 1994; 35: 828.
51. Uyanık F. The effects of dietary chromium supplementation on some blood parameters in sheep. *Biol Trace Elem Res* 2001; 84(1-3): 93-101.
52. Vinson JA, Mandarano MA, Shuta DL, Bagchi M, Bagchi D. Beneficial effects of a novel IH636 grape seed proanthocyanidin extract and a niacin-bound chromium in a hamster atherosclerosis model. *Mol Cell Biochem* 2002; 240(1-2): 99-103.
53. Williamson RA, Misson BH, Davison TF. The effect of exposure to 40 degrees on the heat production and the serum concentrations of triiodothyronine, thyroxine, and corticosterone in immature domestic fowl. *Gen Comp Endocrinol* 1985; 60(2): 178-86.
54. Yahav S, Straschnow A, Plavnik I, Hurwitz S. Blood system response of chickens to changes in environmental temperature. *Poultry Sci* 1997; 76(4): 627-33.
55. Yahav S, Luger D, Cahaner A, Dotan M, Rusal M, Hurwitz S. Thermoregulation in naked neck chickens subjected to different ambient temperatures. *Br Poult Sci* 1998; 39(1): 133-8.
56. Yıldız AÖ, Parlat SS, Yazgan O. The effects of organic chromium supplementation on production traits and some serum parameters of laying quails. *Revue Med Vet* 2004; 155(12): 642-6.

Yazışma Adresi

Öğr. Gör. Dr. Meryem ŞENTÜRK
Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Biyokimya AD, Kayseri-TÜRKİYE
E-posta: meryemgltn@hotmail.com