

**ETLİK PİLİÇLERDE METİYONİN VARLIĞINDA KOLİN VE MEZO-İNOZİTOL'ÜN
KARACİĞER VE KARIN YAĞLANMASI ÜZERİNE ETKİLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI ***

Comparison of the effects of choline and meso-inositol on liver and abdominal fat
in broiler chickens, under presence of dietary methionine

Cavidan GÜL
Zootečni Anabilim Dalı

Orhan ÖZTÜRKCAN
Zootečni Anabilim Dalı

ÖZET

Metiyonin, kolin ve mezo-inozitolün etlik piliçlerin yem tüketimi, yem dönüşüm oranı, canlı ağırlık kazancı, karkas randımanı, abdominal yağ birikimi, karaciğer ağırlığı ile karaciğer ve serum lipit ve trigliserit içeriği üzerine etkilerini belirlemek amacıyla Çukurova Üniversitesinde deneme kuruldu. Çalışmada bir günlük 108 dişi civciv (Ross 308) her biri 12 hayvandan oluşan 9 yemleme grubuna ayrılmıştır. Sonuç olarak, etlik piliç rasyonlarında 1800 mg/kg kolin+%0.40 metiyonin(A) ve 1600mg/kg mezo-inozitol+%0.40 metiyonin(H) kombinasyonlarının canlı ağırlık kazancını iyileştirdiği saptanmıştır. En düşük yağlanma ise kolin, metiyonin ve mezo-inozitolün en yüksek düzeylerinde belirlenmiştir. Serum trigliserit düzeyi de 800 mg/kg mezo-inozitol+%0.40 metiyonin eklemeli rasyon alan etlik piliçlerde düşmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kolin, Metiyonin, Mezo-Inozitol, Karaciğer Yağı, Etlik Piliç

ABSTRACT

The present study was carried out to determine whether dietary supplemental methionine, choline, and meso-inositol affect growth performance, liver and serum lipid-triglyceride concentration of broilers at Çukurova University. 108 one-day-old female chicks (Ross 308) were divided nine treatments groups containing 12 birds each. It is concluded that dietary supplemental 1800 mg/kg kolin + % 0.40 metiyonin and 1600 mg/kg meso-inositol + % 0.40 metiyonin combination may have positive effects on performance. Fat deposition was significantly decreased in animals receiving supplemental methionine, choline and meso-inositol at maximum level. Serum triglyceride concentration was decreased the groups receiving supplemental 800 mg/kg meso-inositol + %0.40 metiyonin.

Key Words: Choline, Methionine, Meso-Inositol, Liver Lipid, Broiler

GİRİŞ

Etlik piliçlerde canlı ağırlık kazancının artırılması yönünde yapılan seleksiyonla beraber yağlanma da arttığından tek çıkar yolun beslenmeyle ilgili faktörleri iyileştirmek, özellikle metiyonin, lizin, kolin gibi hayvanda yağlanmayı azaltan

* Doktora Tezi-PhD. Thesis

lipotropik faktörleri iyi ayarlamamanın zorunlu olduğu görülmektedir (Demir, 1989). Mezo-inozitol (inozitol, miyo-inozitol) de lipotropik faktörler arasında yer almaktadır. Kolin, tamamen metilli bir kolamindir. Kolin-fosfatidlerin yapı taşı ve lipidlerin metabolizmasında önemli rol oynamaktadır (Öztürkcan, 1990). Metiyonin özellikle tavuklardaki karaciğer yağlanması azaltılmasında eskiden beri kullanılmaktadır (Öztürkcan ve ark.,1993). Ayrıca metiyonin esansiyel vücut unsurlarının oluşumunda, detoksifikasyon olaylarında, yağ transport ve metabolizmasında gerekli olan labil metil gruplarının sağlanmasında, perozisin ve kas distrofisinin önlenmesinde rol oynamaktadır (Ruiz ve ark. 1984). Mezo-inozitol, fosfatidlerin (inozitol-fosfatidler) bir yapı taşıdır; organizmanın yağ asitlerinin transportunda ve büyümenin korunmasında önemli rol oynar. Kolin, metiyonin ve mezo-inozitolün yağ metabolizmasında anahtar rol oynamasından yola çıkılarak, bu lipotrop faktörlerin etlik piliçlerde adipozite derecesini azaltacağı, performansı iyileştireceği düşünülmektedir.

MATERYAL ve METOD

Materyal

Çalışma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Anabilim Dalı Etlik Piliç Deneme Ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Hayvan materyali olarak bir günlük Ross 308 dişi etlik civcivler kullanılmıştır. Araştırmada ticari standart piliç yemi kullanılmıştır. Muamele gruplarının rasyonları ise standart piliç yemine ek olarak farklı düzeylerde kolin klorid (%60'lık), DL-metiyonin ve mezo-inozitol katkı olarak homojen bir şekilde karıştırılarak oluşturulmuştur. Deneme süresince hayvanlara yem ve su ad-libitum olarak sağlanmıştır. Deneme odası 3.60x5.20x2.80 m boyutlarında, yapay olarak aydınlatılan ve sıcaklığın, taşınabilir iki radyatör ile sağlandığı bir odadır. Deneme odasında 12 blok halinde 3 katlı ve her katta 3 bireysel kafes gözü bulunan blok kafesler, duvardan 0.4 m uzakta olacak şekilde odaya yerleştirilmiştir. Deneme odasındaki sıcaklık, ilk hafta 33°C olmak üzere her hafta 3'er °C düşürülerek dördüncü haftadan itibaren 24°C olarak ayarlanmıştır.

Deneme odasının aydınlatılmasında flüoresan lambalar kullanılmış ve deneme süresince 24 saatlik aydınlatma programı uygulanmıştır. Havalandırma ise duvara yerleştirilmiş 3200 m³/h debi kapasiteli aspiratörle sağlanmıştır. Hayvanların yaş dönemlerine göre büyüklüğü değişen yemlik ve suluk kullanılmıştır. Kafeslerin alt kısımlarına ise dışkıların döküldüğü sacdan yapılmış tablalar yerleştirilmiştir.

Metod

Deneme Planı

Denemede kullanılan muamele rasyonlarına aşağıdaki deneme planında belirtildiği düzeylerde yem katkı maddeleri (kolin klorid (%60'lık), DL-metiyonin ve mezo-inozitol) homojen bir şekilde karıştırılarak hazırlanmıştır.

Grup	Kullanılan katkılı rasyonlar
N (Kontrol)	Standart piliç yemi(SPY)+ (0)
A	SPY+(1800 mg/kg kolin*) + (%0.40 metiyonin**)
B	SPY+(1800 mg/kg kolin) + (%0.80 metiyonin)
C	SPY+(3600 mg/kg kolin) + (%0.40 metiyonin)
D	SPY+(3600 mg/kg kolin) + (%0.80 metiyonin)
E	SPY+(800 mg/kg mezo-inozitol) + (%0.40 metiyonin)
G	SPY+(800 mg/kg mezo-inozitol) + (%0.80 metiyonin)
H	SPY+(1600 mg/kg mezo-inozitol) + (%0.40 metiyonin)
K	SPY+(1600 mg/kg mezo-inozitol) + (%0.80 metiyonin)

* kolin klorid (%60'lık)

** DL-metiyonin

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Yem Tüketimi

Muamele gruplarının yem tüketimi sonuçları Çizelge 1.'de verilmiştir. Denemenin 2. haftasında A, C, ve H grubu ile K grubu arasında, 3-4. haftalarda D grubu hariç diğer gruplarla (A, B, C, E, G, H ve N) K grubu arasında, 5. haftada A, C, E ve H grubu ile K grubu arasında, 6. haftadan kesime kadarki sürede ise A, H grubu ile K grubu arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar bulunmuştur ($P<0.05$). İstatistiki açıdan önemli olmasa da mevcut bulgulara göre; rasyonda ek kolin+metiyonin içeren gruplardaki yem tüketimi, mezo-inozitol+metiyonin içeren gruplara göre daha yüksek olmaktadır.

Çizelge 1. Rasyonlarda Farklı Düzeylerdeki Kolin, Metiyonin ve Mezo-İnozitolün Kümülatif Yem Tüketimine Etkileri (gr)

Gruplar	1 hafta	2. hafta	3. hafta	4.hafta	5.hafta	6.hafta	KESİM (44.gün)
N	95.40	365.90ab	891.70b	1609.30b	2473.20ab	3411.60ab	3744.20ab
A	98.75	375.92b	923.83b	1683.83b	2573.67b	3566.83b	3934.92b
B	92.20	363.40ab	896.40b	1599.70b	2464.10ab	3396.60ab	3740.00ab
C	101.90	373.90b	922.70b	1663.90b	2497.30b	3441.20ab	3778.80ab
D	90.70	353.00ab	865.20ab	1576.10ab	2441.10ab	3378.00ab	3714.90ab
E	93.50	363.42ab	908.58b	1648.92b	2499.42b	3444.42ab	3781.33ab
G	89.50	356.83ab	878.92b	1608.33b	2459.08ab	3395.67ab	3731.08ab
H	98.78	377.33b	927.56b	1678.67b	2549.11b	3482.00b	3820.56b
K	88.22	341.11a	816.56a	1497.00a	2324.67a	3250.56a	3553.67a
SED	1.41	2.75	7.25	12.20	17.55	22.79	27.12

*aynı haftalarda farklı harflerle gösterilen grup ortalamaları arasında($P<0.05$) önem düzeyinde farklılık vardır. SED: Ortalamalar arasındaki farklılığın standart hatası

Yem Dönüşüm Oranı

Muamele grupları arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı belirtilmiştir ($P>0.05$). Mevcut çalışmada rasyona ek metiyonin, kolin ve mezo-inozitolün eklenmesinin (Çizelge 2.) özellikle denemenin 4., 5. ve 6. haftasında, %0.80 düzeyinde metiyonin içeren grupların yemden yararlanma oranının iyileştiğini, fakat bu iyileşmenin istatistiki açıdan önemli olmadığı görülmüştür ($P<0.05$).

Çizelge 2. Rasyonlarda Farklı Düzeylerdeki Kolin, Metiyonin ve Mezo-İnozitolün Yem Dönüşüm Oranına Etkileri (X)

Gruplar	1.hafta	2.hafta	3.hafta	4.hafta	5.hafta	6.hafta	44.gün (kesim)
N	1.11	1.21	1.33	1.37	1.46	1.52	1.55
A	1.09	1.21	1.32	1.34	1.43	1.49	1.52
B	1.08	1.24	1.34	1.36	1.43	1.49	1.52
C	1.12	1.25	1.35	1.38	1.43	1.52	1.54
D	1.08	1.24	1.33	1.35	1.41	1.50	1.53
E	1.16	1.25	1.33	1.38	1.45	1.53	1.56
G	1.08	1.22	1.34	1.35	1.42	1.50	1.53
H	1.10	1.23	1.33	1.37	1.46	1.54	1.55
K	1.13	1.24	1.36	1.37	1.43	1.51	1.53
SED	0.0097	0.0052	0.0045	0.0041	0.0053	0.0061	0.0061

*aynı haftalarda farklı harflerle gösterilen grup ortalamaları arasında ($P<0.05$) önem düzeyinde farklılık vardır.

SED: Ortalamalar arasındaki farklılığın standart hatası

Canlı Ağırlık Kazancı

Rasyonlarda farklı düzeylerdeki kolin, metiyonin ve mezo-inozitolün canlı ağırlık kazancı üzerine etkileri Çizelge 3'de verilmiştir. Kontrol grubuna göre, denemenin 2. haftasında A ve H grubunda daha yüksek, 3. haftasında D, G ve K grubunda, 4. haftasında D ve K grubunda daha düşük, 5. haftasından itibaren denemenin sonuna kadarki süreçte de K grubunda daha düşük canlı ağırlık kazancı gözlenmiştir ($P<0.05$). Diğer bir ifadeyle, rasyona %0.40 düzeyinde metiyonin eklemek performansı olumlu etkilerken %0.80 düzeyinde metiyonin eklemek canlı ağırlık kazancında artış sağlamamaktadır. Bu iki lipotrop faktörün rasyona birlikte eklenmesi muhtemelen ters interaksiyon etkisi yapmıştır. Elde edilen bulgular ışığında, canlı ağırlık kazancında olumlu bir etkinin görülmesi için

rasyona eklenen metiyonin düzeyinin %0.40'dan az, fakat % 0.80 gibi yüksek oranda da olmaması gerektiği tarafımızdan önerilmektedir.

Çizelge 3. Rasyonlarda Farklı Düzeylerdeki Kolin, Metiyonin ve Mezo-Inozitolün Canlı Ağırlık Kazancı Üzerine Etkileri (X)

Gruplar	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	5. hafta	6. hafta	44.gün (kesimCA)
N	87.00	302.30bc	672.30b	1173.40bc	1694.20ab	2252.00a	2424.10ab
A	90.75	310.25c	701.33b	1253.58c	1799.83b	2402.25b	2595.42c
B	85.40	294.20abc	668.40b	1179.00bc	1727.30b	2278.20a	2463.90abc
C	91.20	298.50bc	684.10b	1204.80bc	1750.60b	2267.50a	2461.50abc
D	84.40	285.30ab	651.40b	1167.80b	1725.90ab	2251.40a	2425.80ab
E	81.50	291.42abc	683.75b	1198.83bc	1722.83ab	2258.42a	2424.33ab
G	82.83	293.08abc	658.42b	1193.50bc	1735.17ab	2268.50a	2437.75ab
H	90.00	306.11c	698.78b	1224.22bc	1750.78b	2263.44a	2465.78bc
K	79.22	275.67a	603.00a	1095.44a	1627.78a	2148.67a	2317.00a
SED	1.36	2.24	5.65	8.91	11.69	14.36	16.08

*aynı haftalarda farklı harflerle gösterilen grup ortalamaları arasında ($P<0.05$) önem düzeyinde farklılık vardır.

SED: Ortalamalar arasındaki farklılığın standart hatası

Soğuk Karkas Ağırlığı

Metiyonin varlığında kolin ve mezo-inozitolün soğuk karkas ağırlığı üzerindeki etkisinin incelendiği (çizelge 4.) çalışmada, D grubu ile A grubu arasında, K grubu ile de N, A, B, C, E, G ve H grupları arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Buna göre; mevcut çalışmada soğuk karkas ağırlığının geliştirilmesi için rasyona eklenen en uygun kolin+metiyonin düzeyi 1800 mg/kg kolin+%0.40 olup kolin+metiyoninin bu düzeylerinin üzerinde rasyona eklenmesine paralel olarak soğuk karkas ağırlığında da düşüş gözlenmiştir. Bu etki muhtemelen labil metil gruplarına sahip olan metiyoninin lipotropik etkisi ile kolinin lipotropik etkisinden kaynaklanmaktadır. Mezo-inozitol ile birlikte metiyoninin belirli bir orana kadar rasyona eklenmesi soğuk karkas ağırlığını olumlu yönde etkilerken, belli bir düzeyin üzerinde rasyona eklenen mezo-inozitolün+metiyonin soğuk karkas ağırlığını düşürdüğü net olarak görülmektedir. Bu katkı maddeleri lipotropik faktör oldukları için aynı anda etlik piliç rasyonlarına eklenmesiyle sinerjik bir etki yaratmaktadır.

Çizelge 4. Rasyonlarda Farklı Düzeylerdeki Kolin, Metiyonin ve Mezo-Inozitolün Kesim ve Karkas Özellikleri Üzerine Etkileri (X)

Gruplar	Soğuk Karkas Ağırlığı (gr/hayvan)	Karkas Randımanı (%)	Abdominal Yağ Ağırlığı (gr/hayvan)	Abdominal Yağ Ağırlığı (% canlı ağırlık)	Karaciğer Ağırlığı (gr)
N	1903.80bc	74.40b	49.99	1.95	54.22
A	1986.20c	74.34b	47.80	1.78	55.87
B	1928.00bc	74.62b	50.21	1.94	54.13
C	1929.60bc	74.99b	46.39	1.80	53.07
D	1851.20ab	71.88a	36.11	1.41	55.37
E	1891.80bc	74.60b	44.06	1.73	50.63
G	1919.00bc	73.47ab	45.13	1.73	56.37
H	1909.60bc	73.53ab	41.94	1.61	55.67
K	1774.80a	73.75ab	39.39	1.66	56.75
SED	13.34	0.23	1.72	0.064	1.005
ÖNEM DÜZEYİ	F=2.91 P=0.013 (P<0.05)	F=2.23 P=0.048 (P<0.05)	F=0.82 P=0.59 (P>0.05)	F=0.70 P=0.69 (P>0.05)	F=0.06 P=0.94 (P>0.05)

*aynı sütunlarda farklı harflerle gösterilen grup ortalamaları arasında (P<0.05) önem düzeyinde farklılık vardır.

SED: Ortalamalar arasındaki farklılığın standart hatası

Karkas Randımanı

Çizelge 4'e bakıldığında, D grubu ile N, A, B, C ve E grupları arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğu görülmüştür (P<0.05). En yüksek karkas randımanı C grubunda, en düşük karkas randımanı ise D grubunda elde edilmiştir. Mezo-inozitol+metiyonin katkılı rasyonla beslenen gruplardan sadece E grubu, kontrol(N) grubundan daha yüksek, diğer gruplar ise daha düşük karkas randımanı göstermektedir. Sonuçta; etlik piliç rasyonlarına belli bir düzeye kadar gerek kolin gerekse mezo-inozitol ile birlikte metiyonin eklenmesi karkas randımanını iyileştirmekte, fakat aşırı miktarda katkı ise karkas randımanını düşürmektedir.

Abdominal Yağ Miktarı

Muamele grupları arasında (çizelge 4'de) abdominal yağ miktarları bakımından gerek vücut ağırlığının yüzdesi olarak ve gerekse gram olarak farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı görülmüştür (P>0.05). Mevcut çalışmada abdominal yağı miktarsal ve oransal olarak düşürmek için D grubunda uygulanan 3600 mg/kg kolin+%0.80 metiyonin düzeyi en uygun görülmüş ve bu düzey ile abdominal yağ miktarında %0.54 oranında azalma sağlanmıştır.

Karaciğer Ağırlığı

Deneme hayvanlarının karaciğer ağırlıkları incelenmiş (çizelge 4) ve gruplar arasında mutlak değer olarak karaciğer ağırlıkları bakımından oluşan farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$). Mezo-inozitol+metiyonin katkılı muamele gruplarından G, H ve K ile kolin+metiyonin katkılı A, B ve D grubunda, kontrol (N) grubuna göre daha yüksek karaciğer ağırlığı saptanmıştır. Araştırma bulgularına dayanarak; etlik piliçlerde karaciğer ağırlığı düşürülmek isteniyorsa E grubunda olduğu gibi 800 mg/kg mezo-inozitol+%0.40 metiyonin eklenmesi önerilebilir.

Karaciğer ve Serumda Trigliserit ve Total Lipit Konsantrasyonu

Çizelge 5. Rasyonlarda Farklı Düzeylerdeki Kolin, Metiyonin ve Mezo-İnozitolün Karaciğer ve Serum Trigliserit ve Total Lipit Miktarları Üzerine Etkileri (X)

Gruplar	Karaciğer		Serum	
	Trigliserit (mg/dl)	Total Lipit (mg/gr doku)	Trigliserit (mg/dl)	Total Lipit (mg%)
N	134.40	47.96	73.20c	466
A	136.80	54.98	79.40bc	497
B	172.20	57.61	63.80abc	428
C	141.00	60.49	57.60ab	498
D	162.00	63.16	71.80abc	518
E	142.20	46.74	51.60a	485
G	160.80	54.43	72.20abc	416
H	176.40	48.23	63.40abc	453
K	187.20	52.91	55.00ab	473
SED	6.19	1.92	2.32	13.09
ÖNEM DÜZEYİ	F=1.09 P=0.40 ($P>0.05$)	F=1.03 P=0.45 ($P>0.05$)	F=2.24 P=0.04 ($P<0.05$)	F=0.69 P=0.70 ($P>0.05$)

*aynı sütunlarda farklı harflerle gösterilen grup ortalamaları arasında ($P<0.05$) önem düzeyinde farklılık vardır.

SED: Ortalamalar arasındaki farklılığın standart hatası

Karaciğer Trigliserit Konsantrasyonu

Deneme sonunda kesilen hayvanların karaciğer trigliserit konsantrasyonları Çizelge 5. de verilmiştir. Gruplar arasında mutlak değer olarak karaciğer trigliserit konsantrasyonları bakımından farklılık oluşmasına karşın yapılan Duncan Testi sonucunda bu farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$).

Karaciğer Total Lipit İçeriği

Kolin, metiyonin ve mezo-inozitolün karaciğer yağlanması üzerine etkilerinin araştırıldığı deneme sonunda kesilen hayvanların karaciğer total lipit içerikleri incelendiğinde (çizelge 5.), gruplar arasında mutlak değer olarak karaciğer total lipit içerikleri bakımından farklılık oluşmasına karşın yapılan Duncan Testi sonucunda bu farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$). Çalışmada elde edilen veriler, mezo-inozitolün rasyona tek başına eklenmesiyle daha düşük total lipit içeriğine neden olabileceğini göstermektedir.

Serum Trigliserit Konsantrasyonu

Kolin+metiyonin ve mezo-inozitol+metiyoninin farklı düzeylerinin etlik piliçlerin serum TG konsantrasyonu üzerine etkisinin irdelendiği (çizelge 5.) çalışmada, serum trigliserit konsantrasyonu bakımından gruplar arasındaki farklılık karşılaştırıldığı zaman N ve A grubu ile E grubu arasındaki farklılığın istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Aynı zamanda A grubu ile K ve C grubu arasında da istatistiki olarak önemli farklılıklar gözlenmiştir ($P<0.05$).

Serum Total Lipit İçeriği

Etlik piliçlerde metiyonin varlığında kolin ve mezo-inozitolün serum total lipit içerikleri üzerine etkisinin incelendiği (çizelge 5) çalışmada, gruplar arasında mutlak değer olarak serum total lipit içerikleri bakımından farklılık oluşmasına karşın yapılan Duncan Testi sonucunda bu farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$).

Sonuç olarak, etlik piliçlerin performansını iyileştirmek için 1800 mg/kg kolin+%0.40 metiyonin eklemeli rasyonun canlı ağırlık kazancının artırılması için uygun olduğu saptanmıştır. Mezo-inozitol+metiyonin eklemeli rasyonlarda ise en yüksek canlı ağırlık 1600 mg/kg mezo-inozitol+%0.40 metiyonin kombinasyonun da belirlenmiştir. Öte yandan, en düşük yağlanma kolin, metiyonin ve mezo-inozitolün en yüksek düzeylerinde gözlenmiştir. Serum trigliserit düzeyi ise, 800 mg/kg mezo-inozitol+%0.40 metiyonin eklemeli rasyonda düşürülebilmektedir. Diğer taraftan karaciğer trigliserit konsantrasyonu ile serum ve karaciğer total lipit içeriği rasyon muamelelerinden etkilenmemiştir.

Bu çalışmada rasyona eklenen 1800 mg/kg kolin+%0.40 metiyonin ve/veya 1600 mg/kg mezo-inozitol+%0.40 metiyonin ile etlik piliçlerin canlı ağırlık kazançlarının artırılacağına ilişkin bulguların elde edilmiş olması, bundan sonraki konuyla ilgili yapılacak daha detaylı çalışmaların planlanmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- BEACH, D.C. and FLICK, P.K., 1982. Early effect of myo-inositol deficiency on fatty acid synthetic enzymes of rat liver. *Biochim. Biophys. Acta.*11;711(3):452-9.
- BEK, Y. ve EFE, E., 1988. Araştırma ve deneme metodları I. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No:71, 395 sayfa, Adana.
- CZARNECKI, G.L., HALPIN, K.M. and BAKER, D.H., 1983. Precursor (amino acid): product (vitamin) interrelationship for growing chicks as illustrated by tryptophan-niacin and methionine-choline. *Poult. Sci.* 62(2):371-4.
- DEMİR, E., 1989. Bitirme dönemi karma yemlerine eklenen metiyonin ve lizinin etlik dişi piliçlerin abdominal yağ miktarına etkisi. Çukurova Üniv. Fen Bilm. Enst. Yüksek lisans tezi. Zootečni Bölümü kitaplığı. Sayı:2889.
- EKPERIGIN, H.E. and VOHRA, P., 1981b. Histopathological and biochemical effects of feeding excess dietary methionine to broiler chicks. *Avian Dis.* 25(1):82-95.
- HARMS, R.H., RUIZ, N., MILES, R.D., 1990. Conditions necessary for a response by the commercial laying hen to supplemental choline and sulfate. *Poult. Sci.* 69 (7):1226-9.
- HASSAN, R.A., ATTIA, Y.A. and EL-GANZORY, E.H., (2005). Growth, carcass quality and serum constituents of slow growing chicks as affected by addition to diets containing 1. Different levels of choline. *International J. of Poultry Sci* 4(11): 840-850, Issn 1682-8356.
- KETTUNEN, H., PEURANEN, S., TIIHONEN, K. and SAARINEN, M.T., 2001. Intestinal uptake of betaine in vitro and the distribution of methyl groups from betaine, choline and methionine in the body of broiler chicks. *Comp. Bioch. and Physiol. Part A*, 128: 269-278.
- LARBIER, M. and LECLERCQ, B., 1992. Nutrition and feeding of poultry. Nottingham University Press. Leicestershire, U.K.
- LECLERC J. and MILLER M.L., 1989. Inositol and choline levels in the diet and neutral lipid hepatic content of lactating rat. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* 59(2):180-3.
- LECOQ, R., 1972. Manuel d'Analyses Medicales et de Biologie Clinique Tome II. page 1600-1602. Doin Editeurs. Paris
- LUDKE, C., JEROCH, H., RICHTER, G. and HENNIG, A., 1983. Choline requirement of the laying hen. 2. Effect of methionine and fat content of rations on choline requirement. *Arch. Tierernahr.* 35(8):545-54.
- ÖZTÜRKCAN, O., 1990. Hayvan Besleme Biyokimyası. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Ders Kitabı, Adana, 254s.
- ÖZTÜRKCAN, O., DEMİR, E., ve GÖRGÜLÜ, M., 1993. Rasyona katılan metiyonin, kolin ve lizinin etlik piliçlerin performans ve abdominal yağ miktarına etkileri. *Doğa-Tr. J. of Agricultural and Forestry* 17: 213-220. TÜBİTAK.

- PILLAI, P.B., FANATICO, A.C., BEERS, K.W., BLAIR, M.E. and EMMERT, J.L., 2006. Homocysteine remethylation in young broilers fed varying levels of methionine, choline, and betaine. *Poult. Sci.* 85(1):90-5.
- RAMA RAO, S.V., SHYAM SUNDER, G., REDDY, M.R., PRAHARAJ, N.K., RAJU, M.V. and PANDA, A.K., 2001. Effect of supplementary choline on the performance of broiler breeders fed on different energy sources. *British Poult. Sci.* 4(3): 362-367.
- SERAFIN, J.A., 1982. Influence of dietary protein and excess methionine on choline needs for young bobwhite quail. *Poult. Sci.* 61(5):902-8.
- SCHUTTE, J.B., DE JONG, J., SMINK, W. and PACK, M., 1997. Replacement value of betaine for DL-methionine in male broiler chicks. *Poult. Sci.* 76(2):321-5.
- TSIAGBE, V.K., KANG, C.W. and SUNDE, M.L., 1982. The effect of choline supplementation in growing pullet and laying hen diets. *Poult. Sci.*
- ZHAN, X.A., LI, J.X., XU, Z.R. and ZHAO, R.Q., 2006. Effects of methionine and betaine supplementation on growth performance, carcass composition and metabolism of lipids in male broilers *British Poult. Sci.* 47(5):576-580.
- ZHONG, C., NAKAUE, H.S., HU C.Y. and MIROSH, L.W., 1995. Effect of full feed and early feed restriction on broiler performance, abdominal fat level, cellularity, and fat metabolism in broiler chickens. *Poult. Sci.* 74(10):1636-4

