

**BILDIRCIN KARMA YEMLERİNE KATILAN YAĞ VE MAGNEZYUMUN
PERFORMANS VE BAZI KAN PARAMETRELERİNE ETKİSİ***
**Effects of Different Levels of Corn Oil and Magnesium on
Performance and Some Blood Parameters in Quails**

İlker KURT¹, Osman KÜÇÜK²

Özet: Bu çalışmanın amacı bildircin karma yemlerine mısır yağı ve magnezyum (Mg) katılmasının performans ve bazı kan parametrelerine etkisini araştırmaktır. Çalışmada 2x2 faktöriyel deneme dizaynı uygulanarak 10 günlük yaşta toplam 120 bildircin (*Coturnix coturnix Japonica*) kullanılmıştır. Bildircinler, her grupta 30 bildircin ve her tekrar grubunda 10 bildircin olacak şekilde 3 tekrar gruplu 4 ana grup oluşturacak şekilde başlangıç canlı ağırlıklarına göre gruplandırılmıştır. Bildircinler 40 günlük olana kadar, kontrol karma yemine iki farklı düzeyde (%3 ve 6) mısır yağı ya da iki farklı düzeyde (300 ve 600 ppm) MgSO₄ halinde Magnezyum (Mg) ilave edilen karma yemleri tüketmişlerdir. Karma yemlerde kullanılan mısır yağı veya Mg'un; yem tüketimi ($P \geq 0.40$), canlı ağırlık artışı ($P \geq 0.23$) ve yemden yararlanma ($P \geq 0.22$) üzerinde bir etkisi olmamıştır. Yağ oranı yüksek karma yemlerde yüksek Mg düzeyi daha fazla son canlı ağırlık (interaksiyon, $P = 0.04$) ve yemden yararlanma (interaksiyon, $P = 0.02$) sağlamıştır. Bildircin karma yemlerine katılan Mg ve mısır yağı, serum kalsiyum ve trigliserit konsantrasyonları üzerinde etkisiz olmasına rağmen ($P \geq 0.26$), Mg konsantrasyonlarını arttırmıştır ($P \leq 0.02$). Çalışmada bulunan sonuçlar yüksek yağlı bildircin karma yemlerinde National Research Council (NRC) tarafından tavsiye edilen magnezyum düzeyinin artırılmasının gerekebileceğini düşündürmüştür.

Anahtar kelimeler: Bildircin, kan parametreleri, magnezyum, mısır yağı, performans

Summary: The objective of this study was to investigate the effects of different levels of corn oil and magnesium (Mg) in diet of quails on performance and some blood parameters. One hundred and twenty 10-day-old healthy Japanese quails (*Coturnix coturnix Japonica*) according to their initial body weights were randomly assigned to 4 treatment groups, 3 replicates of 10 birds each. The birds until 40th day were fed a basal diet supplemented with either two levels of corn oil (3 and 6%) or two levels (300 and 600 ppm) of Mg (MgSO₄). Neither corn oil nor Mg itself resulted in changes in feed intake ($P \geq 0.40$), final weights ($P \geq 0.23$), and feed conversion ratio ($P \geq 0.22$). Diet containing high corn oil with greater dietary Mg concentrations resulted in greater final body weights ($P = 0.04$, interaction) and feed conversion ratios ($P = 0.02$, interaction). Adding corn oil or Mg to diets of quails resulted in no changes in serum concentrations of Ca and triglycerides ($P \geq 0.26$) but increased the serum concentrations of Mg ($P \leq 0.02$). Results of the present study suggested that greater dietary Mg concentrations than that of National Research Council (NRC) suggestions should be included when the diet of quails contains greater levels of corn oil.

Keywords: Blood parameters, corn oil, magnesium, quail, performance

¹ Bilim Uz.Erciyes Ün.Sağ.Bil.Ens.Hay.Bes.Has.AD, Kayseri

² Doç.Dr.Erciyes Ün.Vet.Fak.Hay.Bes.Hast. AD, Kayseri

Geliş Tarihi : 23.03.2009 Kabul Tarihi : 24.03.2010

***Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından SBT-07-21 nolu proje ile desteklenmiş olup, aynı adlı yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.**

Magnezyum (Mg) insan ve hayvan vücudunda kalsiyum ve fosfordan sonra en çok bulunan elementtir. Magnezyumun başlıca görevi ATP'nin yer aldığı birçok enzimatik reaksiyonda ATP'yi stabilize etmektir (1). ATP'nin ihtiyaç duyulduğu reaksiyonların en önemlileri protein ve yağ sentezleridir (2). Diğer bir deyiş ile Mg, protein ve yağ sentezinde önemli rol üstlenir. Yağlar, evcil hayvan karma yem ya da diyetine ucuz enerji kaynağı olması, tozlanmayı önlemesi, ısı stresini azaltması ve daha birçok önemli faydaları nedeniyle katılır. Günümüz yem endüstrisinde yağlar rutin olarak karma yemlere katılmaktadır. Magnezyumun bağırsaklardan emilimi, insan diyetinin yağ içermesi durumunda azalmaktadır (3). Buradaki mekanizma Mg iyonlarının yağlar ile tuz oluşturmaya dayanmaktadır. Ruminantlarda olduğu gibi kanatlı karma yemlerine yağ katıldığında Mg emilimi azalabilir ve ihtiyaç duyulan Mg emilimi gerçekleşmediği için Mg yetersizliği söz konusu olabilir. Dolayısıyla, bu çalışmanın amacı, sıvı yağ (mısır yağı) içeren bıldırcın karma yemlerine Mg katılmasının performans ve bazı kan parametrelerine etkisini araştırmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, bıldırcın yemine katılan iki farklı düzeydeki bitkisel yağ (mısır yağı) ve iki farklı düzeydeki magnezyumun performans ve kan parametrelerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada 2 farklı yağ düzeyi ve 2 farklı Mg düzeyi (2x2 faktöriyel deneme dizaynı) oluşturmak üzere 10 günlük yaşta toplam 120 bıldırcın (*Coturnix coturnix Japonica*) kullanılmıştır. Bıldırcınlar, başlangıç canlı ağırlıkları göz önüne alınarak her grupta 30 bıldırcın ve her tekrar grubunda 10 bıldırcın olacak şekilde 3 tekrar gruplu 4 ana grup olarak dizayn edilmiştir. Bıldırcınlar 18,5 x 34 x 94 cm boyutundaki kafeslerde barındırılmışlardır. Bıldırcınlar, farklı gruplarda; kontrol karma yemine 300 ya da 600 ppm

Mg ve %3 ya da %6 mısır yağı katılmış; 1.) 300 ppm Mg + %3 mısır yağı, 2.) 300 ppm Mg + %6 mısır yağı, 3.) 600 ppm Mg + %3 mısır yağı, 4.) 600 ppm Mg + %6 mısır yağı bileşimindeki karma yemleri tüketmişlerdir. Magnezyum kaynağı olarak magnezyum sülfat ($MgSO_4$), yağ kaynağı olarak da bitkisel yağ (mısır yağı) kullanılmıştır. Normal kanatlı karma yemlerinde eksikliği söz konusu olmayan Mg'un temel karma yemdeki düzeyi yaklaşık 1800 ppm dir. Araştırma karma yemleri National Research Council (NRC) (4) de belirtilen kriterler göz önüne alınarak hazırlanmış, 10 günlük yaştan itibaren 40. güne kadar bıldırcınlar Tablo I'de bileşimi verilen aynı yem ile beslenmiştir. Bıldırcınlar için karma yemler, yem maddeleri ayrı ayrı satın alınarak E.Ü Veteriner Fakültesi çiftlik ünitesinde mevcut kırma-karma makinelerinde hazırlanmış, 40 günlük deneme süresince performans kriterleri olarak haftalık canlı ağırlık artışı ve yem tüketimi kaydedilerek yemden yararlanma hesaplanmıştır. Bütün gruplara su ve yem serbest (*ad libitum*) olarak verilmiş, hayvanlara grup yemlemesi uygulanmıştır. Denemede kullanılacak yem maddeleri ve karma yemlerin besin madde miktarları, Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (5) de verilen analiz metotlarına göre belirlenmiştir. Kümes içinde ışık sürekli açık bırakılmıştır.

Deneme sonunda (40. gün) her gruptan rastgele 9 hayvan (her tekrar grubundan 3 adet) kesilerek kan örnekleri Vena brachialis yoluyla alınarak elde edilen serum örnekleri analiz edilinceye kadar -20 °C de saklanmıştır. Serum örnekleri oda ısısında çözdürülerek glikoz, total protein, trigliserit ve total kolesterol, kalsiyum (Ca), fosfor (P) ve Mg konsantrasyonları ticari kitler (Chema, İtalya) ile spektrofotometre cihazında ölçülmüştür (Shimadzu UV-1700). İstatistiksel analiz için SAS (6) istatistik paketi kullanılmış ve veriler GLM kullanarak ANOVA ile analiz edilmiştir. $P < 0,05$ değerleri anlamlı kabul edilmiştir.

Tablo I. Bildiricılara yedirilen % 3 ve % 6 mısır yağı içeren karma yemler

Yem Maddesi	% 3 mısır yağlı karma yem	% 6 mısır yağlı karma yem
	Madde miktarı (%)	Madde miktarı (%)
Mısır kırması	52,04	44,78
Soya fasulyesi küspesi, %46 HP	42,33	46,41
Mısır yağı	3,00	6,00
Kireç taşı*	1,17	1,18
Dikalsiyum fosfat	0,90	1,04
Vitamin-Mineral karışımı**	0,31	0,33
Tuz (NaCl)	0,22	0,24
Methionin	0,02	0,02
Kuru Madde (KM), %	88,79	85,35
Kimyasal kompozisyon (Kuru Madde (KM) bazında)***		
Metabolik Enerji (ME) Kcal/kg	3000	3000
Ham protein, %	24,00	24,00
Ham yağ, %	5,63	8,31
Kalsiyum, %	0,8	0,8
Fosfor, %	0,6	0,6
Mg, %	0,24	0,24
Metionin+sistein, %	0,76	0,76
Lizin, %	1,4	1,4

* Kireçtaşı %0,5 oranında Mg içerir.

** Vitamin-Mineral karışımı 1 ton yeme 2,5 kg kullanılır (KAYTAS YEM Vitamin Mineral Formülü, Kayseri). Her 2,5 kg daki miktarlar: vitamin A, 12. 500. 000 IU; vitamin D₃, 3. 000. 000 IU; vitamin E, 20. 000 mg; vitamin K₃, 3.000 mg; vitamin B₁, 2.500 mg; vitamin B₂, 7.000 mg; vitamin B₆, 5.000 mg; vitamin B₁₂, 20 mg; niasin, 20.000 mg; Cal-D-Pan, 15.000 mg; folik asit, 1.000 mg; biyotin, 20 mg; vitamin C, 50.000 mg; kolin klorit, 300.000 mg; mangan, 80.000 mg; demir, 70.000 mg; çinko, 50.000 mg; bakır, 6.250 mg; iyot, 1.250 mg; kobalt, 200 mg; selenyum, 150 mg; kantaksantin, 0 mg; apo-karotenoik asit est., 0 mg; lasolosid sodyum, 90.000 mg.

*** Ham protein ve ham yağ hariç, değerler NRC (4) tablolarından hesaplanmıştır.

BULGULAR

Karma yemlere katılan Mg ve mısır yağının ayrı ayrı etkileri değerlendirildiğinde yem tüketimi, canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranlarına herhangi bir etkisi bulunmamış ($P \geq 0,10$); ancak canlı ağırlık ve yemden yararlanma üzerinde mısır yağı ve Mg etkileşiminin önemli olduğu görülmüştür. Çalışmada düşük yağlı karma yemlerde artan Mg düzeyi, canlı ağırlığı ve yemden yararlanmayı düşürürken, yüksek yağlı karma yemlerde artan Mg düzeyi ise artışa yol açmıştır (interaksiyon, $P \leq 0,04$) (Tablo II).

Gerek Mg ve mısır yağı ayrı ayrı gerekse interaksiyon olarak serum parametrelerinin bazılarını etkilemiştir. Karma yeme katılan mısır yağı serum Ca ve trigliserit konsantrasyonlarına etkilemezken ($P \geq 0,62$), P, protein ve glikoz konsantrasyonlarında azalışa ($P = 0,001$), Mg ve kolesterol konsantrasyonlarında ise artışa neden olmuştur ($P \leq 0,02$). Magnezyumun serum Ca, total kolesterol ve trigliserit konsantrasyonlarına etkisi bulunmazken ($P \geq 0,26$); P, Mg ve glikoz miktarlarını arttırdığı ($P \leq 0,5$), total protein miktarında ise düşmeye yol açtığı görülmüştür ($P = 0,02$).

Tablo II. Bıldırıcın karma yemlerine katılan mısır yağı ve magnezyumun canlı performansa etkisi (n=30)

Deneme Grupları		Parametreler			
Mısır yağı düzeyi %	Mg düzeyi, ppm	Yem tüketimi, g (X±SD)	Başlangıç canlı ağırlık, g (X±SD)	Son canlı ağırlık, g (X±SD)	Yemden yararlanma* (X±SD)
3	300	598,66±7,21	45,72±0,32	203,69±3,78 ^a	0,263±0,00 ^a
3	600	593,70±6,30	46,57±0,40	194,07±3,37 ^b	0,248±0,002 ^b
6	300	585,66±6,89	44,91±0,43	191,00±4,05 ^b	0,249±0,001 ^b
6	600	595,63±5,92	45,94±0,37	197,82±3,68 ^{ab}	0,255±0,002 ^{ab}
Ana etki					
3		596,18±7,74	46,14±0,45	198,88±3,94	0,256±0,001
6		590,64±6,78	45,43±0,51	194,41±4,07	0,252±0,002
	300	592,16±6,98	45,32±0,40	197,34±3,82	0,256±0,001
	600	594,67±7,72	46,25±0,39	195,95±4,05	0,252±0,001
ANOVA		P değerleri			
Mısır yağı düzeyi		0,40	0,18	0,23	0,30
Mg düzeyi		0,70	0,10	0,69	0,22
Mısır yağı x Mg		0,27	0,86	0,04	0,02

* Canlı ağırlık artışı, gram / yem tüketimi, gram.

^{a,b} her bir parametre için aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklar önemlidir (P < 0,05).

Düşük mısır yağı içeren karma yemlerde artırılan Mg miktarı serum Ca konsantrasyonlarını azaltırken, total kolesterol konsantrasyonlarını ise arttırmıştır ($P \leq 0,03$). Buna karşın yüksek yağ oranlı

karma yemlerde artırılan Mg miktarları serum Ca konsantrasyonunda artışa ($P = 0,01$), ancak total kolesterol düzeyinde ise azalışa neden olmuştur ($P = 0,03$) (Tablo III).

Tablo III. Bildircin karma yemlerine katılan mısır yağı ve magnezyumun bazı serum parametrelerine etkisi (n = 9).

Deneme Grupları		Parametreler						
Mısır yağı düzeyi, %	Mg düzeyi, ppm	Ca mg/dl (X±SD)	P mg/dl (X±SD)	Mg mEq/L (X±SD)	Protein g/dl (X±SD)	Kolesterol mg/dl (X±SD)	Trigliserit mg/dl (X±SD)	Glikoz mg/dl (X±SD)
3	300	12,09±1,23 ^a	8,13±0,79	2,32±0,25	4,99±0,28	111,35±13,57 ^a	240,01±56,89	169,80±8,02
3	600	9,92±1,37 ^b	9,97±0,73	2,85±0,28	3,72±0,32	155,15±12,95 ^b	272,81±48,28	182,28±7,67
6	300	9,43±1,29 ^b	4,89±0,79	2,92±0,27	2,89±0,29	189,04±13,27 ^c	208,14±50,38	121,65±7,92
6	600	13,85±1,35 ^a	6,27±0,71	3,41±0,29	2,69±0,37	175,14±12,94 ^c	278,74±52,79	161,96±8,91
Ana etki								
3		11,01±1,46	9,09±0,76 ^a	2,58±0,30 ^a	4,35±0,23 ^a	133,25±13,05 ^a	256,41±55,06	176,04±8,07 ^a
6		11,64±1,38	5,58±0,69 ^b	3,16±0,29 ^b	2,79±0,30 ^b	182,09±12,95 ^b	243,44±52,04	141,81±7,82 ^b
	300	10,76±1,15	6,55±0,72 ^a	2,62±0,27 ^a	3,94±0,29 ^a	150,19±12,72	224,07±45,06	145,72±8,79 ^a
	600	11,89±1,65	8,12±0,77 ^b	3,13±0,25 ^b	3,20±0,28 ^b	165,14±13,06	275,27±53,44	172,12±7,06 ^b
ANOVA		P değerleri						
Mısır yağı düzeyi		0,62	0,001	0,02	0,001	0,001	0,80	0,001
Mg düzeyi		0,38	0,05	0,04	0,02	0,26	0,31	0,002
Mısır yağı x Mg		0,01	0,81	0,91	0,10	0,03	0,71	0,08

^{a,b,c} her bir parametre için aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklar önemlidir ($P < 0,05$).

TARTIŞMA

Düşük düzeyde (%3) mısır yağlı karma yemlerde artan Mg düzeyi yemden yararlanmayı ve canlı ağırlığı düşürürken, yüksek yağlı (%6) karma yemlerde artan Mg düzeyinin yemden yararlanmayı ve canlı ağırlığı artırdığı yönündeki sonuçlar yüksek yağ içeren karma yemlerde daha fazla Mg kullanımının gerekli olduğunu göstermektedir. Bildircin karma yemlerindeki Mg tek başına etkisiz bulunurken, yüksek yağ içeren karma yemlerde ise çalışma parametreleri üzerindeki etkisi ortaya çıkmaktadır.

İnsan diyetinin yağ içermesi durumunda bağırsaklardan magnezyum emiliminin azaldığı bildirilmektedir (1). Buradaki mekanizma, magnezyum iyonlarının yağlar ile tuz oluşturmasına dayanmaktadır. Bu çalışmada yüksek yağ içeren karma yemde Mg ihtiyacı, emilimin azalması nedeniyle artabilir. Bu durumda yağ metabolizmasındaki görevi bilinmeyen Mg'un karma yemdeki yağın kullanımını artırarak yemden yararlanmaya katkıda bulunduğu düşünülebilir. Çünkü; magnezyumun başlıca görevi ATP'nin yer aldığı birçok enzimatik reaksiyonda ATP'yi stabilize etmek, bir çok enzim reak-

siyonunda yer almak, ve nöromuskular transmisyon ve aktivitesine katılmaktır (3). ATP'nin ihtiyaç duyulduğu reaksiyonlar arasındaki en önemli fonksiyonlardan biri ise yağ sentezidir (2).

Bu çalışmada bıldırcınların canlı performans parametre sonuçları literatürle uyumludur. Wongsuthavas ve arkadaşları (7) broyler civciv karma yemlerine farklı doymuş: doymamış yağ asit oranları içeren %3, %6 ve %9 yağ ilave etmişler ve yem tüketimi, yemden yararlanma ve canlı ağırlık artışları yönünden gruplar arasında farklılık olmadığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmadaki Mg ile ilgili benzer sonuçlar Atteh ve Leeson (8) tarafından da gözlenmiştir. Atteh ve Leeson (8) yumurta tavuk karma yemine katılan Mg' un performansa etkisinin olmadığını tespit etmişlerdir. Yine aynı araştırmacılar bir başka çalışmalarında (9) içme suyuna ilave ettikleri Mg' un broiler civcivlerde yemden yararlanmayı artırdığını bildirmişlerdir.

Magnezyum uygulaması serum P, Mg ve glikoz konsantrasyonlarını arttırmıştır, ancak lipid parametrelerini (total kolesterol ve trigliserit) etkilememiştir. Öncelikle Mg uygulamasının serum Mg düzeyini yükseltmesi akla gelen ilk cevap olmaktadır. Ancak yapılan çalışmalar kan Mg düzeyinin vücut tarafından %1 düzeyinde sabit tutulduğunu göstermiştir (10). Ayrıca yapılan çalışmalarda (11,12), kan Mg düzeyi ile iyonize magnezyum düzeyi arasında zayıf bir ilişki bulunduğu dolayısıyla kan Mg düzeyinin tam olarak tespiti için iyonize Mg düzeyinin ölçülmesi gerektiği ifade edilmiştir. Altura ve arkadaşları (11) kısa süreli Mg takviyesinin insanlarda serum total Mg' unu etkilemeden iyonize Mg' u artırdığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmamızda iyonize Mg düzeyi ölçülmemiştir, ancak total magnezyum düzeyi de karma yem magnezyum düzeyi ile birlikte artmıştır.

Magnezyum glikoz metabolizmasında ve insulin salınmasında rol üstlendiğinden (13) Mg uygulaması yapılan karma yemlerle beslenen bıldırcınlarda glikoz düzeyinin düşmesi beklenirken bu sonuç gerçekleşmemiştir. Benzer şekilde Mg katılan bıldırcın karma yemlerinde lipid parametrelerinin de değişmesi beklenmekte idi; çünkü Mg, lesitin ko-

lesterol aciltransferaz (LCAT) ve lipoprotein lipaz enzim aktiviteleri için gerekli bir ko-faktördür (14). Ayrıca, Mg kolesterol biyosentezinde anahtar basamakta (rate-limiting step) anahtar enzim için elzem rol üstlenir (14). Ancak sunulan çalışmada Mg uygulaması serum lipid parametrelerine etki etmemiştir. Mg'nin lipid parametreleri üzerinde etkisiz olması bu çalışma bazında açıklanamamıştır.

Bu çalışmada, mısır yağı uygulaması serum parametrelerinden total kolesterol konsantrasyonunu yükseltmiş ancak total protein ve glikoz düzeyini düşürmüştür. Benzer şekilde, Rama Rao ve arkadaşları (15) yemlerine soya küspesi yerine susam tohumlarını katarak besledikleri broyler civcivlerde serum total protein konsantrasyonunun düştüğünü rapor etmişlerdir. Crespo ve Esteve-Garcia (16) broyler civciv rasyonlarına %0 ya da %10 düzeyinde farklı yağlar (don yağı, zeytinyağı, ayçiçeği yağı ve keten tohumu yağı) katmış ve serumda çok düşük yoğunluklu lipoprotein (VLDL) düzeyinin değişmediğini, ancak glikoz konsantrasyonunun çeşitli yağ türüne göre arttığını ya da değişmediğini bulmuşlardır. Mısır yağı uygulaması serum Ca ve trigliserit düzeylerini etkilememiştir. Sunulan çalışmada mısır yağı uygulamasının serum parametreleri üzerine olan etkileri bu çalışma bazında açıklanamamıştır. Mg ve mısır yağı etkileşmesi sonucunda düşük yağ içeren karma yemlerde arttırılan Mg miktarı; serum Ca konsantrasyonlarını azaltırken, total kolesterol konsantrasyonlarını arttırmıştır. Buna karşın yüksek yağ oranlı karma yemlerde arttırılan Mg miktarı serum Ca düzeyinde artışa, total kolesterol düzeyinde azalışa neden olmuştur. Magnezyum ve mısır yağı etkileşmesinin serum parametreleri üzerine etkileri de bu çalışma bazında açıklanamamıştır.

Sonuç olarak, yüksek yağ konsantrasyonunun kullanıldığı bıldırcın karma yemlerinde NRC (4) tarafından tavsiye edilen Mg konsantrasyonunun artırılması gerekebilir. Bıldırcınlarda elde edilen bu sonuçlar muhtemelen diğer kanatlılar için de geçerli olabilir. Elde edilen bu sonuçların diğer kanatlılarda yapılacak çalışmalar ile karşılaştırılarak teyit edilmesi gerektiği kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Linder MC. Nutrition and metabolism of the major minerals. In: Linder MC (ed), *Nutritional Biochemistry and Metabolism with Clinical Applications*, Elsevier, New York 1991; pp 191-214.
2. Pond WG, Church DC, Pond KR. *Basic Animal Nutrition and Feeding*. John Wiley and Sons, New York 1995; pp 129-246.
3. Johnson S. The multifaceted and widespread pathology of magnesium deficiency. *Med Hypotheses* 2001; 56:163-170
4. NRC. *Nutrient requirements of poultry*. Ninth Revised Edition. National Academy Press Washington, D.C. 1994.
5. AOAC. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, 1990.
6. SAS Institute *SAS user's guide*. SAS Institute Inc. Cary, NC 1996.
7. Wongsuthavas S, Terapuntuwat S, Wongsrikeaw W, et al. Influence of amount and type of dietary fat on deposition, adipocyte count and iodine number of abdominal fat in broiler chickens. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 2008; 92:92-98.
8. Atteh JO, Leeson S. Influence of increasing dietary calcium and magnesium levels on performance, mineral metabolism, and egg mineral content of laying hens. *Poult Sci* 1983b; 62:1261-1268.
9. Atteh JO, Leeson S. Influence of increasing the calcium and magnesium content of the drinking water on performance and bone and plasma minerals of broiler chickens. *Poult Sci* 1983a; 62:869-874.
10. Rude RK. Magnesium deficiency: A cause of heterogeneous disease in humans. *J Bone Miner Res* 1998; 13:749-58.
11. Altura BT, Wilimzig C, Trnovec T, Nyulassy S, Altura BM. Comparative effects of a Mg-enriched diet and different orally administered Magnesium oxide preparations on ionized Mg, Mg metabolism and electrolytes in serum of human volunteers. *J Am Coll Nutr* 1994; 13:447-454.
12. Johansson M, Whiss PA. Weak relationship between ionized and total magnesium in serum of patients requiring magnesium status. *Biol Trace Elem Res* 2007; 115:13-21
13. Barbagallo M, Resnick LM. The role of glucose in diabetic hypertension: Effects on intracellular cation metabolism. *Am J Med Sci* 1994; 307:60-65.
14. Inoue I. Lipid metabolism and magnesium. *Clin Calcium* 2005; 15:65-76.
15. Rama Rao SV, Raju MV, Panda AK, et al. Utilisation of sesame (*Sesamum indicum*) seed meal in broiler chicken diets. *Br Poultry Sci* 2008; 49:81-85.
16. Crespo N, Esteve-Garcia E. Polyunsaturated fatty acids reduce insulin and very low density lipoprotein levels in broiler chickens. *Poult Sci* 2003; 82:1134-1139.