

# Yeme Katılan Esansiyel Kekik Yağının Broilerlerde Plazma Lipid Konsantrasyonları Üzerine Etkisi<sup>#</sup>

A. Şebnem BİLGİN<sup>1</sup>\*, Neşe KOCABAĞLI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı,  
34320 Avcılar, İstanbul, Türkiye

\*Sorumlu Yazar: A. Şebnem BİLGİN İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve  
Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, 34320 Avcılar, İstanbul  
e-posta: sebnem@istanbul.edu.tr

Geliş Tarihi / Received: 04.11.2011

## ÖZET

Bu araştırma, etlik piliç yemlerine farklı düzeylerde esansiyel kekik yağı (*Oreganum vulgare*) ilave edilmesinin plazma total kolesterol, plazma HDL kolesterol ve plazma trigliserit üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada; 450 adet Ross 308 erkek broiler civciv deneme materyali olarak kullanılmıştır. Biri kontrol, ikisi deneme olmak üzere üç grup oluşturulmuştur. Her bir grup 15 civcivin bulunduğu 10 tekrar grubuna ayrılmıştır. Kontrol grubundaki civcivlere başlangıç (0-21 gün) ve büyütme (21-42 gün) dönemlerinde mısır - soya ağırlıklı temel rasyon yedirilmiştir. Deneme gruplarında ise temel rasyona birinci deneme grubunda 150 ppm esansiyel kekik yağı, ikinci deneme grubunda 300 ppm esansiyel kekik yağı ilave edilmiştir. 42 gün süren deneme periyodu boyunca yem ve su *ad libitum* olarak verilmiştir. Denemenin 21. ve 42. günlerinde *V. subcutanea ulnaris*'ten kan örnekleri alınarak, plazma total kolesterol, plazma HDL kolesterol ve plazma trigliserit analizleri ticari kitler kullanılarak spektrofotometrik yöntemle yapılmıştır. Denemenin 21. ve 42. gününde alınan kan örneklerinde, plazma total kolesterol düzeylerinde gruplar arasında istatistik önemde bir farklılık gözlenmemiştir. Çalışmanın 21. ve 42. gününde alınan kan örneklerinde 300 ppm kekik yağı ilave edilen grupta plazma HDL kolesterol düzeylerinin diğer gruplara göre önemli derecede düşük ( $P<0,05$ ) olduğu belirlenmiştir. Plazma trigliserit düzeyleri bakımından gruplar arasında istatistiksel açıdan farklılık saptanmamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Esans yağlar, broiler, kolesterol

## ABSTRACT

### EFFECT OF OREGANO ESSENTIAL OIL SUPPLEMENTATION ON PLASMA LIPID CONCENTRATIONS IN BROILERS

The present experiment was conducted to describe the effects of dietary supplementation of oregano essential oil at different levels, on plasma concentrations of total and HDL cholesterol and triglycerides in broilers. A total 450 Ross 308 male chicks were used in the experiment. There were 3 dietary treatments, each consisting of ten replicates. A replicate was a cage with 15 birds so that each treatment had 150 animals. The control group was fed maize-soybean

<sup>#</sup> Bu araştırma birinci yazarın "Yeme katılan esansiyel kekik yağının broilerlerde performans, bazı kan parametreleri ve sindirim enzimleri üzerine etkisi" isimli doktora tez çalışmasının bir kısmından özetlenmiştir.

based diet while the other groups were fed diets supplemented with oregano essential oil at 150 and 300 ppm levels. The experiment lasted for 42 days. Feed and water were provided for ad libitum consumption. At 21 and 42 d of age, blood samples were collected from *V. subcutanea ulnaris*. Plasma concentrations of total and HDL cholesterol and triglycerides were measured spectrophotometrically by using commercial kits. There was no significant effect on plasma total cholesterol. At 21 and 42 days of age, plasma HDL cholesterol concentrations were significantly lower ( $P<0.05$ ) in the birds given 300 ppm oregano essential oil when compared with the 150 ppm oregano essential oil group. Plasma triglyceride concentrations were not changed by any dietary treatment.

**Key Words:** Essential oils, broiler, cholesterol

### Giriş

Antibiyotiklerin yasaklanmasının ardından gündeme gelen alternatif yem katkı maddelerinden en fazla ilgi çekenlerden birisi de aromatik bitkiler ve bunlardan ekstrakte edilen esansiyel yağlardır. Esansiyel yağlar birçok karmaşık bileşenden oluştuğu için bu bileşenlerin her birinin kimyasal kompozisyonu ve dolayısı ile biyolojik etkileri de farklılık gösterir (Lee ve Shibamoto, 2002). Yapılan çalışmalar sonucu elde edilen bilgilere göre bitkisel ekstraktların iştah artırıcı, antikoksidyal (Giannenas ve ark., 2003), antihelmintik, antiviral, antimikrobiyal (Bassett, 2000; Chao ve ark., 2000; Dean ve Ritchie, 1987; Dorman ve Deans, 2000; Sivropoulou ve ark., 1996), antilipidemik, hipokolesterolemik (Craig, 1999) ve antioksidan (Lopez-Bote ve ark., 1998) etkilerinin olduğu ortaya konmuştur.

Kanatlı beslenmesinde kullanılan esansiyel yağlarda bulunan değişik bileşikler kolesterol düşürücü etki göstermektedir (Case ve ark., 1995; Eldeeb ve ark., 2006; Elson, 1995; Yu ve ark., 1994). Case ve ark. (1995), yumurta tavuğu ile yaptıkları çalışmalarında, rasyona 150 ppm düzeyinde timol ilavesinin serum kolesterol düzeyini %9 oranında düşürdüğünü bildirmişlerdir. Ancak, bu konudaki bildirişler büyük farklılıklar göstermektedir. Basmacıoğlu ve ark. (2010), 250 mg/kg ve 500 mg/kg kekik yağı ilave ettikleri çalışmalarında, plazma HDL kolesterol düzeyi ve plazma trigliserid düzeylerinde herhangi bir farklılık görülmezken, plazma total kolesterol düzeyinin, 500 mg/kg kekik yağı ilave edilen grupta önemli derecede yüksek çıktığını bildirmişlerdir ( $P<0,05$ ). Yine, etlik piliç rasyonlarına ilave edilen farklı esansiyel yağların total kolesterol, plazma trigliserit ve HDL kolesterol

düzeylerine herhangi bir etkileri olmadığını bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Horton ve ark., 1991; Lee ve ark., 2003a).

Bu çalışmada, etlik piliç rasyonlarına, Türkiye’de üretilmiş kekik yağının farklı düzeylerde ilavesinin plazma total kolesterol, HDL kolesterol ve trigliserit düzeylerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

### Gereç ve Yöntem

Araştırmada, hayvan materyali olarak ticari bir işletmeden sağlanan, günlük yaşta, 450 adet Ross 308 etlik erkek civciv kullanılmıştır. Civcivler; biri kontrol, ikisi deneme olmak üzere üç gruba ayrılmış, başlangıç canlı ağırlıkları belirlendikten sonra, her grubun ortalama canlı ağırlıkları birbirine yakın olacak şekilde, her birinde 15 civcivin bulunduğu 10 tekrar grubuna ayrılmıştır. Araştırma, 06.01.2009-17.02.2009 tarihleri arasında yürütülmüştür. Denemenin gerçekleştirildiği kümes, kafes telinden yapılmış bölme ayırıcılarla 1,0 x 1,5 m boyutlarında 30 bölmeye ayrılmıştır. Bu bölmelerde, altlık materyali olarak pirinç kavuzu kullanılmıştır.

Yem ve su ihtiyacı, denemenin ilk 10 gününde kovalı civciv yemlikleri ve nipel sulama sistemine adapte edilen dilli çanaklarla karşılanmış; daha sonra, askılı yemlikler ve nipel suluklar kullanılmıştır. Işıklandırma için ise etlik piliç yetiştiriciliğinde uygulanan koşullar sağlanmıştır.

Araştırmada, özel bir yem fabrikasında yaptırılan, NRC (1994)’de belirtilen etlik civciv ve piliçlerin besin madde ve enerji gereksinimlerini karşılayacak düzeydeki, bileşimi, besin maddeleri ve enerji içeriği Tablo 1’de verilen broyler başlangıç ve

büyütme yemleri temel rasyon olarak kullanılmıştır. Denemenin 0-21. günlerinde etlik civciv başlangıç yemi, 21-42. günlerinde etlik piliç büyüme yemi kullanılmıştır. Kontrol grubundaki civcivlere her dönemde sadece temel rasyon yedirilmiştir; deneme gruplarında ise temel rasyona birinci deneme grubunda 150 ppm, ikinci deneme grubunda 300 ppm esansiyel kekik yağı (*Oreganum vulgare*) ilave edilmiştir. Hayvanlar, grup yemlemesine tabi tutulmuşlar ve günlük tüketebilecekleri miktarda yem her gün aynı saatte (08:00)

tartılarak *ad libitum* verilmiştir. Hayvanların tüketebilecekleri taze su devamlı olarak önlerinde bulundurulmuştur.

Çalışmada, yem katkı maddesi olarak kullanılacak olan esansiyel kekik yağı (*Oreganum vulgare*) az miktardaki temel yeme ilave edilerek mikserle homojenize edilmiş, hazırlanan bu ön karışım daha sonra deneme gruplarının yemlerine katılmıştır. Yem haftalık olarak hazırlanmış ve hava geçirmeyen kapaklı kovalarda muhafaza edilmiştir.

**Tablo 1.** Temel rasyonların bileşimi, besin maddeleri ve enerji içeriği (doğal halde).

**Table 1.** Ingredients and composition of the basal diet.

Yem Maddeleri	Başlangıç %	Büyütme %
Bitkisel Yağ	3,00	3,30
Mısır, sarı	54,00	66,50
Balık Unu, Ringa, %60 HP	3,00	3,50
Soya Küspesi, %48	36,20	24,00
Dikalsiyum Fosfat	1,95	1,34
DL- Methionin	0,33	0,16
Kalsiyum Karbonat	0,90	0,70
L-Lizin hidroklorid	0,12	0,00
Tuz	0,25	0,25
Vitamin-Mineral Karması <sup>1</sup>	0,25	0,25
<b>TOPLAM</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
Besin Maddeleri, %	Başlangıç %	Büyütme %
Kuru Madde	89,52	86,75
Ham Protein	23,20	20,70
Ham Yağ	5,30	8,30
Ham Selüloz	5,90	5,30
Ham Kül	5,47	5,33
Ca	1,20	0,90
P	0,54	0,43
Hesaplanan Değerler		
N <sup>suz</sup> öz madde, %	49,65	49,25
ME (kkal/kg) <sup>2</sup>	3047	3164

<sup>1</sup>Mineral-vitamin premiksinin her 1 kg'da; A Vitamini 12,000 IU; D3 Vitamini 1,500 IU; E Vitamini 30 mg; K Vitamini 5,0 mg; B1 Vitamini 3,0 mg; B2 Vitamini 6,0 mg; B6 Vitamini 5,0 mg; B12 Vitamini 0,03 mg; Nikotinamid 40,0 mg; Kalsiyum D-Pantotenat 10,0 mg; Folik asit 0,75 mg; D-Biotin 0,075 mg; Kolin Klorid 375 mg; Antioksidan 10,0 mg; Manganez 100 mg; Demir 60 mg; Bakır 10 mg; Kobalt 0,20 mg; İyot 1 mg; Selenyum 0,15 mg içermektedir.

<sup>2</sup>ME (kkal / kg) = [(HP + 2,5 x HY + NEM) – HS] x 38 (Alp, 1989)

Kekik yağı (*Oreganum vulgare*), TÜREK Tarım ve Orman Ürünleri A.Ş.'den temin edilmiş, araştırmada kullanılmadan önce TÜBİTAK Ankara Test ve Analiz

Laboratuvarına gönderilerek gaz kromatografik yöntemle analizi yaptırılmıştır. Analiz sonucunda temin edilen kekik yağının, %80,07

oranında carvacrol ve %0,83 oranında thymol içerdiği tespit edilmiştir.

Kan örneklerinin alınması 21. ve 42. günlerde olmak üzere iki dönemde gerçekleşmiştir. Bu dönemlerde her tekrar grubundan 2'şer piliç olmak üzere toplam 60 broiler rastgele seçilmiş ve tek kullanımlık plastik enjektörlerle *V. subcutanea ulnaris*'ten 10 ml kan örneği heparinli tüplere alınmıştır. Kan örnekleri 3000 devirde 10 dakika santrifüj edildikten sonra ayrılan plazmalar, ependorflara alınmış ve analiz yapılmaya kadar -18°C'de saklanmıştır. Plazma trigliserit, total kolesterol ve HDL kolesterol düzeyleri ticari kitler kullanılarak spektrofotometrik (PG Instruments T60U) yöntemlerle belirlenmiştir.

Deneme yemlerinin ham protein, ham yağ, ham selüloz, kuru madde ve ham kül tayinleri,

İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Laboratuvarı'nda Weende Analiz Sistemi'nde belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır. Ca düzeyleri kolorimetrik, P düzeyleri spektrofotometrik yöntemlerle (AOAC 1994) belirlenmiştir.

Kan analizlerine ilişkin tüm verilerin farklı gruplara ait ortalama değerlerini karşılaştırmak amacıyla tek yönlü "varyans" analizi yapılmıştır, gruplar arası farkın önemlilik kontrolü için "Duncan" testi uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987). İstatistik hesaplamalarda, SPSS 10.1 programından yararlanılmıştır (SPSS, 1999). İstatistiki farklılıklar,  $P < 0,05$ 'e göre tanımlanmıştır.

**Tablo 2.** Farklı kekik yağı düzeylerinin plazma total kolesterol, plazma HDL kolesterol ve plazma trigliserit düzeyleri üzerine etkisi, mmol/l (n=20).

**Table 2.** Effect of oregano oil supplementation, at different levels, on plasma total cholesterol, HDL cholesterol and triglyceride concentrations, mmol/l (n=20).

Özellikler	GÜN	GRUPLAR		
		Kontrol	150 ppm KY <sup>1</sup>	300 ppm KY
<b>Total Kolesterol</b>	0-21. Gün	14,11±2,64	11,14±2,17	10,35±0,21
	21-42. Gün	2,39±0,43	3,54±0,75	2,8±0,58
<b>HDL Kolesterol</b>	0-21. Gün	1,68 <sup>a</sup> ±0,21	1,59 <sup>a</sup> ±0,14	0,97 <sup>b</sup> ±0,35
	21-42. Gün	2,02 <sup>a</sup> ±0,14	2,09 <sup>a</sup> ±0,21	1,33 <sup>b</sup> ±0,13
<b>Trigliserit</b>	0-21. Gün	0,71 <sup>b</sup> ±0,10	0,71 <sup>b</sup> ±0,17	1,1 <sup>a</sup> ±0,97
	21-42. Gün	0,97±0,15	0,95±0,18	0,84±0,19

<sup>a, b</sup>. Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalama değerler birbirinden önemli derecede farklıdır ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup>KY: Kekik Yağı

### Bulgular

Denemenin 21. ve 42. gününde alınan kan örneklerinde, plazma total kolesterol düzeylerinde gruplar arasında istatistik önemde bir farklılık gözlenmemiştir (Tablo 2).

Plazma HDL kolesterol düzeyleri 21 günlük yaşta kontrol, 150 ppm kekik yağı ve 300 ppm kekik yağı ilave edilen gruplarda sırasıyla 1,68, 1,59 ve 0,97 mg/dl olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, 300 ppm kekik yağı ilave edilen grubun plazma HDL kolesterol düzeyinin diğer gruplara göre önemli derecede düşük olduğu belirlenmiştir ( $P < 0,05$ ). Deneme sonunda ise

plazma HDL kolesterol düzeyleri kontrol, 150 ppm KY ve 300 ppm KY gruplarında sırasıyla 2,02 mg/dl, 2,09 mg/dl ve 1,33 mg/dl olup, 300 ppm kekik yağı ilave edilen grupta plazma HDL kolesterol düzeyi diğer gruplara göre önemli derecede düşük ( $P < 0,05$ ) olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

Plazma trigliserit düzeyleri 21 günlük yaşta kontrol, 150 ppm kekik yağı ve 300 ppm kekik yağı ilave edilen gruplarda sırasıyla 0,71 mg/dl, 0,71 mg/dl ve 1,10 mg/dl olarak bulunmuştur. Buna göre 300 ppm kekik yağı ilave edilen grupta plazma trigliserit düzeyinin, kontrol ve

150 ppm kekik ilave edilen gruba göre istatistiksel açıdan anlamlı bir biçimde ( $P<0,05$ ) yükseldiği görülmektedir. Bununla birlikte deneme sonunda (42. gün) alınan kan örneklerinde, plazma trigliserit düzeyleri sırasıyla 0,97 mg/dl, 0,95 mg/dl ve 0,84 mg/dl olup 3 grupta da plazma trigliserit düzeyleri bakımından bir fark saptanmamıştır (Tablo 2).

### Tartışma ve Sonuç

Lee ve ark. (2003b), rasyona 200 ppm thymol ve 200 ppm carvacrol ilavesi yaparak 72 adet dişi broyleri 28 gün boyunca beslemişler, sonuç olarak plazma total kolesterol seviyesi üzerine etkili olmadığını bildirmişlerdir. Lee ve ark. (2003a)'nın yaptığı farklı bir çalışmada ise 100 ppm thymol ilavesinin total kolesterol seviyesini değiştirmediğini belirtmişlerdir. Babaoğlan ve ark. (2009), plazma total kolesterol seviyesinin yemlere ilave edilen farklı thymol ve carvacrol kaynaklarından etkilenmediğini bildirmişlerdir. Bu sonuçlar, denemenin 21. ve 42. gününde alınan kan örneklerinde, plazma total kolesterol düzeylerinde gruplar arasında istatistik önemde bir farklılık gözlenmediği (Tablo 2) şeklindeki çalışma bulguları ile paralellik göstermektedir.

Çalışma bulgularımızdan farklı olarak, Case ve ark. (1995), 150 ppm dozlarda thymol ve carvacrol ilavesinin plazma total kolesterol konsantrasyonunu düşürdüğünü bildirmişlerdir. Thymol ve carvacrolün kolesterol seviyesini düşürme nedeninin, kolesterol sentezi sırasında kilit ve düzenleyici enzim olan, 3-hidroksi-3-metilglutaril koenzim A (HMG-CoA) redüktazı inhibe etmesi olduğu düşünülmektedir (Elson, 1995). Basmacıoğlu ve ark. (2004), ise kekik yağının kolesterol düzeyini düşürdüğü görüşünün aksine, 250 mg/kg ve 500 mg/kg kekik yağı ilave ettikleri çalışmalarında, plazma HDL kolesterol düzeyi ve plazma trigliserid düzeylerinde herhangi bir farklılık görülmezken, plazma total kolesterol düzeyinin, 500 mg/kg kekik yağı ilave edilen grupta önemli derecede yüksek çıktığını bildirmişlerdir ( $P<0,05$ ).

Plazma trigliserit düzeyleri 21 günlük yaşta kontrol, 150 ppm kekik yağı ve 300 ppm kekik yağı ilave edilen gruplarda sırasıyla 0,71 mg/dl,

0,71 mg/dl ve 1,10 mg/dl olarak bulunmuştur. Buna göre 300 ppm kekik yağı ilave edilen grupta plazma trigliserit düzeyinin, kontrol ve 150 ppm kekik ilave edilen gruba göre istatistiksel açıdan anlamlı bir biçimde ( $P<0,05$ ) yükseldiği görülmektedir. Bununla birlikte deneme sonunda (42. gün) alınan kan örneklerinde, 3 grupta da plazma trigliserit düzeyleri bakımından bir fark görülmemiştir (Tablo 2). Bu sonuçlara benzer olarak Lee ve ark. (2003a) yaptıkları çalışmalarında 100 ppm thymol ilavesinin plazma trigliserid seviyesini değiştirmediğini bildirmişlerdir. Babaoğlan ve ark. (2009), plazma trigliserid seviyesinin yemlere ilave edilen farklı thymol ve carvacrol kaynaklarından etkilenmediği sonucuna varmışlardır. Basmacıoğlu ve ark. (2004), 250 mg/kg ve 500 mg/kg kekik yağı ilave ettikleri çalışmalarında, plazma trigliserid düzeylerinde herhangi bir farklılık görülmediğini bildirmişlerdir. Buna karşılık, Lee ve ark. (2003b), rasyona 200 ppm thymol ve 200 ppm carvacrol ilavesi yaparak besledikleri dişi broylerlerde, rasyona katılan carvacrolün, kontrol ve thymol grubuna göre plazma trigliserid düzeyini önemli derecede düşürdüğünü bildirmişlerdir ( $P<0,05$ ). Bu tür farklı sonuçların alınmasında, rasyon bileşenlerinin kolesterol üzerindeki etkisinde; yem kompozisyonunun yanısıra ırk, cinsiyet ve yaşın etkisi de unutulmamalıdır.

Bu çalışma sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde, etlik piliç rasyonlarına, Türkiye'de üretilmiş kekik yağının farklı düzeylerde ilavesinin plazma total kolesterol, HDL kolesterol ve trigliserit düzeylerine önemli bir etkisinin olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

### KAYNAKLAR

- Alp, M., 1989.** Tavuk beslenmesinde kullanılan yem maddelerinin ve karma yemlerin metabolize olabilir enerjilerinin hesaplanmasında yeni bir formül. Tavukçunun Sesi 1, 18-19.
- AOAC, 1994.** Official methods of analysis, association of official analytical chemists, Washington DC.
- Babaoğlan, M., Tekeli, A., Filik, G., Kuftu, H R., 2009.** Etlik piliçlerin beslenmesinde büyüme uyarıcı olarak kullanılan farklı timol ve karvakrol kaynaklarının biyoetkinliklerinin

- karşılaştırılması. V. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, Tekirdağ.
- Basmacıoğlu, H., Tokuşoğlu, Ö., Ergül, M., 2004.** The effect of oregano and rosemary essential oils or alpha-tocopheryl acetate on performance and lipid oxidation of meat enriched with n-3 PUFA's in broilers. South African Journal Animal Science 34, 197-210.
- Bassett, R., 2000.** Oreganos positive impact on poultry production. World Poultry-Elsevier 16, 31-34.
- Case, G.L., He, L., Mo, H., Elson, C.E., 1995.** Induction of geranyl pyrophosphate pyrophosphatase activity by cholesterol-suppressive isoprenoids. Lipids 30, 357-359.
- Chao, S.C., Young, D.G., Oberg, C.J., 2000.** Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi and viruses. Journal of Essential Oil Research 12, 639-649.
- Craig, W.J., 1999.** Health-promoting properties of common herbs. American Journal of Clinical Nutrition 70, 491-499.
- Dean, S.G., Ritchie, G., 1987.** Antibacterial properties of plant essential oils. International Journal of Food Microbiology 5, 165-180.
- Dorman, H.J.D., Deans, S.G., 2000.** Antimicrobial agents from plants antibacterial activity of plant volatile oils. Journal of Applied Microbiology 88, 308-316.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F., 1987.** Araştırma ve Deneme metotları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 1021.
- Eldeeb, M.A., Metwally, M.A., Galal, A.E., 2006.** The impact of botanical extract, capsicum (capsicum frutescence), oil supplementation and their interactions on the productive performance of broiler chicks. XII European Poultry Conference, Verona, Italy.
- Elson, C.E., 1995.** Suppression of mevalonate pathway activities by dietary isoprenoids: protective roles in cancer and cardiovascular disease. The Journal of Nutrition 125, 1666.
- Giannenas, I., Florou-Paneri, P., Papazahariadou, M., Christaki, E., Botsoglou, N.A., Spais, A.B., 2003.** Effect of dietary supplementation with oregano essential oil on performance of broilers after experimental infection with *Eimeria tenella*. Archiv für Tierernahrung 57, 99-106.
- Horton, G.M.J., Fennel, M.J., Parasad, B.M., 1991.** Effect of dietary garlic (*Allium sativum*) on performance, carcass composition and blood chemistry changes in broiler chickens. Canadian Journal of Animal Science 71, 939-942.
- Lee, K.G., Shibamoto, T., 2002.** Determination of antioxidant potential of volatile extracts isolated from various herbs and spices. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50, 4947-4952.
- Lee, K.W., Everts, H., Kappert, H.J., Frehner, M., Losa, R., Beynen, A.C., 2003a.** Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. British Poultry Science 44, 450-457.
- Lee, K.W., Everts, H., Kappert, H.J., Yeom, K.H., Beynen, A.C., 2003b.** Dietary carvacrol lowers body weight gain but improves feed conversion in female broiler chickens. The Journal of Applied Poultry Research 12, 394-399.
- Lopez-Bote, C.J., Gray, J.I., Gomaa, E.A., Flegal, C.J., 1998.** Effect of dietary administration of oil extracts from rosemary and sage on lipid oxidation in broiler meat. British Poultry Science 39, 235-240.
- National Research Council, 1994.** Nutrient requirements of poultry, 9<sup>th</sup> rev. Ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Sivropoulou, A., Papanikolaou, E., Nikolaou, C., Kokkini, S., Lanaras, T., Arsenakis, M., 1996.** Antimicrobial and cytotoxic activities of *Origanum* essential oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry 44, 1202-1205.
- SPSS, 1999.** SPSS for Windows. Base System User's Guide, Release 10.1, SPSS Inc., Chicago IL, USA, 1999.
- Yu, S.G., Abuirmeileh, N.M., Qureshi, A.A., Elson, C.E., 1994.** Dietary  $\beta$ -ionone suppresses hepatic 3-hydroxy-3-methylglutaryl coenzyme a reductase activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry 42, 1493-1496.