

**T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

Cavidan GÜL

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

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2009

T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

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

Cavidan GÜL

DOKTORA TEZİ

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

Bu tez 29/09/2009 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

İmza

Doç. Dr. Ladine ÇELİK
DANIŞMAN

İmza

Prof. Dr. Ahmet TESTİK
ÜYE

İmza

Prof. Dr. Abdurrahman POLAT
ÜYE

İmza

Prof. Dr. Hasan Rüştü KUTLU
ÜYE

İmza

Doç. Dr. Ahmet ŞAHİN
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Zootečni Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:.....

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

Bu Çalışma Araştırma Fonu Tarafından desteklenmiştir.

Proje No: ZF2007D10

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'ndaki hükümlere tabidir.

ÖZ
DOKTORA TEZİ

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

Cavidan GÜL

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Doç. Dr. Ladine ÇELİK
Yıl : 2009, **Sayfa:** 105
Jüri : Prof. Dr. Ahmet TESTİK
Prof. Dr. Abdurrahman POLAT
Prof. Dr. Hasan Rüştü KUTLU
Doç. Dr. Ahmet ŞAHİN

Bu çalışma, 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 yapılmıştır. Çalışmada %22 ham protein ve 3200 kcal ME/kg içeren bazal yem kullanılmıştır. Bir günlük 108 dişi civciv (Ross 308) her biri 12 hayvandan oluşan 9 yemleme grubuna ayrılmıştır. 44 gün süreyle, N (kontrol) grubundaki hayvanlar bazal yem ile ve ilk dört grup (A, B, C, D) bazal yeme ek olarak sırasıyla; 1800+0.40, 1800+0.80, 3600+0.40 ve 3600+0.80 kolin (mg/kg) + (%)DL-metiyonin ilaveli yemlerle beslenmişlerdir. Diğer dört grup (E, G, H, K) ise bazal yeme ek olarak sırasıyla 800+0.40, 800+0.80, 1600+0.40 ve 1600+0.80 oranında mezo-inozitol (mg/kg) + (%)DL-metiyonin içeren yemle beslenmişlerdir. 1-44 gün süresince piliçlerin haftalık yem tüketimleri ve canlı ağırlık kazançları, deneme sonunda karkas, karaciğer ve abdominal yağ ağırlıkları saptanmıştır. Deneme sonunda grup ortalamasına en yakın her gruptan 5 hayvandan karaciğer ve kan örnekleri alınmış, serum ve karaciğerde total lipit miktarı ile trigliserit konsantrasyonu belirlenmiştir.

Bu çalışmada; yem değerlendirme oranı, abdominal yağ birikimi, karaciğer ağırlığı, karaciğer trigliserit konsantrasyonu ile serum ve karaciğer total lipit miktarı, yeme eklenen metiyonin, kolin ve mezo-inozitol düzeylerinden etkilenmemiştir ($P>0.05$).

Denemenin ilk haftasında farklılık gözlenmezken, 2. haftasından itibaren kesime kadarki süreçte, yem tüketimi ve canlı ağırlık kazancı bakımından muamele grupları arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar gözlenmiştir ($P<0.05$). Gruplar arasında soğuk karkas ağırlığı ve karkas randımanı bakımından da önemli farklılıklar belirlenmiştir ($P<0.05$). D, E, K grubunun soğuk karkas ağırlığı, N grubuna göre daha düşük, A, B, C, G ve H grubundaki ise daha yüksek bulunmuştur. Karkas randımanı kontrol grubuna göre B, C ve E grubunda daha yüksek, A, D, G, H ve K grubunda ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. Serum trigliserit konsantrasyonu yem muamelelerinden etkilenmiş ($P<0.05$); A grubu hariç bütün grupların serum TG konsantrasyonları kontrol grubundan daha yüksek bulunmuştur.

Sonuç olarak, etlik piliç rasyonlarında 1800 mg/kg kolin + %0.40 metiyonin (A) ve 1600 mg/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-İnozitol, Karaciğer Yağı, Etlik Piliç

ABSTRACT
PhD THESIS

**COMPARISON OF THE EFFECTS OF CHOLINE AND MESO-
INOSITOL ON LIVER AND ABDOMINAL FAT IN BROILER
CHICKENS, UNDER PRESENCE OF DIETARY METHIONINE**

Cavidan GÜL

**DEPARTMENT OF ANIMAL SCIENCE
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
UNIVERSITY OF ÇUKUROVA**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Ladine ÇELİK

Year : 2009, **Pages:** 105

Jury : Prof. Dr. Ahmet TESTİK
Prof. Dr. Abdurrahman POLAT
Prof. Dr. Hasan Rüştü KUTLU
Assoc. Prof. Dr. Ahmet ŞAHİN

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. The basal diet contained approximately 22% crude protein and 3200 kcal ME/kg. 108 one-day-old female chicks (Ross 308) were divided into nine treatment groups containing 12 birds each. The birds were fed basal diets (control, N), and four groups (A,B,C,D) were fed with addition of choline (mg/kg)+DL-methionine (%); 1800+0.40, 1800+0.80, 3600+0.40 and 3600+0.80 respectively for 44 days period. The other four groups (E, G, H, K) were fed meso-inositol (mg/kg)+DL-methionine (%) supplemented; 800+0.40, 800+0.80, 1600+0.40 and 1600+0.80 respectively. During the experiment, which lasted 44 days, feed intake and body weight gain were recorded weekly. Birds were slaughtered for carcass, liver and abdominal fat weights at 44 days of age. At the end of the experiment five birds from each experimental group, with body weights around the average of the representative group, were selected and blood and liver samples were collected and were determined total lipid and triglyceride concentrations.

The results showed that supplemental methionine, choline and meso-inositol had no significant effects on feed conversion ratio, abdominal fat weight, liver weight, liver triglyceride concentration and total lipid content in liver and serum ($P>0.05$).

Feed intake and body weight gain were influenced significantly by treatment groups from the 2nd weeks of the experiment ($P<0.05$). There were significant differences in carcass weight and yields among the groups ($P<0.05$). Carcass weights were higher in groups A, B, C, G and H than in the control, but in groups D, E, and K were lower than the control. Carcass yield was significantly lower in A, D, G, H and K groups than the control group ($P<0.05$). Serum triglyceride concentration was affected by dietary treatments ($P<0.05$); serum triglyceride concentration were higher in all groups, except group A, than the control group.

It is concluded that dietary supplemental 1800 mg/kg choline + % 0.40 methionine and 1600 mg/kg meso-inositol + % 0.40 methionine 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 in the groups receiving supplemental 800 mg/kg meso-inositol + %0.40 methionine.

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

TEŞEKKÜR

Tez konusunun belirlenmesinde, yürütülmesinde ve yazımında yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Orhan ÖZTÜRKCAN'a; bölüm olanaklarını kullanmama izin veren Zootečni Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Murat GÖRGÜLÜ'ye, denemenin kurulmasında, laboratuvar çalışmaları ve tez yazım aşamasında yardımcı olan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ladine ÇELİK'e, laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan Sayın Arş. Gör. Zeynep BOZKURT'a, teknik bilgilerime katkıda bulunan Sayın Prof. Dr. Hasan Rüştü KUTLU'ya, Ç.Ü. Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojileri Bölümü laboratuvar olanaklarını sunan Doç. Dr. Yeşim ÖZOĞUL'a; istatistik analizlerinin yapılmasında yakın ilgisinden dolayı Yrd. Doç. Dr. Ziyet ÇINAR'a; yem katkı maddelerinin temin edilmesinde yardımcı olan Sayın Dr. Özcan YÜCELT'e; kesim işlemlerinde yardım eden Sayın Zir. Müh. Müşerref YÜKSEL'e; Ç.Ü. Döner Sermaye İşletmesi Tavukçuluk Birimi'ne; doktora projeme maddi destek sağlayan Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne; doktora çalışmam süresince bana desteklerini hiç esirgemeyen Cumhuriyet Üniversitesi Yıldızeli Meslek Yüksekokulu önceki Müdürü Sayın Yrd. Doç. Dr. Nazmi OTLU'ya ve yeni Müdürü Yrd. Doç. Dr. Yunus AYATA'ya; mesai arkadaşım Yrd. Doç. Dr. Esat HASAR'a ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
RESİMLER DİZİNİ	VIII
EŞİTLİKLER DİZİNİ.....	IX
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
2.1. Kanatlı Hayvanlarda Kolin Metiyonin ve Mezo-İnozitol Kullanımına İlişkin Çalışmalar	7
2.2. Laboratuvar Hayvanlarında Kolin Metiyonin ve Mezo-İnozitol Kullanımına İlişkin Çalışmalar.....	30
3. MATERYAL VE METOD	39
3.1. Materyal.....	39
3.1.1. Hayvan Materyali.....	39
3.1.2. Yem Materyali	39
3.1.3. Deneme Odası.....	41
3.1.4. Kafes, Yemlik ve Suluklar.....	42
3.2. Metod	43
3.2.1. Deneme Gruplarının Oluşturulması	43
3.2.2. Performans Verilerinin Hesaplanması.....	44
3.2.3. Kesim ve Karkas Özelliklerinin Saptanması	44
3.2.4. Karaciğer Örneklerinin Alınması.....	46
3.2.5. Karaciğer Örneklerinin Özütleme.....	47
3.2.5.1. Karaciğer Dokusunda Total Lipit Tayini.....	47
3.2.5.2. Karaciğer Dokusunda Trigliserit Tayini	48
3.2.6. Kan Parametrelerinin Hesaplanması	50

3.2.7. İstatistiksel Analizler	50
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	51
4.1. Yem Tüketimi	51
4.2. Yem Dönüşüm Oranı	56
4.3. Canlı Ağırlık Kazancı	58
4.4. Kesim ve Karkas Özellikleri.....	67
4.4.1. Soğuk Karkas Ağırlığı.....	68
4.4.2. Karkas Randımanı	71
4.4.3. Abdominal Yağ Miktarı.....	74
4.4.4. Karaciğer Ağırlığı	76
4.5. Karaciğer ve Serumda Trigliserit ve Total Lipit Konsantrasyonu.....	78
4.5.1. Karaciğer Trigliserit Konsantrasyonu	79
4.5.2. Karaciğer Total Lipit İçeriği	83
4.5.3. Serum Trigliserit Konsantrasyonu	87
4.5.4. Serum Total Lipit İçeriği	89
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	91
KAYNAKLAR.....	96
ÖZGEÇMİŞ.....	105

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 4.1: Grupların soğuk karkas ağırlıkları	69
Şekil 4.2: Grupların karkas randımanları (%)	72
Şekil 4.3: Grupların gram olarak abdominal yağ miktarları	74
Şekil 4.4. Grupların vücut ağırlığının yüzdesi olarak abdominal yağ miktarları	75
Şekil 4.5. Grupların karaciğer ağırlıkları	77
Şekil 4.6. Grupların karaciğer trigliserit konsantrasyonları	81
Şekil 4.7. Grupların karaciğer total lipit içerikleri	84
Şekil 4.8. Grupların serum trigliserit konsantrasyonları	88
Şekil 4.9. Grupların serum total lipit içerikleri	90

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Deneme’de Kullanılan Rasyonların Yapısı ve Besin Madde İçerikleri	40
Çizelge 3.2. Kolin Metiyonin ve Mezo-İnozitolün Farklı Düzeylerinin İncelendiği Deneme Planı	43
Çizelge 4.1. Rasyonlarda Farklı Düzeylerdeki Kolin, Metiyonin ve Mezo-İnozitolün Kümülatif Yem Tüketimine Etkileri	52
Çizelge 4.2. Rasyonlarda Farklı Düzeylerdeki Kolin, Metiyonin ve Mezo-İnozitolün Yem Dönüşüm Oranına Etkileri	57
Çizelge 4.3. Rasyonlarda Farklı Düzeylerdeki Kolin, Metiyonin ve Mezo-İnozitolün Canlı Ağırlık Kazancı Üzerine Etkileri	58
Çizelge 4.4. Rasyonlarda Farklı Düzeylerdeki Kolin, Metiyonin ve Mezo-İnozitolün Kesim ve Karkas Özellikleri Üzerine Etkileri	68
Çizelge 4.5. Rasyonlarda Farklı Düzeylerdeki Kolin, Metiyonin ve Mezo-İnozitolün Karaciğer ve Serum Trigliserit ve Total Lipit Miktarları Üzerine Etkileri	80

RESİMLER DİZİNİ

SAYFA

Resim 3.1. Etlik Cıvcıv Deneme Ünitesinin Genel Görünümü	41
Resim 3.2. Araştırmanın Yürütüldüğü Deneme Ünitesindeki Kafeslerin Genel Görünümü	42
Resim 3.3. Araştırmanın Farklı Dönemlerinde Kullanılan Yemlik ve Sulukların Genel Görünümü	42
Resim 3.4. Kan Örneklerinin Alınması.....	45
Resim 3.5. Karaciğer Ağırlığının Belirlenmesi	45
Resim 3.6. Karaciğerlerin Konulduğu Kilitli Plastik Poşetlerin Genel Görünümü	46
Resim 3.7. Karaciğer Doku Örneklerinin Alınmasında Kullanılan Mikserin Genel Görünümü	46
Resim 3.8. Püre Haline Gelmiş Karaciğerin Genel Görünümü	47
Resim 3.9. Ultra Turrax T25 Homojeneizatörün Genel Görünümü	48
Resim 3.10. Homojeneize Edilmiş Ham Özütlerin Genel Görünümü	49
Resim 3.11. Biyokimya Analizlerinin Yapıldığı Otoanalizör Cihazının Genel Görünümü	49
Resim 3.12. Örneklerin Spektrofotometrede Ölçümü	50

EŞİTLİKLER DİZİNİ

SAYFA

Eşitlik 3.1. Yem Dönüşüm Oranı	44
Eşitlik 3.2. Lipit Miktarı (%)	48

1. GİRİŞ

Etlik piliç üretiminin gelişimine paralel olarak kalite unsurları da ön plana çıkmış ve özellikle yağlanmanın azaltılması yönündeki çalışmalar son yıllarda yoğunlaşmıştır. Etlik piliçlerde taşlık etrafında oluşan ve kesim sırasında atılan yağ miktarı canlı ağırlığın %3.5'na kadar çıkabilmekte ve bu da ekonomik kayıp oluşturmaktadır. 2008 yılı itibarıyla Türkiye'deki tavuk eti üretimi 1.087.641,02 tondur (TUIK, 2009). Bu tavuk etlerinde %3.5 oranında abdominal yağ olduğu kabul edilirse bunun 38.067.435 kg yağ olduğu görülecektir. Bunun ise büyük çoğunluğu atılmakta ve bu durum, ekonomik kaybın boyutunu daha net ortaya koymaktadır. Öte yandan insanların sağlık açısından hayvansal yağlardan uzaklaşmaları nedeniyle de az yağlı et yönünde talep oluşmaktadır. Etlik piliçlerin vücut ve abdominal yağını azaltmak için ya bu yönde genetiklerinin izin verdiği ölçüde uygun ıslah yöntemlerinin uygulanması, ya da tavuk rasyonlarının ham besin madde içeriklerinin daha az yağlı tavuk eti üretecek şekilde düzenlenmesi gerekmektedir.

Memelilerin tersine kuşlarda lipogenezis başlıca karaciğerde olup yem kaynaklı karbonhidratlarından sentezlenen endojen trigliseritler, sirkülasyona çok düşük dansiteli lipoproteinler (VLDL) halinde salınırlar (Eille ve ark., 1975. Saadoun ve ark., 1983). Kandaki trigliseritlerin kas ve yağ doku gibi değişik dokular tarafından kullanılabilmesi için önce hücreye girmesi gerekir. Bunun için dokular kapillar duvarına LPL (lipoprotein lipaz) salgırlar. Böylece trigliserit, 3 yağ asidi ve 1 gliserole hidrolize olur. Açığa çıkan yağ asitleri hücreye geçerken, gliserol karaciğere geri taşınır ve buradaki glikokinaz enzimi ile aktiflenerek alfa-gliserol fosfata dönüşür ve yağ sentezi için kullanılır. Bu sentezin gerçekleşmesi için de ortamda metil grup olması gerekmektedir (Kutlu ve ark., 2005). Karaciğerde sentezlenen trigliseritler VLDL aracılığıyla karaciğeri terk eder. Ancak VLDL üretiminde herhangi bir bozukluğun olması durumunda, karaciğerde sentezlenen trigliseritler, VLDL aracılığıyla sirkülasyona taşınmadığından karaciğerde birikerek hızla yağlanmaya neden olur (Eille ve ark., 1975; Saadoun ve ark., 1983). VLDL halinde, triasilgliserol sekresyonundaki bozuklukla birlikte zorlamalı bir beslemeyle yapılan aşırı yem tüketiminin hepatik lipogenezisi artırmasının sonucunda da

karaciğer yağlanması gözlenir. Diğer bir ifadeyle hepatik yağlanma; lipid sentezinin karaciğer kapasitesinin üzerine çıkarak bunların lipoproteinler halinde atılması ve akümülyasyonlarına neden olması sonucu oluşur. Sonuç olarak hepatik yağlanma aşırı miktardaki triasilgliserol varlığı ile açıklanabilir (Muğlalı ve ark., 2002). Adipoz dokular da birçok türlerde en önemli yağ sentezi yeridir. Farelerde, tavşanlarda ve domuzlarda yağ asitlerinin %50'den fazlası adipoz dokularda sentezlenir. Tavuklarda yapılan çalışmalar adipoz dokuların yağ sentezinde %20'lik bir role sahip olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla tavuklarda yağ asitleri karaciğerde sentezlenmekte ve plazma çok düşük yoğunluklu lipoprotein (VLDL) varlığında depolanmak üzere adipoz dokuya taşınmaktadır (Leveille ve ark.,1975). Kanatlılarda, lipoprotein bileşikleri şeklinde taşınmış olan plazma trigliseritlerinin miktarına bağlı olarak karaciğerde, adipoz dokudaki büyüme ve sonradan meydana gelen yağlanma, yağ asidi sentezinden kaynaklanmaktadır. VLDL, trigliseritlerin esas taşıyıcısıdır ve kanatlılarda aşırı yağlanmanın azaltılması, VLDL metabolizmasının kontrol altına alınmasıyla mümkündür. Kanatlılarda adipoz dokuların büyümesi esas olarak, trigliseritlerin VLDL aracılığıyla taşınmasına bağlıdır. VLDL metabolizması karaciğer, plazma ve adipoz doku olmak üzere 3 şekilde incelenir (Hermier, 1997).

Lipidler (nötral yağlar, fosfolipidler, trigliseritler, kolesterol) normal hallerde karaciğerde fazla miktarda birikmemektedir. Ancak kimi metabolik bozukluklarda yağlar özellikle trigliseritler karaciğer hücrelerinin içinde yani intrasellüller olarak birikmekte ve buna **“yağ infiltrasyonu”** denilmektedir. Yağlar ilk önce karaciğer lobüllerinin kenar bölgelerindeki hücrelerde toplanır. Yağ infiltrasyonu devam ettikçe lobüllerin merkezi kısımlarındaki hücrelere de yayılır ve sonunda karaciğerde total bir yağlanma meydana gelir. Böyle bir karaciğere **“yağlı karaciğer”** adı verilir. Bu çeşit yağlı karaciğeri otopsilerde ve besiye alınmış hayvanlarda görmek mümkündür. Bu anormal ve ciddi bir durumdur. Yağlı karaciğer, iki esas tipe ayrılır. Birinci tip, plazmada serbest yağ asitlerinin yükselmesiyle belirir. Bu serbest yağ asitleri adipoz dokuda yağların mobilizasyonu veya lipoprotein lipaz enziminin etkisiyle ekstrahepatik lipoprotein veya kilomikronlarının hidrolizi sonucu meydana gelir. Bu suretle çoğalan serbest yağ asitleri karaciğer tarafından alınır ve esterleştirilir; fakat plazma lipoproteinlerinin teşekkül eden miktarı, karaciğere gelen

serbest yağ asidlerinin miktarından daha azdır. Bundan dolayı trigliseritler karaciğerde birikir ve yağlı karaciğer meydana gelir. İkinci tip yağlı karaciğer, özellikle plazma lipoproteinlerinin oluşumuna ait metabolik bir engellemeden ileri gelir. Bu engelleme ya lipoproteindeki apoprotein sentezinin bozulmasından veya lipoproteinlerin, lipid ve proteinlerden sentezlerinin engellenmesinden veya salgı mekanizmasındaki yetersizlikten ileri gelir. Bu engelleme ekseriya lipotropik faktör denilen bir maddenin eksikliği sonucu meydana gelir. Bu lipotropik maddenin eksikliği, yağ asidlerinin sentez oranları ve alınan serbest yağ asidleri normal olsa da, trigliseritlerin birikmesine neden olur. Bu yağlı karaciğer tipi kolin yetmezliğinden ileri gelir; çünkü kolin transmetilasyon ile metiyoninden alınan labil metil gruplarıyla sentezlendiğinden, bu yetmezlik esas itibariyle metiyonin tarafından verilen metil gruplarının eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Bu surette kolin, metiyonin ve betain kolin yetmezliğinden ileri gelen yağlı karaciğerin tedavisinde lipotropik madde olarak etki yapmaktadır. Tersine olarak fazla miktarda metil grupları kullanan biyokimyasal olaylar veya protein (metiyonin içeren) ya da lesitince (kolin içeren) fakir bir diyet de yağlı karaciğerin oluşumuna yardım etmektedir (Aras ve ark., 1971).

Son yıllarda, birçok ülkede kanatlı eti üretimindeki amaç, büyüme oranını artırmak, fakat bunu yaparken de karında oluşan yüksek orandaki yağ depolanmasını göz ardı etmemek, bununla beraber, yağlanmanın üretim üzerindeki negatif etkisini de kontrol altına almaktır. Etlik piliçlerde aşırı yağlanma, besi ve yetiştirme sonunda hem yem değerlendirme etkililiğini hem de yağsız et miktarını düşürmektedir. Etlik piliçlerde yağ asidi sentezinin yaklaşık %95'i karaciğerde meydana gelir (Leveille, 1969; Pearce, 1977). Neticede, endojen vücut yağlarının çoğu karaciğer kökenlidir (O'hea ve Leveille, 1969) ve adipoz dokunun oluşumu, adipositler tarafından hidrolize edilmiş plazma trigliseritlerinin varlığına bağlıdır. Trigliseritler özel lipoprotein sınıfları: (VLDL) tarafından spesifik olarak adipositlerden sağlanır. Bu da trigliseritlerin VLDL aracılığı ile taşınmasına bağlıdır (Noyan ve ark., 1964; Bensadoun ve ark., 1972). Bu sebeple, karaciğerden trigliserit sentezi ve taşınmasının daha yüksek olması, abdominal yağ miktarının da yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Kanatlılarda görülen yağlanma derecesindeki farklılıklar, lipid

metabolizmasının farklı aşamalarında meydana gelir ve bu farklılığın temel kaynağını da karaciğerdeki yağ asid metabolizması oluşturur (Saadoun ve ark., 1983; Legrand ve ark., 1992). Bu bilgiler ışığı altında bazı araştırmacılar tarafından yağlanmanın kontrol altına alınması için, karaciğere özellikle yağ asidi sentezi ve salınımını içeren genler transfer edilmesi gerektiği fikri ileri sürülmüş ve bu yönlü çalışmalar yapılmıştır (Douaire ve ark., 1992; Daval ve ark. 2000).

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 lipotropik faktörleri iyi ayarlamamanın zorunlu olduğu görülmektedir (Demir, 1989). Yağlanmada önemli rol oynadığı bilinen kolin ve metiyoninin yanı sıra 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. Asetilasyonla, sinirsel uyarıların iletilmesi için önemli olan asetilkoline dönüşmektedir. Kolin gereksinmesi çeşitli faktörlere bağlıdır; şayet rasyon yeterince metiyonince, folik asitçe ve B₁₂ vitaminince zenginse, organizma yeter miktarda kolin sentezleyebilmekte ve bu maddenin gıda ve yemlerde yokluğunda hiçbir yokluk belirtisi ortaya çıkmamaktadır. Kolin yetersizliğinde, tavuklarda büyümede gerileme, yumurtacılar, yumurtlama ve çıkış yüzdesinde düşme görülür. Özellikle manganez yokluğuna bağlı ayakkemeri hastalığının (perosis) ortaya çıkmasında, kolin ve E vitamini yokluğu da ilave rol oynamaktadır (Öztürkcan, 1990). Kolin, fosfatidilkolin olarak özellikle protoplazmanın hücre fonksiyonları ile ilgili bölümünde ve sfingomiyelinlerin yapısında; ayrıca fosfolipid olarak karaciğer yağlanmasının, böbrek bozukluklarının ve hindilerde rastlanan perosisin önlenmesinde görev yapmaktadır (Ruiz ve ark.,1984). Tavuklar için kolin gereksinmesi ise tip, ırk, yaş ve büyüme oranına bağlı olarak 750-2000 mg/kg arasında değişmektedir (NRC, 1994).

Lipotrop faktör olarak bilinen diğer bir kaynak metiyonin olup özellikle tavuklardaki karaciğer yağlanmasının 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). Özellikle etlik piliçlerde hızlı büyüme, tüy gelişimi ve yumurta tavuklarında ayrıca yumurta üretimi için metiyonine gereksinim vardır. Kanatlı rasyonları genellikle mısır ve soya fasulyesi küspesi ağırlıklı olduğundan metiyonin yönünden yetersiz kalmaktadır. Rasyonu metiyonin bakımından zenginleştirmek için sentetik olarak üretilen DL-metiyonin ve metiyonin hidroksi analogu kalsiyum tuzu kullanılmaktadır (Dikicioğlu ve ark., 1997). Metiyonin, betain ve kolin metilasyon reaksiyonlarında önemli bir rol oynayan ve taşınmaya meyilli olan metil gruplarının kaynağıdır (Kettunen ve ark., 2001). Metiyonin tüm omurgalıların metabolizmasında üç ayrı öneme sahiptir. Birincisi esansiyel aminoasittir. İkincisi sistenin prekürsörüdür. Üçüncüsü metil grup transferinde aracı bir anahtar olarak görev alır. Metiyonin aynı zamanda fosfatidilkolin ve kreatin metabolizması ve sentezini içeren 100'den fazla metilasyon ve transmetilasyon reaksiyonlarında metil grup vericisi olarak yer almaktadır (Larbier ve Leclercq, 1992).

Mezo-inozitol, kimyasal açıdan çoğu yeşil yemlerde büyük miktarlarda var olan bileşik heksahidroksi-sikloheksandır. Tahıl tanelerinde önemli miktarda bulunmaktadır. Fosfolipid bileşikler biçiminde, bitkisel ve hayvansal hücrelerin zarlarının yapıcı bir elemanıdır. Mezo-inozitol, fosfatidlerin (inozitol-fosfatidler) bir yapı taşıdır; organizmanın yağ asitlerinin transportunda ve büyümenin korunmasında önemli rol oynar. Mezo-inozitol yokluğu, deneme hayvanlarında büyüme, üreme, tüy dökümü ve karaciğer yağlarının dejenerasyonuna neden olmaktadır (Öztürkcan, 1990).

Görüldüğü gibi kolin, metiyonin ve mezo-inozitol yağlanmanın kontrol altına alınmasında önemli potansiyele sahiptir. Kolin, metiyonin ve mezo-inozitolün yağ metabolizmasında anahtar rol oynamasından yola çıkılarak, bu lipotrop faktörlerin etlik piliçlerde adipozite derecesini azaltacağı, performansı iyileştireceği düşünülmektedir.

Etlik piliç rasyonlarında kolin + metiyonin ve mezo-inozitol + metiyoninin değişik kombinasyonlarının kullanımı ile ekonomik öneme sahip etlik piliçlerin performanslarını iyileştirici etkilerinin olup olmadığı mevcut çalışmayla ortaya

konulacaktır. Mevcut proje ile kolin + metiyonin ve mezo-inozitol + metiyoninin hangi düzeylerde etlik piliç rasyonlarına verilebileceği araştırılacaktır. Ayrıca karaciğer dokusunda ve serumda kolin + metiyonin ve mezo-inozitol + metiyonin düzeylerinin trigliserit ve total lipid üzerine ne gibi etkiler yapacağı da bu çalışmada belirlenecektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Etlik piliçlerin beslenmesinde kolin ve metiyonin kullanımına ilişkin çok sayıda çalışma olmasına rağmen, bilgilerimize göre; etlik piliçlerde lipotropik faktörlerden biri olan mezo-inozitolle ilişkin çalışmaya rastlanmamıştır. Fakat laboratuvar hayvanları üzerinde kolin ve metiyonin yanında mezo-inozitolünde etkilerinin araştırıldığı çalışmalar mevcuttur. Bu nedenle, etlik piliçlerin karaciğer ve karın yağlanması üzerine kolin, metiyonin ve mezo-inozitolün irdelendiği bu tezde, kanatlı hayvanlar ve laboratuvar hayvanlarının rasyonlarında kolin, metiyonin ve mezo-inozitol kullanımına ilişkin çalışmalar ayrı başlık altında incelenmiştir.

2.1. Kanatlı Hayvanlarda Kolin, Metiyonin ve Mezo-İnozitol Kullanımına İlişkin Çalışmalar

Lee ve ark. (1975), yumurtacı tavuklarda yağlı karaciğer sendromu ile birlikte karaciğer kanamaları ve karaciğer yağ birikimini etkileyen faktörleri incelemişler, deneysel yöntemle yağlı karaciğer-hemorajik sendromu (YKHS) meydana getirmek için dört deneme kurmuşlar, çevre sıcaklığının 12.2°C (deneme 1)'den 27.8°C (deneme 2)'ye yükseltilmesinin, karaciğerin total lipit düzeyini çok fazla değiştirmedğini, 2.7 gr (deneme 1) ve 2.9 gr (deneme 2) veya YKHS oluşma oranının, deneme 1'de %0.0 ve deneme 2'de %1.0 olduğunu, keza, sıcaklığın deneme 4'de 22.2°C'den 30.6°C'ye veya 30.6°C'den 22.2°C'ye değiştirmenin, karaciğerin total lipit içeriğini ve karaciğer ağırlığını önemli düzeyde etkilemediğini saptamışlardır ($P<0.05$).

Wolford ve Polin (1975), yumurtacı tavuklarda yağlı kanamalı-karaciğer sendromu üzerinde inozitol, lesitin, vitaminler (kolin ve E vitamini ile B₁₂) ve iyodinat kazeinin etkilerini araştırmışlardır. Yumurta üretimi, karaciğerin lipit içeriği ve karaciğerin kanama skorunun, 1-2 gr/kg yem oranında inozitol içeren rasyonla ve serbest yemleme ya da yağlı karaciğer sendromu oluşturmak amacıyla zorlamalı yemleme uygulanan beyaz leghorn yumurtacı tavuklarda, önemli düzeyde değiştirilmediğini, yağlı karaciğer sendromunun lesitin, sadece iodinat kazein ya da

inozitolle korunmadığını, B₁₂ vitamini, kolin ve E vitamini test edilen grupta yağlı karaciğer sendromunu ve karaciğerin lipit içeriğini düşürdüğünü, böylece yem tüketimi, karaciğerin kanama skoru ile karaciğerin lipit içeriği arasında ve ayrıca; doz ile doza verilen tepki arasında bir ilişki olduğunu ispat etmişlerdir.

Pearce (1975), etlik piliçlerde yağlı karaciğer ve böbrek sendromunun oluş derecesi ve hepatik lipit metabolizması üzerinde kolin ve inozitolün etkilerini araştırmışlardır. Yüksek düzeyde buğday ve %18 oranında protein içeren rasyonla beslemenin, broyler civcivlerinde yağlı karaciğer ve böbrek sendromundan (FLKS) dolayı %5-6 ölüm oranına sebep olduğunu, halbuki %20 protein içeren mısır/arpa ile beslenen civcivlerde FLKS'den dolayı ölümler görülmediğini ortaya koymuşlardır. Buğday temel içerikli standart rasyona ek olarak kolin ve inozitol (2-5 gr/kg yem) katılmasının FLKS'nun oluş derecesini ya da karaciğerin lipit metabolizmasını etkilemediğini belirlemişlerdir. Standart rasyonun, sendroma sebep olmayan hepatik lipit biyosentezinin ileri sürüldüğü hepatik lipojenik enzimlerinin aktivitesini önemli düzeyde etkilemediğini ve buğday ile mısır/arpa içeren rasyonların biotin içeriklerinin birbirinden çok az farklılık gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Molitoris ve Baker (1976), etlik piliçlerin 7 haftalık yaşamları süresindeki kolin gereksinmesini araştırmışlardır. Kolin gereksinimi ve koline eş değer metiyonin ve betainin miktarını belirtmek için erkek melez piliçler kullanmışlar, aynı zamanda erkek ve dişi piliçlerin sülfürlü aminoasit (SAA) gereksinmesini de belirlemişlerdir. Tüm denemelerde %14.9 protein ve 3400 kcal/kg enerji içeren standart rasyon kullanmışlar, SAA'nın (DL-metiyonin ve L-sisteinin eşit karışımı) %0.08 oranında azar azar artırma ile rasyonun %0.38'den %0.70'e kadar artırılmış oranla beslemişler, erkek ve dişilerin maksimum canlı ağırlık kazancı için SAA gereksinmesini sırasıyla; rasyonun %0.61 ve %0.62 oranında olduğunu saptamışlardır. Kolin gereksinmesini ise, %0.62 oranında SAA'nın varlığında kolinin 6 farklı düzeyi ile beslenmesi sonucunda belirlendiğini ve kolin eklenmesiyle canlı ağırlık kazancında linear (doğrusal) bir etki görülürken, canlı ağırlık kazancı/yem oranında böyle bir etkinin görülmediğini, canlı ağırlıkta ise rasyondaki günlük kolin gereksinmesinin 30.6 mg/gün ya da 358 ppm olması gerektiğini, kolinin eş değeri

olarak kullanılan betain ve metiyoninin ise minimum düzeyde olması gerektiğini bulmuşlardır.

Lipstein ve ark. (1977), etlik piliçler tarafından ham soya lesitininden kaynaklı kolin kullanma ve buna bağlı olarak da gelişme ve perozisin önlenmesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yarı rafine edilmiş ham soya lesitin kaynaklı kolin ile beslenen etlik piliçlerde, mevcut kolin kaynağından, sentetik kolin klorid gibi faydalandığı, gelişmenin temelinde, nisbi karaciğer ağırlığı ve perozisi önlemek olduğunu belirlenmiştir. 1 ile 3 hafta yaştakiler arasında, büyüme ve perozisin önlenmesi ve pratik tipteki rasyonlarda iyi bir performans elde edilmesi için, etlik civcivlerin kolin gereksinmesinin, kg yeme 800-1000 mg (kolin klorid) olması gerektiğini saptamışlar ve gereksinmenin yaşla birlikte azaldığını belirtmişlerdir.

Pearson ve ark. (1978), kümes hayvanlarında yağlı karaciğer-kanamalı sendromunda lipit birikimi üzerinde rasyona katılan tahıl ve enerji içeriklerinin etkilerini araştırmışlardır. Yaklaşık 2900 kcal ME/kg'lı sırasıyla mısır, buğday ve arpayı temel alan izokalorik rasyonlar ile, yumurtlama başlangıcından itibaren 13 hafta süreyle yarkaları beslemişler, subklinik yağlı karaciğer-kanamalı sendromunun sayısı ve karaciğerin total lipit ortalaması, trigliserit ve monogliserid içeriğinin azaldığını, kesim canlı ağırlığı, canlı ağırlık kazancı ve abdominal yağ skorunun, en fazla sırasıyla buğday, mısır ve arpada görüldüğünü, hayvansal yağın dışarıda bırakılmasıyla, buğday ve arpa rasyonlarının metabolize olabilir enerji içeriklerinin sırasıyla 2670 ve 2490 kcal/kg'a düşmesiyle, sadece buğday temel içerikli rasyonla beslenme durumunda karaciğerin lipit içeriğindeki azalmayla bir bağlantının olduğunu, yumurta üretimi ve kalitesinin, hem üniform, hem de yüksek olduğunu ve plazmanın trigliseritleri ile serbest yağ asit düzeylerinde belirlenen herhangi bir farklılığın görülmediğini saptamışlardır.

Pesti ve ark. (1980), broyler civcivlerinin başlangıç dönemi beslenmesinde kolinin en ekonomik düzeydeki gereksinmesini belirlemek için kolin/metiyonin oranını incelemişlerdir. Metiyoninin kendiliğinden değil, metabolik olarak labil metil gruplarının, NRC (1977)'nin önerdiği (metiyonin hariç) mısır-soya yağından oluşan broyler civciv başlangıç yemi ile beslemenin sınırlı büyüme sağladığı hipotezini test etmek için denemeler kurmuşlardır. Standart rasyonun ortalama %23 ham protein,

3200 kcal ME/kg, %0.32 metiyonin, %0.42 sistein ve 1300 ppm kolin içerdiğini, ilk iki deneme rasyonu ile batarya kuluçka makinesinden rasgele 10'ar civcivi seçip, 4 grup oluşturarak beslemişlerdir. Ek metil grup kaynağı için, ortalama canlı ağırlık kazancı (gr) ve her birim canlı ağırlığa karşılık yem tüketimi oranlarının sırasıyla; 1) metiyonin: 424, 1.48; 2) kolin Cl: 406, 1.49; ve 3) betain HCl: 416, 1.48 olarak bulunduğunu ve bu değerler bakımından, birinin diğerlerinden önemli düzeyde farklı olmadığını saptamışlardır ($P>0.05$). Fakat, standart rasyon değerlerinin (376, 1.56) ve DL-homosistein katkılı (376, 1.56) gruplardan önemli derecede farklı çıktığını gözlemlemişlerdir ($P<0.05$). Bu durumun, metil grup kullanımında, metiyoninden bir karbonun eksilmesiyle azalmadığını, standart rasyona metiyonin katkısı yapılmaksızın, kolin gereksinmesini belirlemek için, her grupta 10 civciv olan 3 hafta yaşta 5 farklı grupta, 5 ayrı deneme kurmuşlar ve her denemede 1050 civciv kullanmışlardır. 5 denemeden elde edilen sonuçları regresyon hesaplamasıyla birleştirmişlerdir. En ekonomik kolin düzeyinin, quadratik ve saturasyon kinetik modelinde sırasıyla 4100 ve 1910 ppm olduğunu saptamışlardır.

Ekperigin ve Vohra (1981a), etlik piliçlerde metiyonin, bakır ve demir arasındaki ilişkinin varlığını araştırmışlardır. Denemede bir günlük broyler civcivi kullanmışlar, civcivleri 1-3 hafta boyunca; kontrol grubunu standart yem ile, diğer grupları ise standart yeme ek olarak; %1.5 metiyonin, 2000 ppm molibden (Mo), 4000 ppm Mo ile 100, 250, 500 ve 1000 ppm bakır içeren toplam 9 farklı rasyonla beslemişlerdir. %1.5 oranında fazla metiyoninin ve fazla molibdenin, plazma bakır konsantrasyonunu önemli düzeyde arttırdığını, dalak ve karaciğerin demir düzeyini etkilemediğini, ayrıca nörolojik değişimlere neden olmadığını gözlemişlerdir. Rasyonun bakır ve metiyonin düzeyinin, canlı ağırlık kazancı ile plazma ve karaciğerin bakır konsantrasyonunu önemli derecede etkilediğini, %1.5 DL-metiyonin, 500 ppm ya da 1000 ppm bakır katkısının büyümeyi yavaşlattığını gözlemişlerdir. Hem standart yemle, hem de %1.5 düzeyinde ek DL-metiyonin içeren rasyonla beslenen piliçlerde karaciğerin ve plazmanın bakır konsantrasyonu ile rasyondaki bakır arasında doğrudan bir ilişki olduğunu ispat etmişlerdir. Fakat, aşırı metiyoninle beslenen piliçlerin, aşırı miktarda bakır içeren her rasyon düzeyinde plazma ve karaciğerin bakır düzeylerinin daha düşük bulunduğu, dalak ve

karaciğerin bakır konsantrasyonunun, %1.5 düzeyinde ek DL-metiyonin içeren rasyonla beslenen piliçlerde artarken, bakır katkısının önemli düzeyde bir değişiklik yapmadığını saptamışlardır.

Ekperigin ve Vohra (1981b), soya proteini/mısır unu kaynaklı, %20 protein, %0.59 metiyonin ve 3304 kcal ME /kg içeren standart yemle beslenen etlik piliçlerde rasyona eklenen DL-metiyoninin toksik düzeylerinin histolojik ve biyokimyasal etkilerini araştırmışlar ve çalışmalarında kullanılan ek DL-metiyoninin uygun düzeyini %1.5 olarak bulmuşlardır. Bu düzeyin canlı ağırlık kazancını, hematokrit ve hemoglobin konsantrasyonunu önemli düzeyde baskıladığını ($P<0.05$), dalak ve karaciğerin demir düzeyini artırdığını ($P<0.05$), aynı zamanda pankreatik hasara ve nörolojik değişikliklere neden olduğunu, büyümenin gerilediğini, ayrıca hematokrit ve hemoglobin değerlerindeki düşüşün ise, rasyona eklenen metiyoninden kaynaklanan yem tüketimindeki artıştan bağımsız olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Serafin (1982), Bobwhite bıldırcını (*Colinus virginianus*)'nın kolin gereksinmesi üzerine fazla metiyoninin zarar vermeyen miktarını ve farklı protein düzeylerinin etkilerini araştırmıştır. Bıldırcınların büyüme ve yem tüketimlerinin, rasyona, yeterli düzeyde (%27.3) saflaştırılmış protein, 2000 mg/kg kolin eklenmesi ve metiyonin düzeyinin %1.75 oranında artırılmasıyla değişmediğini, fakat fazla metiyoninin önemli miktarlarının (%2.0, %2.25 gibi) büyümeyi baskıladığını ($P<0.01$), yem tüketimini düşürdüğünü ($P<0.01$) ve yemden yararlanma oranını azalttığını ($P<0.05$) belirtmiştir. %13.85 protein ve 515 mg/kg kolin içeren yemle beslenen bıldırcınlarda ise büyüme ve gelişmenin zayıfladığını, büyümenin bu rasyona kolin eklenmesinden etkilenmediğini fakat, kolin sınırlı olduğunda, saflaştırılmış yeterli düzeyde (%27.3) ya da yüksek protein düzeyi (%41.55) içeren rasyonla beslenen bıldırcınlar arasında normal olduğu, fakat yüksek protein düzeyinin kendi içinde performansı etkilemediğini ve bu rasyonlara kolin eklenmesi ile büyümenin geliştirildiğini ifade etmiştir. Büyümenin, %1.35 oranında ek metiyonin ile sınırlı miktarda (531 mg/kg yem) kolin içeren rasyonla beslenen bıldırcınlarda, 2000 mg/kg kolin içeren rasyonla beslenen gruplara göre daha az olduğunu ($P<0.01$); fakat bu ek metiyonin düzeyinin, kolinden yoksun rasyonla beslenen bıldırcınların büyümesini önemli düzeyde etkilemediğini, bu nedenle genç

Bobwhite bıldırcınları için rasyona katılan ek kolinin artırılmasının gerekli olduğunu ileri sürmüştür.

Tsiagbe ve ark. (1982), yumurta tavuğu ve etlik piliç rasyonlarına eklenen kolinin etkilerini incelemişlerdir. 1.denemede standart ve yumurtacı rasyonuna 1000 ppm kolin ve 2. denemede ise yumurtacı rasyonuna 550 ppm ile 1000 ppm kolin eklemişlerdir. Her iki denemede de rasyona kolin eklenmesi, 8. haftadan 20. haftaya kadarki piliçlerde canlı ağırlık kazancında ya da yem değerlendirme oranında artış sağlamamıştır. Yumurtlama periyodu süresince kolin eklenmesi ile yumurta üretimi ve yumurta boyutunda istatistiki açıdan önemli bir gelişme gözlenmemiş, büyüme döneminde rasyona kolin eklenmesi ile yumurtlama performansı etkilenmemiş, yumurta üretimi %78 ve %76 olan ve 1000 ppm kolin eklenen rasyona, 2 mikrogram/kg vitamin B₁₂ eklenmesi ile de yumurtlama performansında bir gelişme sağlanmamıştır. 2. denemede ise rasyona 3 farklı düzeyde kolin (0, 500 ve 1000 ppm) eklenmesi ile 24. haftadan 64. haftaya kadar olan sürede yumurta üretimi (0, 500 ve 1000 ppm kolinli gruplar) sırasıyla tavuk başına; %73, %76 ve %76, yumurta ağırlığı ise gruplara göre sırasıyla 53 gr, 61 gr ve 61 gr olmuş ve bu sonuçlara göre, yumurtacı tavukların toplam kolin gereksiniminin; metiyonin katkısı olmayan mısırsoya ve et unu içeren rasyonda, 1000 ppm'den fazla, 1500 ppm'den de daha yüksek olmaması gerektiği önerilmiştir.

Czarnecki ve ark. (1983), etlik piliçlerde triptofan-niasin ile metiyonin-kolin arasındaki ilişkileri incelemişler ve rasyonda hem yetersiz, hem de yeterli ek prekürsör aminoasit varlığında, gelişmenin bir vitamene karşı verdiği cevabı araştırmak için melez piliçlerle bir deneme kurmuşlardır. Triptofan ya da metiyonin yetersizliği durumunda sırasıyla rasyondaki niasin ya da kolin varlığında büyümede ciddi bir farklılık gözlenmediğini ortaya koymuşlardır. Fakat prekürsör aminoasidin yeterli düzeyinde bu vitaminlerden dolayı canlı ağırlık kazancı ve canlı ağırlık kazancı/yem tüketimi oranında değişimin gözlenmediğini, buna karşılık, canlı ağırlık kazancı ve yem değerlendirme oranında, triptofan ve metiyoninden kaynaklı değişimin sırasıyla, piliçlerin niasin ve kolin durumuna bakmaksızın meydana geldiğini ifade etmişlerdir.

Ludke ve ark. (1983), yumurtlayan tavuklarda kolin gereksinimi üzerine metiyoninin ve rasyonun yağ içerik oranlarının etkilerini araştırmışlardır. Her grupta 165 yumurtlayan tavuk olacak şekilde ve 336 günlük bir deneme süresinde (3x2x5) standart yeme, sırasıyla; 3 farklı düzeyde (3.0, 3.5 ve 4.0 gr) metiyonin, 2 farklı düzeyde (29 ve 59 gr) yağ ve 5 farklı düzeyde (0, 108, 217 ve 434 mg/kg) kolin eklemişler, ortalama yumurtlama performansının %70 olduğunu ve bunun yem içeriğinden etkilenmediğini, metiyonin katkısının, yumurta ağırlığında 0.6-1.1 gr'lık önemli düzeyde artışa neden olduğunu, yüksek yağ içeriğinin de yumurta ağırlığını 0.6 gr artırdığını, yem masrafının ise yeme eklenen bu katkı maddelerinden dolayı artmadığını ifade etmişlerdir. Ayrıca yumurtlayan tavukların, rasyonuna ek kolin katkısına gereksinim duymadıklarını ve bu sebepten dolayı da kolin, yağ ve metiyoninin rasyondaki farklı düzeylerinin oranları arasında beklenen bir interaksiyonun olmadığını saptamışlardır.

Whitehead ve Siler (1983), yağlı karaciğer ve böbrek sendromunu hindilerde incelemişlerdir. Düşük biotin içerikli rasyonu 18 saatte tüketecek şekilde 4 haftalık yaşa kadar beslemişlerdir. 3 hindide yağlı karaciğer ve böbrek sendromunun klinik belirtileri görülmüş ve otopsi yapılarak karaciğer ve böbrekleri çıkartılmıştır. Morfolojik çalışmalarla karaciğer, böbrek, kalp ve önmidede yağ birikimini belirlenmiştir; fakat iltihap veya dejenerasyon gözlenmemiştir. Yağ infiltrasyonunda anormal bir yağ asidi kompozisyonu olduğu ve tek zincirli doymamış yağ asitlerinin oranında artış görülmüştür. Hindilerde hipoglisemiden kaynaklanan hepatik glikojen azaltılmıştır. Bulgular, hindilerde, zorlamalı olarak yağlı karaciğer ve böbrek sendromunun meydana gelebildiğini göstermiştir.

Baker ve ark. (1983), etlik piliçlerin yetiştirilmesinde kolin ve metiyonin ilişkisini incelemişler ve kolinin, metiyonin üzerindeki potansiyel etkisini değerlendirmek için batarya kafeslerde 1230 melez civcivin yer aldığı 3 deneme kurmuşlardır. 1.denemede, kuluçkadan çıkış sonrasında 8-18 günlük zaman diliminde piliçlerin maksimum yem değerlendirme oranı için sülfürlü aminoasit (SAA) ve kolin gereksinmesini tespit etmek amacıyla kristal halinde aminoasit içeren rasyon kullanmışlar, 6 farklı DL-metiyonin düzeyini (%0.20 L-sistein varlığında %0.20'den %0.45) ve kolinin 5 farklı düzeyini (0'dan 1216 mg/kg) 6x5 faktöriyel

deneme modelinde kullanmışlardır. Canlı ağırlık kazancı/yem oranının, tüm kolin düzeylerinde, %0.30'dan %0.35'e kadar metiyonin ile metiyoninin tüm düzeylerinde ve 608 mg/kg kolinde maksimum düzeye getirildiğini belirlemişlerdir. 2 özdeş denemede, ek metiyonin (0'dan %20'ye 5 eşit artışla) ile ek kolin (0, 217 ve 434 mg/kg) arasındaki ilişkiyi açıklamak için (kuluçka sonrası 8-25 günlük sürede) mısır ve soya unu içeren rasyon kullanmışlardır. Optimum performansın, kolin düzeylerine bakılmaksızın %0.10 ek metiyonin düzeyi ile 0 ve %0.05 ek metiyoninin 217 mg/kg düzeyinde kolinli grubunda görüldüğünü belirlemişlerdir. %0.10, %0.15 ve %0.20 ek metiyoninde, canlı ağırlık kazancı ya da canlı ağırlık kazancı/yem oranının, ek koline herhangi bir tepki vermediğini saptamışlardır. Bu durum, kolinin aşırı düzeylerinin, rasyondaki metiyonin gereksinmesini azaltmak amacıyla minimum kapasiteye sahip olduğunu, bununla beraber metiyoninin aşırı düzeylerinin, piliçlerin rasyonda koline duydukları gereksinimleri üzerindeki etkilerinin az olmasına rağmen, birbirleriyle uyumluymuş gibi görüldüğünü belirtmişlerdir.

Miles ve ark. (1983), etlik piliçlerin rasyonuna katılan metiyonin ve kolin ile sülfat arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Mısır-soya hammaddeli rasyonda metiyonin ve kolin ile inorganik sülfat arasındaki ilişkiyi belirlemek için 2 deneme kurmuşlar, ek metiyonin, kolin ya da potasyum sülfat içermeyen %21 ham protein ve 3264 kcal ME/kg'li standart rasyon kullanmışlardır. 2x2x2 faktöriyel deneme deseninde, 384 erkek Cobb civcivi, her bir denemede 3 hafta süreyle muamele rasyonları ile beslemişlerdir. Metiyonin ya da kolin varlığında standart rasyona potasyum sülfat eklenmesi ile rasyona her ikisinin tek başına eklendiği zamandan daha yüksek oranda büyüme gözlemlendiğini, ayrıca rasyon, ek kolin içerip, ek metiyonin içermediğinde ise, rasyona uygun sülfat eklenmesinden herhangi bir cevap alınmadığını ifade etmişlerdir. Sonuç olarak sülfatın maksimum miktarda metiyonin harcanmaması ve koline destek olması amacıyla kullanılabileceğini önermişlerdir.

Van Weerden ve Schutte (1983), DL-metiyonin ve DL-MHA-FA (DL-metiyonin hidroksi analog serbest asid)'nin etlik piliç rasyonlarına % 0.05 ve 0.10 düzeylerinde katılmasıyla bir araştırma yapmışlardır. Sonuç olarak, bu katkı maddelerinin rasyona eklenmesi ile yemden yararlanma oranının önemli derecede azaldığı kaydedilmiştir.

Kirchgesner ve Steinhart (1984), Lohmann ırkı erkek etlik piliçler üzerinde 6 hafta devam eden bir araştırma yapmışlardır. Rasyonlara % 3 ve 6 düzeylerinde katılan DL-metiyonin, DL-metiyonin-Na ve DL-MHA-FA'nın (DL- metiyonin hidroksi analog serbest asid) biyolojik etkinlikleri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, canlı ağırlığın ve yem tüketiminin tüm metiyonin kaynakları ile önemli derecede arttığı kaydedilmiştir.

Harms ve Miles (1984), hindilerin, yumurtadan çıkıştan 3 hafta yaşa kadar ki kolin gereksinmesi üzerinde, metiyonin ile potasyum sülfatın (K_2SO_4) etkilerini ve bunlar arasındaki ilişkiyi bulmak amacıyla 2 deneme kurmuşlardır. Hiç ek kolin ve metiyonin içermeyen mısır-soya hammaddeli standart yem ve aynı zamanda sülfat içermeyen mineraller kullanmışlardır. 1. denemede, ek metiyonin içermeyen rasyona 660 mg/kg kolin eklenmesiyle canlı ağırlıkta linear (doğrusal) bir artış elde edildiğini ve rasyonun gereksinmenin (%0.25 oranında metiyonin) üzerinden daha yüksek oranda metiyonin içerdiği zaman kolin eklenmesi ile herhangi bir cevap alınmadığını, yem etkililik oranının, ek metiyonin düzeyine bakılmaksızın rasyona kolin eklenmesinden etkilenmediğini saptamışlardır. 2. denemede ise, ek potasyum sülfat (K_2SO_4) varlığında ya da yokluğunda, rasyona 1100 mg/kg oranında kolin eklenmesiyle canlı ağırlıkta linear bir etkinin görüldüğünü, rasyona K_2SO_4 eklenmesinin, kolin katkısının hiçbir düzeyinde canlı ağırlıkta istatistiki olarak önemli bir artışın olmadığını ifade etmişlerdir. Fakat kolinin tüm düzeyleri kombine edildiğinde, K_2SO_4 eklenmesi, daha önceki iki katkı düzeyine (660 ve 1100 mg/kg) verilen cevapta belirlenen canlı ağırlığa göre önemli derecede artış belirlemişlerdir.

Parsons ve Leeper (1984), White Leghorn ırkı yumurtacı tavuklarda farklı düzeylerde ham protein içeren rasyonlara kolin ve metiyonin eklenmesinin etkisini incelemişlerdir. 1. Denemede 23 haftadan 35 hafta yaşa kadar, 140gr/kg ham protein içeren yemle beslenen yumurtacı tavukların rasyonuna 1 gr/kg oranında kolin ya da metiyonin katkısı, yumurta üretimi ve yem/yumurda oranını geliştirirken, 160 gr/kg ham protein içeren rasyonla beslenen grubun yumurta üretimi ve yem/yumurda oranında farklılığa neden olmadığı saptanmıştır. Ayrıca her iki ham protein düzeyinde de rasyona metiyonin eklenmesinin yumurta verimi ve yumurta ağırlığını geliştirdiği, buna rağmen kolin eklenmesinin herhangi bir etkisinin görülmediği

belirlenmiştir. 2. denemede ise 5 gr/kg kolin eklenmesinin, 33. hafta yaştan 45. hafta yaşı kadar, 140gr/kg ham protein içeren rasyonla beslenen yumurtacı tavukların yumurta ağırlığını artırdığı ve bu denemenin 2. aşamasında 1,0 gr/kg düzeyinde kolin ya da metiyonin içeren yemle beslenen tavukların da yumurta verimini artırdığı, metiyoninden alınan sonucun kolinden alınan sonuçtan daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca düşük düzeyde protein içeren yumurtacı tavuk yemine metiyonin eklenmesi ile yumurta ağırlığında artış sağlanmasına rağmen, kolinin hiçbir etkisinin olmadığını, sonuç olarak da metiyoninin etkisinin, kolinin etkisinden daha fazla olduğunu saptamışlardır.

Latta ve Donaldson (1986), tavuklarda kurşun zehirlenmesi üzerine rasyondaki kolin ve metiyoninin etkilerini araştırmışlardır. 1. denemede rasyona 2 farklı düzeyde (%0.3 ve %0.63) metiyonin, iki farklı düzeyde (1130 ve 3300 mg/kg) kolin ve iki farklı düzeyde de (0 ve 1000 ppm) kurşun eklemişler, 2. denemede ise rasyona; %0.23 ve %0.75 düzeyinde metiyonin, 396 ve 1266 mg/kg düzeyinde kolin eklemişlerdir. Her iki denemede de metiyoninin, büyümeyi uyarırken, kurşunun büyümeyi baskı altına aldığını, kurşun tarafından yapılan bu büyüme baskısının, yeterli metiyonin içeren rasyonda, metiyonince yoksun olan rasyondan daha az olduğunu, marjinal kolin içeren rasyon ile marjinalden fazla kolin içeren rasyonlarda büyüme açısından herhangi bir farklılığın görülmediğini ortaya koymuşlardır. 2. denemede; büyüme için metiyonin ile kurşun interaksiyonunun, yeterli düzeyde kolin içeren rasyon ile yetersiz düzeyde kolin içeren rasyonda gözlemlendiğini, büyümenin baskılanmasına neden olan kurşunun, metiyonince yetersiz bir rasyonla beslendiğinde rasyona kolin eklenirse, gelişimin baskılanmasını şiddetlendirdiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca; metiyonince yeterli rasyonlarda, kurşunun neden olduğu büyümenin baskılanması üzerine kolin düzeyinin herhangi bir etkisinin olmadığını, hepatik protein yapısında olmayan sülfidril konsantrasyonlarının, aralarında herhangi bir interaksiyon olmaksızın hem metiyonin katkısı hem de kurşun katkısı ile artırıldığını, kolin düzeylerinin, hepatik protein yapısında olmayan sülfidril konsantrasyonları üzerinde herhangi bir etkisinin görülmediğini, yemdeki metiyoninin, böbrek ve kaslardaki kurşun konsantrasyonunu önemli düzeyde düşürdüğünü, kemik, karaciğer ve kandakine ise etki etmediğini saptamışlardır.

Kolinin, organın kurşun konsantrasyonu üzerinde herhangi bir etkisinin gözlenmediğini sonuç olarak kurşunun, civcivlerin kolin gereksinimini azalttığını, metiyoninin metil kısmının, kurşun detoksifikasyonuna direkt olarak katılmadığını ve kurşun zehirlenmesinin metiyoninle iyileştirilmesinin ise kurşun atılımının artmasından kaynaklanmış olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Tsiagbe ve ark. (1987), metiyonin katkılı rasyonla beslenen broyler civcivlerinde bağışıklık sisteminin geliştirilmesine yönelik bir çalışma yapmışlardır. Etlik piliçlerin büyüme ve bağışıklıkları üzerinde metiyonin ve kolin katkılı beslemenin etkilerini, %21 ham protein, 3255 kcal ME/kg yem, %0.35 metiyonin, %0.37 sistein ve %0.13 kolin içeren mısır-soya katkılı yem ile incelemişler, metiyonin (0.063, 0.125, %0.25) ve kolinin (0.125, %0.25) rasyondaki içeriklerinin değişken olduğunu belirtmişler, sülfatın (%0.055) rasyona ya tek başına ya da metiyonin (0.125 ya da %0.25) ve kolinle (%0.125) birlikte eklemişlerdir. Bir çalışmada da, %0.25 metiyonin içeren rasyona, ek %0.121 betain eklemişler, sodyum ve klorid düzeylerini bütün rasyonlarda sabit tutmuşlardır. Toplam antikor, IgG (immunoglobulin G) (2-merkaptotanol-direnç gösteren antikor) ve IgM (immunoglobulin M) (2-merkaptotanol-duyarlı antikor)'leri 3 haftalık yaştaki civcivlerde, koyunun kırmızı kan hücreleriyle karın içine aşılayarak belirlemişlerdir. Büyüme için metiyonin gereksinmesinin (0-3 hafta) yaklaşık rasyonun (standart rasyonda %0.35 ve %0.63 eklenen) %0.413 kadarı olduğunu saptamışlar ve standart rasyona %0.125 oranında kolin eklenmesinin, rasyona ilave %0.63 oranında metiyonin katılmasında olduğu gibi benzer oranda büyümeyi uyardığını, rasyona %0.055 sülfatla birlikte %0.125 oranında kolin eklemenin, metiyoninsiz kolinin etkisini geliştirmedeğini, metiyonin katkısının, toplam antikor, IgG (immunoglobulin G) ve mitojen PHA-P (fitohemaglütinin-P)'ye cevap verdiğini, fakat IgM (immunoglobulin M)'ye cevap vermeyen değerlerde artışa neden olduğunu belirtmişlerdir ($P<0.05$).

Tsiagbe ve ark. (1988), yumurtacı tavuklarda rasyona eklenen kolin ve metiyoninin, yumurta sarısının fosfolipit kompozisyonunda meydana getirdiği değişiklikleri incelemişlerdir. Kimyasal analizi yapılan standart rasyonun; %16.6 protein, 1.041 ppm kolin ve %53 toplam sülfürlü aminoasit içerdiğini, herhangi bir

yağ eklenmeksizin rasyonun enerji düzeyinin 2899 kcal ME/kg olduğunu belirtmişlerdir. Rasyona 500 veya 1000 ppm kolin eklendiği zaman, 36 haftalık yaştaki pik üretim döneminde yapılan yumurta örneklerinin analizlerinin, toplam fosfolipit, fosfatidilkolin(PC) ve fosfatidiletanolamin (PE) ile fosfatidilkolin (PC) oranında önemli bir artış olduğunu belirlemişlerdir. Buna karşılık, kolin katkısı ile fosfatidiletanolamin (PE) düzeyinde azalma gözlemlendiğini, 125 veya 250 ppm metiyonin katkısında, aynı zamanda yumurta sarısının toplam fosfolipit içeriğindeki artışa neden olurken, PC ve PE üzerinde sadece çok az bir etki yarattığını, yumurta ağırlığı ile total fosfolipit konsantrasyonu, PC ve PC:PE oranı arasında ($P<0.05$) önemli bir korelasyonun varlığını, yumurtacı tavuk rasyonlarına kolin eklendiği zaman, yumurta ağırlığı ile yumurta fosfolipit içeriği arasında da bir ilişki olduğunu gözlemişlerdir.

Sheard ve Zeisel (1989), kolinin rasyona katılmasının zorunlu olup olmadığını araştırmışlardır. Kolin (trimetil-beta-hidroksietilamonyum), bitki ve hayvanlarda yaygın olarak bulunan dördüncü amin olduğunu ve kolin, metiyonin ve karnitin sentezini de içeren, metabolik reaksiyonların bir kısmında önemli olan 3 metil grubu içerdiğini, kolinin aynı zamanda; bütün hücre zarlarının önemli yapılandırılmasında, fosfolipit, fosfatidilkolin ve sfingomiyelinin bir bileşiği olduğunu ve sonuçta kolinin, sinirsel iletileri yapan asetilkolinin sentezi için gerekliliğini ve bu bileşiğin, birçok memeli türlerinde zorunlu bir besin maddesi olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Harms ve ark. (1990), 24 haftalık yaştaki ticari yumurtacı tavuk rasyonlarına 440 mg/kg kolin ve 2 gr/kg K_2SO_4 (potasyum sülfat) eklenmesinin etkilerini araştırmışlardır. Mısır ve soya ununu temel alan standart rasyona farklı düzeylerde DL-metiyonin eklenmiştir. Bütün gruplarda sülfürlü amino asitlerce yoksun olan standart rasyonda, sülfat içermeyen mineral formlar kullanılmıştır. Deneme, 22 haftada tamamlanmış, fakat sadece son 12 haftalık süreçte ölçümler yapılmıştır. yumurta üretimi, yumurta ağırlığı ve yem dönüşüm oranı, metiyoninin %0'dan %0.2'ye kadarki her düzeyinde gelişme göstermiştir. %0.033 metiyonin içeren rasyona kolin eklenmesi ile de yumurta üretimi önemli düzeyde artış göstermiştir. Buna rağmen, %0 ve %0.067 oranında metiyonin içeren rasyona kolin eklenmesinin

ise yumurta üretimine herhangi bir etkisi olmamıştır. Rasyona kolinle birlikte sülfat eklenmesi yumurta üretimini artırırken, metiyoninle birlikte sülfat eklenmesinin herhangi bir etkisi saptanmamıştır.

Legrand ve Hermier (1992), genetik olarak yağlı ve yağsız tavuklarda, hepatik delta-9 desaturasyon (doymuş bileşiğin doymamış bileşik haline dönüşmesi) ve plazma VLDL düzeyi ile ilgili çalışma yürütmüşlerdir. Plazma VLDL (çok düşük densiteli lipoprotein) içeriği ve kompozisyonunu belirlemek için, yüksek ve düşük abdominal yağ/canlı ağırlık oranı ile hepatik delta 9 desaturaz aktivitesiyle bağlantılı olan iki hat seçilmiştir. Plazma VLDL ve VLDL-trigliserit (TG)'nin miktarları, yağlı hatlarda, yağsız hatlara göre önemli derecede daha yüksek olduğu, üstelik yağlı hatlarda VLDL'de, daha yüksek TG içeriğinin, tüm diğer bileşiklerin daha düşük oranı ile bağlantılı olduğundan dolayı VLDL'nin kimyasal kompozisyonunun, hatlar arasında farklılık gösterdiği, VLDL-TG'nin yağ asidi kompozisyonunda, hatlar arasında farklılıklar meydana geldiği; hepatik delta 9 desaturasyonunun sonucu olan palmitoleik asidin, yağlı hatlarda daha yüksek oranda iken, linoleik asidin yağsız hatlarda daha fazla olduğu saptanmıştır. Karaciğerin delta 9 desaturaz aktivitesinin, yağlı hatlarda önemli düzeyde daha yüksek bulunduğu, yağlı hatlarda plazmanın VLDL-TG konsantrasyonu ile hepatik delta 9 desaturaz aktivitesi arasında pozitif bir korelasyonun olduğu; bunun da VLDL'nin birikmesi ve salgılanmasının kontrolünde monoenoik yağ asitlerinin varlığını kanıtladığı, tavukların bu iki hattının plazma lipidleri ve yağlanma düzeylerinde farklılıkların olduğu belirlenmiştir.

Fontana ve ark. (1993), etlik piliçlerde erken dönemde kısıntılı yemlemenin; abdominal yağ tabakası, karaciğer ve taşlık ağırlığı, yağ depolanması ve karkas kompozisyonu üzerine etkilerini araştırmak amacıyla 5 deneme yürütmüşlerdir. Birinci ve ikinci denemede broyler civcivleri, 49 gün süreyle altlıklı kafeslerde, üçüncü, dördüncü ve beşinci denemede ise 28 gün süreyle batarya kafeslerde beslenmişlerdir. Yem kısıntısının tüm denemelerde 4 gün yaşta başlayıp 1.ve 2. denemede 7 gün boyunca ve 3., 4. ve 5. denemede ise 6 gün boyunca, erkek broyler civcivlerinde, her bir civciv için günlük 40 kcal olacak şekilde hesaplanmış, 1. denemedeki piliçlerin yem kısıntısını 4-9 gün yaşa kadar düzenlenmiştir. Ayrıca 2. denemede başlangıç ve büyütme yemine %1 ya da %4 oranında yağ eklemişler ve 3.,

4.ve 5. denemede başlangıç yemine %21 ya da %26 oranında protein eklemişler, 1. ile 2. denemede 49 gün yaştaki piliçlerde erken yaşta yem kısıntısı yapılan grup ile serbest yemleme yapılan grup arasında abdominal yağ miktarı, taşlık ile karaciğer ağırlığı ve karkas yağı ile karkas proteini bakımından istatistiki açıdan önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Bunun dışında, 4. deneme hariç diğer denemelerde, farklı yemleme rejimleri arasında, abdominal yağ miktarları bakımından herhangi bir farklılık bulunmamıştır. 49 gün yaştaki dişiler, erkek piliçlerle karşılaştırıldığında, abdominal yağ ağırlığı, % karaciğer ve % karkas yağı bakımından istatistiki açıdan önemli artış gözlenmezken, yağı azaltılmış ticari yemlere karşın, karkas yağı önemli derecede daha yüksek ve karkas proteini önemli derecede daha düşük belirlenmiştir. %21 protein içeren rasyonla beslenen 28 gün yaştaki etlik piliçlerde, %26 protein içeren rasyonla beslenen etlik piliçlere göre daha yüksek miktarda abdominal yağ ağırlığı saptanmıştır.

Öztürkcan ve ark. (1993), rasyona katılan metiyonin, kolin ve lizinin etlik piliçlerin performans ve abdominal yağ miktarına etkilerini araştırmışlardır. (2x2x2) faktöryel deneme desenine göre rasyona % 0.40 metiyonin, 1200 mg/kg kolin ve %1.20 lizin içeren rasyona % 0.20 metiyonin, 600 mg/kg kolin ve % 0.60 lizin ilave edilmiştir. Rasyona metiyonin eklenmesiyle abdominal yağ miktarının %1.09 azaldığını ve metiyoninin, kolin ve lizinden daha etkili olduğu ayrıca metiyonin eklenmesinin yemden yararlanmayı iyileştirdiği saptanmıştır.

Zhong ve ark. (1995) etlik piliçlerde, serbest yemleme ve erken dönemde yem kısıntısının, performans, abdominal yağ düzeyi, hücre hassasiyeti ve yağ metabolizması üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla 360 Peterson X Arbor Acres civcivi, iki farklı rasyon ile besleyerek bu rasyonların, adipoz hücreleri, adipozit lipolizis, hepatik glikoz oksidasyonu, adipozit lipogenezis, etlik piliçlerin performans ve abdominal yağ düzeyleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Birinci gruba 7 haftalık deneme süresince serbest yemleme ve ikinci gruba ise 7-12 gün yaşa kadar kısıntılı yemleme (1.49 kcal/gr, günlük canlı ağırlığın 2/3) uygulanmıştır. Ortalama canlı ağırlık bakımından serbest yemlenen ve kısıntılı yemlenen erkek broylerler ve kombine cinsiyetteki broylerlerde 49 gün süreyle farklılık gözlenmemiştir. Kısıntılı yemlenen grupta dişi ve karma (dişi ve erkek) piliçlerin

yem dönüşüm oranı ve abdominal yağ düzeyleri, serbest yemlenen broylerlere göre daha düşük bulunurken, denemenin her iki grup arasında, 28 ile 42. günler arasında abdominal yağ tabakasının tamamı üzerinde ve 42. günde her gram yağdaki adiposit hücre sayısı bakımından farklılık bulunmadığı saptanmıştır. Fakat denemenin 28. gününde her gram yağdaki adiposit sayısının, kısıntılı yemleme yapılan grupta, serbest yemlenen gruba göre daha yüksek olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Ayrıca denemenin 28. ve 42. günleri arasında her milyon adipozidin lipolizisi bakımından herhangi bir farklılığın ortaya çıkmamıştır. Fakat her gram adipoz dokunun lipolizisinde, rasyona izoproterenol ve teofilin (theophylline) eklenmesi ile 28. günde kısıntılı yemleme yapılan grupta, serbest yemleme yapılan gruba göre artışın olmadığı ($P<0.05$), rasyona hormon eklenmesi ile 42. günde yemleme rejimleri arasında farklılığın gözlenmediği, kısıntılı yemleme uygulanan grubun lipogenezisinin, 14. ve 56. günler arasında, serbest yemlenen gruba göre daha düşük bulunduğu ($P<0.05$), glukoz oksidasyonunda her iki grup arasında farklılığın olmadığı, kısıntılı yemleme yapılan grupta abdominal yağ miktarındaki azalmanın, adipozit miktarının azalmasından ve bunun da lipogenezisdeki azalmadan kaynaklanabileceği saptanmıştır.

Dikicioğlu ve ark. (1997), broyler rasyonlarına katılan sıvı metiyoninin canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma ve karkas verimi üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Araştırma, toplam 175 adet günlük Hubbard etlik civciv kullanılarak, her biri 25 adet civcivden oluşan 1 kontrol, 6 deneme olmak üzere toplam 7 grup halinde yürütülmüş ve 6 hafta sürdürülmüştür. Denemenin kontrol grubunda soya küspesi+mısırdan oluşan rasyon kullanılmış, temel rasyona ilaveten 1, 2, 3, 4, 5 ve 6. gruplara sırasıyla % 0.1 sıvı metiyonin, % 0.2 sıvı metiyonin, % 2 balık unu, % 2 balık unu+% 0.1 sıvı metiyonin, % 2 balık unu+% 0.2 sıvı metiyonin ve % 4 balık unu katılmıştır. Araştırma sonunda gruplar arasında canlı ağırlık bakımından istatistiki açıdan önemli derecede farklılık bulunmuştur ($P<0.01$). Altı haftalık araştırma süresince kontrol ve deneme gruplarında ortalama canlı ağırlık artışları sırasıyla 1323.99, 1531.93, 1637.51, 1567.74, 1678.04, 1800.58 ve 1615.09 gr olarak saptanmıştır. Araştırma süresince bir kg canlı ağırlık artışı için tüketilen yem miktarları sırasıyla 2.70, 2.33, 2.04, 2.41, 2.38, 2.21 ve 2.56 kg olarak

bulunmuştur. Gruplar arasında karkas ağırlıkları ve randımanları bakımından istatistiki açıdan önemli derecede farklılık oluşmuştur ($P<0.01$). Bu çalışmada, balık unu katılan ve katılmayan rasyonlara sıvı metiyonin ilavesinin; etlik piliçlerde canlı ağırlık kazancı, yemden yararlanma ve karkas randımanını olumlu olarak etkilediği sonucuna varılmıştır.

Esteve-Garcia ve Llauro (1997), erkek etlik piliçlerde rasyona eklenen DL-metiyonin, DL-metiyonin hidroksi analog serbest asidinin (DL-MHA-FA); performans, göğüs eti miktarı ve abdominal yağ birikimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Alınan sonuçlarda, 7-35 gün yaşlar arasındaki canlı ağırlık ile yem değerlendirme oranını ve 41 gün yaştaki göğüs eti miktarını, her kg göğüs eti birikimi için gereken yem maliyetini ve abdominal yağ miktarlarını karşılaştırmışlardır. Rasyona eşit miktarda ve 0.5 gr/kg'lık artışlarla 4 farklı düzeyde DL-metiyonin ve DL-MHA-FA eklenmiş, bu amaçla her biri 40 civcivden oluşan, 6 tekerrürlü 9 muamele grubu olmak üzere toplam 2160 civciv ile deneme kurulmuş, 35. hafta yaştaki canlı ağırlık ve yemden yararlanma oranı belirlenmiştir. Göğüs eti miktarı ve karkas yağı ise 41 gün yaşta ölçümlenmiş, hem canlı ağırlık, yem değerlendirme oranı ve göğüs eti yüzdesinde, hem de her kg göğüs eti için gereken yem maliyetinde, metiyonin kaynakları dikkate alınmıştır. Sonuçların örnek regresyon eğrisine uygun olduğu, bu regresyon katsayısını temel alan DL-metiyonin ve DL-MHA-FA'nin nispi biyolojik yararlılığını; günlük canlı ağırlık kazancı için %80, yemden yararlanma oranı için %83, göğüs eti miktarı için %51 ve her kg başına göğüs eti maliyetinin ise %66 olduğu, her iki kaynak arasındaki farklılıkların; yemden yararlanma için $P<0.01$ düzeyinde, göğüs eti miktarı ve her kg başına göğüs eti maliyetinin ise $P<0.05$ düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır.

Schutte ve ark. (1997), erkek etlik piliçlerde rasyona eklenen DL-metiyonin ile betainin etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, 1-38 gün yaş periyodunda 2400 erkek broylerlerin büyüme performansı üzerinde, DL-metiyonin ile betain etkileri ve rasgele seçilen 384 pilicin karkas kompozisyonu incelenmiştir. DL-metiyoninin 3 farklı dozu (0, %0.05, %0.10) ve betainin 2 farklı dozu (%0, %0.04), metiyonince yetersiz olan rasyona farklı kombinasyonlarda eklenmiştir. Piliçler, ya mısır-soya rasyonu, ya da broyler endüstrisi için tipik pratik rasyon olan başlangıç ve büyütme

yemi olmak üzere 2 tip rasyonla beslenmişler; bütün rasyonlar, metil gruplarında bir yetersizlikten kaçınmak için 220 ppm kolinle kuvvetlendirilmiştir. DL-metiyonin katkısının artırılmasıyla günlük canlı ağırlık kazancı ve yem dönüştürme oranında önemli düzeyde gelişmenin görüldüğü ve betain eklenmesinin piliçlerin büyümelerini etkilemediği saptanmıştır. Ayrıca; betainin, rasyonda ek DL-metiyonin olmaksızın, yemden yararlanmayı kısmen iyileştirdiği, fakat ek metiyonin olan rasyonda bu parametreyi etkilemediği, göğüs eti oranında, %0.05 DL-metiyonin eklenmesiyle yaklaşık %1.5 gibi önemli bir artış görüldüğü ifade edilmiştir. Halbuki %0.04 betain eklenmesinin, sadece göğüs eti oranında %0.3-0.6 arasında artışa neden olduğu, rasyon tipinin, gözlenen değerler üzerinde hiçbir etki göstermediği ve özet olarak; broyler rasyonlarında esansiyel aminoasit katkısı olarak DL-metiyonin yerine betain kullanılabileceğine dair hiçbir delil bulunmadığı saptanmıştır.

Karadağ ve ark. (1999), rendering yağı içeren yemle beslenen broyler piliçlerde “karaciğer-böbrek yağlanması sendromu” üzerinde patolojik ve biyokimyasal araştırma yapmışlardır. Deneysel olarak, karaciğer-böbrek yağlanması sendromunu piliçlerde oluşturmuşlardır. Kontrol grubu dahil 16’şarlı 5 gruba ayrılan, 10-günlük 80 adet pilicin rasyonlarına %0 (I. Grup; kontrol grubu), %5(II. Grup), %10(III. Grup), %15(IV. Grup) ve %20 (V. Grup) oranlarında kanatlı rendering yağı ilave etmişler, 8 haftalık deneme süresi sonunda, total ölüm oranının %18.75 olduğunu, önemli klinik, morfolojik ve biyokimyasal değişimlerin, sadece III, IV ve V. gruplarda saptandığını, bu grup hayvanlarda klinik olarak; total canlı ağırlık artışı, tüylerde koyu sarımtırak, kahverengimsi renk değişimi, ibik ve sakallarda büyüme, solgunluk ve anemik görünüm gibi önemli bulgular yanında nekropside; tüm viseral organlarda ve dokularda, subkutan dokularda ve abdominal boşlukta aşırı yağlanmalar gözlemişlerdir. Ayrıca; karaciğer, böbrek ve kalp ağırlıklarında artış, timus ağırlığında ise azalmanın kaydedildiğini, makroskopik olarak, karaciğer loblarının kenarlarında kütleleşme, kıvamında gevreklik ve açık sarı, sarımtırak kahverengi renk değişimi gözlemlemişlerdir. Biyokimyasal olarak; serum, plazma ve doku homojenatlarında trigliserit, serbest yağ asitleri, total lipid, piruvat ve izositrik dehidrojenaz enzim düzeylerinde artışlar ($P<0.001$) ve aspartat aminotransferaz

enzim düzeyinde ise azalma ($P<0.001$) ile birlikte şekillenen hipoglisemi ($P<0.001$) gibi dikkat çekici değişimler saptamışlardır.

Swain ve Johri (2000), rasyona eklenen metiyonin, kolin ve bunların kombinasyonlarının etlik piliçlerin bağışıklık sistemi ve performansı üzerine etkilerini araştırmışlardır. Denemede, 221 g/kg ham protein, 12.25 MJ ME /kg, 3.6 g/kg metiyonin ve 1300 mg/kg kolin içeren standart yeme, metiyoninin 4 farklı düzeyi (0.0, 1.5, 3.0 ve 4.5 g/kg yeme) ile kolinin 3 farklı düzeyi (0, 1000 ve 2000 gr/kg yem) eklenmiştir. Kolin ile metiyoninin bu düzeylerinin, büyümenin gelişmesi, yem tüketimi ve yem dönüşüm oranında herhangi bir etki göstermediği, fakat 6.5 gr/kg metiyonin ve 1300 mg/kg kolin içeren rasyonla beslenen piliçlerde, daha yüksek oranda lökositlerin taşınma inhibisyonundan dolayı hücrel bağışıklık sistemini önemli düzeyde artırdığı gözlemlenmiştir. Bunun yanında; yapılan HI ve ELISA testleri sonucunda, en iyi hümmoral bağışıklık sisteminin, 3.0 gr/kg metiyonin ve 3300 mg/kg kolin içeren rasyonla beslenen grupta gözlemlendiği, sonuç olarak da; rasyona önerilen düzeylerden daha yüksek oranda kolin ve metiyonin katkısının, daha sağlıklı piliç üretimi için gerekli olabileceği önerilmiştir.

Rama Rao ve ark. (2001), farklı enerji kaynaklarıyla beslenen damızlık etlik piliçlerin rasyonlarına kolin eklenmesinin, performans üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. İnci darı (PM), kırık pirinç (BR) ya da sarı mısır (YM) (600 gr/kg yeme) içeren rasyonla beslenen damızlık etlik piliçlerde (29.-49. hafta yaşlar arası); yumurtlama performansı, yumurta kalitesi, döllülük ve çıkış gücü ile karaciğer ve abdominal yağ miktarı kaydedilmiştir. Bütün rasyonlarda metabolizabl enerji ve diğer besin maddelerinin oranları sabit tutulmuş, bu rasyonlara 3 farklı düzeyde (0, 760, 1520 mg/kg) %50'lik kolin klorid eklenmiştir. Her bölüme, 12 tavuk ve 3 horoz olacak şekilde toplam 15 hayvandan oluşan 3 muamele grubu oluşturulmuştur. Derin altlık kafes sisteminde hayvan başına günlük 1.46 MJ ME sağlanmıştır. Ne enerji kaynağının, ne de kolin içeriğinin, tavukların günlük yumurta üretimi ile döllülük ve çıkış gücü üzerinde hiçbir etkisi olmamıştır. Yem değerlendirme oranı ve yumurta ağırlığında, kırık pirinç içeren rasyonla beslenen grupta diğer enerji kaynakları ile beslenen gruplara göre önemli düzeyde azalma görülmüştür. Enerji ve protein kullanım etkililiği artmış ve karaciğerin yağ içeriği rasyona ek kolin katılmasıyla

önemli düzeyde azaltılmıştır. Haugh unit skorunun, yumurta kabuk ağırlığının ve intestinal ağırlığın, rasyona ek kolin ya da diğer enerji kaynaklarının eklenmesinden hiç etkilenmediğini, fakat yumurta sarısının renk indeksi, mısır içeriği yüksek olan rasyonla beslenen gruplarla karşılaştırıldığında inci darı ya da kırık pirinçle beslenen gruplarda önemli derecede azalma görüldüğü ileri sürülmüştür. Karaciğerin yağ içeriği, inci darı ya da kırık pirinç içeren rasyonla beslenen grupta sarı mısırla beslenen gruba göre daha yüksek bulunurken, abdominal yağ birikimi, kırık pirinçle beslenen grupta, sarı mısırla beslenen gruba göre önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Rasyona kolin eklenmesi abdominal yağ birikimi üzerinde herhangi bir etkisi olmamasına rağmen, karaciğerin yağ içeriği, rasyona 760 mg/kg ek kolin katılan grupta önemli derecede azaldığı saptanmıştır. Ayrıca bu çalışmada; inci darı ya da kırık pirincin yumurta üretimi, döllülük ve çıkış gücünü etkilemeksizin damızlık etlik piliç rasyonlarında sarı mısırın olduğu yerde temel enerji kaynağı olarak kullanılabileceğini belirtilmiştir. Karaciğerin yağ içeriğinin, farklı enerji kaynaklarını temel alan rasyonlara 760 mg/kg oranında ek kolin katılması ile azaltılabildiği gösterilmiştir.

Hassan ve ark. (2005), yavaş büyüyen piliçlerde betain varlığında, rasyona eklenen farklı kolin düzeylerinin (0, 300 ve 600 mg/kg) büyüme, karkas kalitesi ve serum parametreleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. 1-56 gün yaşta 300 mg/kg ek kolin içeren rasyonla beslenen grubun canlı ağırlık kazancının, kontrol grubuna göre %3.2 ve yem değerlendirme oranının %3.3 oranında arttığını saptamışlar; ayrıca 300 mg/kg düzeyinde kolin içeren grupta abdominal yağ miktarında önemli bir düşüş gözlenirken, 600 mg/kg düzeyinde kolin içeren rasyonla beslenen grubun abdominal yağ miktarlarına önemli bir etkisinin olmadığını saptamışlar ve rasyona betain eklenmesinin de kolin kadar etkili olabileceğini, sonuç olarak; eğer rasyona %0.072 oranında betain eklenirse kontrol grubundaki kolin düzeyinin yeterli geleceğini ileri sürmüşlerdir.

Attia ve ark. (2005), yavaş gelişen etlik piliçlerde, farklı düzeylerde metiyonin içeren rasyonlara betain eklenmesinin, büyüme, karkas kalitesi ve serum parametreleri üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. 56 gün süren denemede %0.32 metiyonin, %0.65 total sülfürlü aminoasit (TSAA) ve yeterli düzeyde kolin (NRC,

1994) içeren standart yeme %0, %0.05 ve %0.10 düzeylerinde metiyonin eklenmiş ve metiyoninin her düzeyine, %0.0, %0.035 ve %0.07 oranında betain eklenmiştir. %0.05 ve %0.10 metiyonin düzeylerinde canlı ağırlık kazancında, kontrol grubuna göre sırasıyla; %2.1 ile %8.1 ve yem değerlendirme oranında ise %4.5 ile %8.6 ‘lık artış gözlenmiş, aynı zamanda serumda total protein, albumin, globulin, newcastle virüsüne karşı antikor oluşumu, yüzde karkas randımanında artış bulunurken, serumda AST ve ALT ile abdominal yağ miktarında azalma kaydedilmiştir. Rasyona betain eklenmesinin de metiyonine benzer sonuçlar verdiği ve metiyonin ile betain arasında önemli bir interaksiyon olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak; 1-56 gün yaşa kadar rasyona %0.010 düzeyinde metiyonin eklenmesiyle 14.6 gr/gün canlı ağırlık kazanmakta; fakat rasyona ek olarak %0.07 oranında betain eklenildiğinde, metiyoninin katkı düzeyinin %0.05’e ve hatta %0.0 düşebileceği ileri sürülmüştür.

Chen ve ark. (2006), damızlık etlik piliçlerde, aşırı beslenmenin, lipotoksite ile birlikte yumurtalıkların fonksiyonlarını yitirmesi üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Memelilerde, triasilgliserol (TAG) birikimi adipoz olmayan dokularda, lipotoksite şeklinde oluşmakta ve beraberinde obezite gelişmekte ve bu da insulin direncini, şeker hastalığını ve yumurtalık disfonksiyonunu tetikleyebilmektedir. Bir adipoz doku hormonu olan leptin, bu etkileri meydana getirebilmektedir. Tıka basa doymuş etlik piliç damızlık tavuklarında da lipotoksite benzeri simptomlar görülür. Canlı ve organ ağırlıklarının, hepatik ve plazma TAG, esterleşmemiş yağ asitlerinin (NEFA), yumurtalık morfolojisi ve yumurta üretiminin, yem tüketimindeki akut artışın sebeplerini, 10 gün boyunca günlük yem tüketimi 145>290 gr/gün olan 500 adet Cobb broyler damızlık tavuklarla yaptıkları 2 çalışma ile sağlamışlardır. Her iki çalışmada da 145 gr/gün yem tüketen hiçbir tavukta yumurtalık anormalliği olmadığı; ancak aşırı beslenmiş tavukların hemen hemen %50’sinde görüldüğü, yumurta üretiminin, tıka basa doymuş tavuklarda %73.3’den %55.8’e kadar azaldığı (P=0.001), yumurtalık morfolojisinin, hiyerarjik foliküllerde meydana gelen hücre ölümünün, yumurta ağırlığını %29.3’den %30.6’ya çıkarttığı (P= 0.016) ve artık yumurta ağırlığı ile bir ilişkisi olmadığı saptanmıştır. Aşırı beslenmiş grupta canlı ağırlık, karaciğer ve abdominal yağ ağırlığı, plazmanın

glukoz konsantrasyonu, NEFA, TAG, insulin ve leptinde de önemli artışın olduğu ($P<0.05$); ancak normal yumurta alındığı ifade edilmiştir.

Danicke ve ark. (2006), yumurtlayan tavuklarda, rasyondaki kolza yağı kalitesinin, kolin ve metiyonin konsantrasyonunun, yumurtanın trimetilamin içeriği, trimetilamin metabolizması ve yumurtlama performansı üzerine etkilerini incelemiştir. Yumurtacı tavuk rasyonlarına rafine ya da zamkından arındırılmış kolza yağı eklenmesinin ve standart yeme ek olarak farklı düzeylerde kolin katkısının (0, 500, 1000 ve 4000 mg/kg yeme), yumurta trimetilamin (TMA) içeriği ve performans üzerine etkilerini araştırmışlardır. Kolin katkısı olmayan ve 4000 mg/kg kolin katkısı olan rasyon içeriğini, yeterli ve yetersiz metiyonin (4.2 ve 2.8 gr metiyonin/kg yem) katkısının varlığı açısından test etmişlerdir. 23-75 hafta yaşındaki yumurtlama performansının, kolin katkısının artışından, istatistiki olarak etkilenmediği, fakat yem/yumurta ağırlığı oranının ($P=0.003$) linear olarak önemli düzeyde azalış gösterdiği, bununla beraber, kolin katkısı ile yumurtlama ayı arasında önemli bir interaksiyonunun varlığı ve bunun ise 6. yumurtlama ayında, herhangi bir ekleme yapılmayan kontrol grubunun performansından oluşan durgunluktan kaynaklandığı belirtilmiştir. Yetersiz metiyonin katkısının en belirgin etkisinin, 3. ve 6. yumurtlama ayları arasındaki performansında geçici bir düşme olduğu, yumurta sarısındaki ($\mu\text{g/gr}$) ortalama TMA konsantrasyonunun, rasyondaki kolin konsantrasyonu (mg/kg) ile arttığı, toplam rasyondaki kolinin, TMA içeriği üzerine çok az bir etkisinin ancak 2000 mg/kg kolin düzeyinde olduğu öne sürülmüştür. Sadece TMA-konsantrasyonunun, sırasıyla; normal yumurtalar, anormal yumurtalar ve çok fazla anormal kokulu yumurtalar için; 0.4-1.5 $\mu\text{g/gr}$, 2.2-34 $\mu\text{g/gr}$ ile 18.4-75 $\mu\text{g/gr}$ arasında farklılık gösterdiği ve azami yumurtlama performansını sağlamak için, rasyondaki toplam kolin konsantrasyonunun en az 1500 mg/kg olmasının zorunluluğu, kolin katkısının artırılması ile yetersiz bir metiyonin ihtiyacının dengelenemeyeceği ve ne zamkı giderilmiş kolza yağının, ne de rafine edilmiş kolza yağının, yumurtanın TMA içeriğini etkilemediği gözlenmiştir.

Pillai ve ark. (2006), farklı düzeylerde metiyonin, kolin ve betainle beslenen, genç broylerlerde homosisteinin metilasyonu üzerine bir çalışma yapmışlardır. Kolin bakımından yeterli, fakat sülfürlü aminoasitleri bakımından (%0.26 sindirilebilir

metiyonin ve %0.26 sindirilebilir sistein) eksik olan rasyona (%0, %0.07, %0.11 ve %0.24) düzeylerinde DL-metiyonin eklemişler, her bir metiyonin düzeyi ya tek başına, ya da %0.25 oranında kolin veya %0.28 oranında betaini ekleyerek test etmişler ve denemede toplam 225 hayvan kullanmışlardır. Canlı ağırlık ve yem değerlendirme oranının; %0.11 metiyonin düzeyinde en yüksek bulunduğunu ($P<0.05$), yem tüketiminin ise; %0.07 metiyonin düzeyinde en yüksek olduğunu, başka bir ifadeyle, gelişme parametrelerinin, ($P<0.05$) önem düzeyinde kolin veya betain katkısından etkilenmediğini ifade etmişlerdir. Metilasyonun yinelenmesinin; metiyoninin sentez yolu boyunca, normal değerden fazla ya da yetersiz düzeyde metiyonin içeren rasyona kolin ya da betain eklenmesi vasıtasıyla artırıldığını saptamışlardır.

Sato ve ark. (2006), kuluçkadan çıkış ve embriyonik dönemdeki etlik piliç ve yumurtacı tavukların karaciğerinin total lipit ve triasilgliserol (TG) içeriğini incelemişlerdir. Tavuk embriyolarının yağlarının büyük bir bölümünün karaciğerde biriktiği ve total lipit içeriğinin de çıkışa doğru kademeli olarak arttığı ve bu dönemlerde etlik piliç ve yumurtacı tavuklar arasında önemli bir farklılığın olmadığı ifade belirtilmiştir. Gelişme dönemiyle birlikte karaciğerin TG içeriğinde önemli düzeyde artış olduğu, embriyonun 14. gününde karaciğerin TG içeriğinin broyler ve yumurtacılarla benzerlik gösterdiği halde, embriyonun 18. gün ve çıkış günündeki broyler civcivlerinin, yumurtacılardan sırasıyla 1.3 ve 2.2 kat daha yüksek olduğu saptanmıştır. Tavuk embriyolarında, kolesterol esterlerinin büyük bir kısmının karaciğerde biriktiği, fakat kolesterol esterlerinin yumurtadan çıktıktan sonra TG ile yeniden tanımlanabileceği ileri sürülmüştür.

Zhan ve ark. (2006), rasyona metiyonin ve betain eklenmesinin erkek etlik piliçlerin büyüme performansı, karkas kompozisyonu ve lipit metabolizması üzerine etkilerini araştırmak için 22 günlük 450 ticari broyler kullanmışlardır. Rasyona 0 (kontrol), 1 gr/kg metiyonin veya 0.5 gr/kg betain eklenmiş, metiyonin ve betain katkısının, canlı ağırlık, yem tüketimi ve göğüs eti oranını artırdığı, abdominal yağ miktarını da önemli düzeyde azalttığı saptanmıştır. Rasyona yapılan bu katkıların, karaciğerde serbest karnitin ve kreatin içeriğini, serumda serbest yağ asidi konsantrasyonunu artırdığı ve abdominal yağın hormona duyarlı lipaz aktivitesinde

önemli artışa neden olurken, serumdaki ürik asit konsantrasyonunda da önemli düzeyde azalışa neden olduğu ortaya konulmuştur. Sonuç olarak; rasyon, esansiyel aminoasit olan metiyonince yetersiz olduğu durumlarda, etlik piliçlerde performans ve karkas kalitesinin artırılması için betain kullanımının metiyonin kadar etkili olabileceği, ayrıca; abdominal yağ miktarındaki azalışın, karaciğerde karnitin sentezinin artmasından ve abdominal yağın hormona duyarlı lipaz aktivitesinin artmasından kaynaklanabileceği ileri sürülmüştür.

Sun ve ark. (2008), metiyonin yokluğunda rasyona eklenen betainin etlik piliçlerin büyüme performansı ve karkas parametreleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Bir gün yaşta 900 civciv, soya küspesi+mısır içerikli standart rasyon temel alınarak 3 farklı rasyonla beslenmişlerdir. 1-21. gün başlangıç yemi, 21-42. gün büyütme yemi kullanılmıştır. 1. rasyon, kontrol grubu olup önerilen düzeyde metiyonin içermektedir. 2. rasyona, kontrol grubuna ek olarak %85 düzeyinde metiyonin ile başlangıç yemine 400 mg/kg, büyütme yemine ise 300 mg/kg betain eklenmiştir. 3. rasyona, %75 düzeyinde ek metiyonin ile birlikte başlangıç yemine 600 mg/kg, büyütme yemine ise 500 mg/kg betain katılmıştır. Her bir muamele grubu, sıcaklığı kontrol edilebilen 3 farklı bölmede tutulmuştur. Rasyonların, canlı ağırlık, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı üzerine herhangi bir etkisi görülmemiştir. 3. rasyonla beslenen piliçlerin serum insülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-1) ve büyüme hormon (GH) konsantrasyonu, diğer muamele gruplarına göre daha yüksek olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Total metiyoninin %25'i düzeyinde betain katkısı, göğüs eti oranı, karaciğer ve göğüs etinin protein içeriğini artırırken ($P<0.05$), abdominal yağ oranı ve karaciğer yağ içeriğini azaltmıştır ($P<0.05$). Sonuç olarak; etlik piliç rasyonlarına eklenen total metiyoninin %25'i yerine betain eklenmesinin büyüme performansı üzerine herhangi bir etkisi gözlenmezken, karkas kalitesini iyileştirdiği belirlenmiştir. Diğer bir ifadeyle, etlik piliç rasyonlarına total metiyoninin %25'i yerine betain eklenebileceği önerilmiştir.

Aftab ve Ashraf (2009), etlik piliçlerin M (metiyonin) + C (sistein) gereksinmesini belirlemek için iki farklı deneme kurmuşlardır. Birinci denemede 4-21 gün yaşta, ikinci denemede ise 21-24 gün yaşta, deneme başı canlı ağırlıkları benzer hayvan materyali kullanılmıştır. Çalışmalar, yaz aylarında (temmuz-ağustos)

duvarları açık olan kümeslerde yapılmıştır. Böylece civcivler kronik sıcaklık stresine maruz bırakılmıştır. Günlük olarak minimum ve maksimum sıcaklık dereceleri deneme 1’de 26-37 °C ve deneme 2’de 23-36 °C olarak belirlenmiştir. M+C eklenen standart rasyon, deneme 1’de 2750 kcal ME/kg, %20.1 ham protein, deneme 2’de 2780 kcal/ME, %17.0 ham protein içermiştir. Toplam M+C’yi belirlemek için deneme 1 ve deneme 2 rasyonuna sırasıyla %0.64’den %0.89’a kadar, %0.54’ten %0.79’a kadar 6 farklı düzeyde DL-metiyonin eklenmiştir. Toplam M+C gereksinimi 4-21 günlük süreçte canlı ağırlık ve yem değerlendirme oranı için sırasıyla %0.77 ve %0.75 bulunurken, 21-40 gün yaş için ise hem canlı ağırlık hem de yem değerlendirme oranı için %0.67 olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, sıcaklık stresi altında ek sindirilebilir M+C gereksinim düzeyi, canlı ağırlık ve yem değerlendirme oranı için, deneme 1’de sırasıyla %0.67 ve %0.65 iken, deneme 2’de hem canlı ağırlık hem de yem değerlendirme oranı için %0.60 olarak belirlenmiştir.

2.2. Laboratuvar Hayvanlarında Kolin Metiyonin ve Mezo-İnozitol Kullanımına İlişkin Çalışmalar

Lombardi ve ark. (1968), kolin eksikliğinden kaynaklanan yağlı karaciğer ve hepatik trigliseritlerinin salınımını azaltmaya yönelik yaptıkları araştırmada, 15-18 saat süreyle kolince yetersiz (CD) ve ek kolin katkılı (CS) rasyonla beslenen ratların damar içine palmitat-1-¹⁴C’in enjekte edilmesinden sonra, karaciğer trigliseritlerini çok hızlı bir şekilde sınıflandırmışlardır. CS ratlarında, karaciğer trigliseritlerinde radyoaktivitede zamanla çok fazla bir kayıp olduğunu saptamışlar ve aynı zamanda, CS grubu hayvanlarına göre CD ratlarının plazma trigliseritlerinde önemli düzeyde daha düşük radyoaktivite görüldüğünü, CD ratlarının plazma trigliseritlerindeki bu düşük radyoaktivitenin, çok düşük yoğunluklu lipoprotein (VLDL) trigliseritlerinin spesifik aktivitesinden ve zorunlu olarak daha düşük bir düzeyden kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir. Belirlenmiş palmitat ve tritonun (histokimyasal ve biyokimyasal çalışmalarda kullanılan deterjan veya temizleyici) damar içine enjeksiyonundan sonra, CS hayvanlarına göre CD ratlarının plazma trigliserit ve fosfolipitlerinde önemli derecede daha az radyoaktivite gözlemişler, bunun yanında, triton

hiperfosfolipidemi sonrasında, CD olan ratlarda belirgin oranda daha da düştüğünü, kolince yetersiz (CD) beslenen ratlarda yağlı karaciğerin gözlemlendiğini ve hepatik trigliseritlerin plazmaya salınımının azaltılmış olduğunu saptamışlardır.

Burton ve ark. (1976), mezo-inozitol içermeyen rasyonla beslenen ratların neonatal ve büyüme dönemlerinde mezo-inozitol metabolizmasını araştırmışlardır. Holtzman cinsi neonatal ratları 6 günlük iken, 10 gün süreyle midesel boru sokma yoluyla mezo-inozitolün kısıntılanmış sıvı formu ile beslemişler, sonra 72 gün yaşa gelinceye kadar saflaştırılmış mezo-inozitolden yoksun rasyonla beslemişlerdir. Mezo-inozitol/100 ml formüllü ya da 150 mg mezo-inozitol/100 gr diet verilen iki grup arasında canlı ağırlık kazancı bakımından hiçbir farklılığın görülmediğini belirtmişlerdir. Rasyonun, karaciğer dışında, serbest mezo-inozitol düzeylerini, kontrol grubuna göre düşürdüğünü, karaciğerde serbest ve lipide bağlı mezo-inozitolün azaltılmış olmasına rağmen, herhangi bir yaştaki genç ratlarda yağlı karaciğerin varlığına dair hiçbir kanıt bulunmadığını saptamışlardır.

Burton ve Wells (1976), ratlarda laktasyon ve gelişim süresince mezo-inozitol metabolizması ve rasyona eklenen mezo-inozitol ile laktasyon döneminde meydana gelen yağlı karaciğerin önlenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Mezo-inozitolce yoksun rasyon, hesaplanamayan düzeyde mezo-inozitol içermektedir. Katkılı rasyon ise ek sukroza karşılık, %0.5 oranında ek mezo-inozitol içermektedir. Her iki rasyonda da, %25 kazein, bilinen tüm vitaminlerin yeterli miktarı, kolin ve esansiyel yağ asitleri ile mikroorganizmalar tarafından rasyona mezo-inozitol katkısını baskılamak için de %0.5 pitalilsülfatiazol bulunmaktadır. Holtzman ırkı gebe ratları, gebelik ve laktasyon süresince ayrı ayrı rasyonlarla ve yavruları da süten kesimden sonra 3 ay yaşa kadar, uygun rasyonla beslemişler, muamele grupları arasında canlı ağırlık bakımından önemli bir farklılığın görülmediğini, rasyona mezo-inozitol katkısının, yavruların her yaşında, plazma, karaciğer, böbrek ve bağırsaklardaki mezo-inozitol düzeyinde önemli düzeyde artışa neden olduğunu saptamışlardır. Aynı zamanda laktasyon süresince meme dokusu ve sütteki mezo-inozitol düzeylerinde de önemli düzeyde artışa neden olduğunu belirtmişler, laktasyon süresince, mezo-inozitol, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında fosfatidil-inozitolün %50 ve toplam fosfolipit fosforunun da %57 azaltılmasıyla şiddetli yağlı karaciğeri (%31 w/w)

oluşturan bağları engellediğini, sütten kesimden sonra, köprülerini engelleyen mezo-inozitolün, karaciğerin yağ içeriğinin normale (%4.5) döndürdüğünü ifade etmişlerdir. Buna göre; serbest mezo-inozitolün olası bir eşik düzeyinin, bu diyetel koşullar altında süt oluşumu sırasında yağlı karaciğeri önlemek için gerekli olduğunu, aynı zamanda; yoksun olan rasyonun döllülük üzerine etkilerini, spermatozoid sayısı ve yavru üretimi ele alındığında, kontrol grubunun erkekleri ile muamele grubu arasında hiçbir farklılığın görülmediğini, her iki grubun dişilerinin yavru üretimi için eşit yetenek gösterdiğini ileri sürmüşlerdir.

Chahl ve Kratzing (1977), ratlarda lipotropik aktivite için kolin ve metiyonin gereksinmesini belirlemek amacıyla farklı çevre sıcaklıklarında sürdürülen deneme kurmuşlardır. Genç ratları, kolinden yoksun rasyonlarla beslemişler; aşırı lipit birikimini önlemek için, 21 °C de yemin her 100 gramına 25 mg ve 50 mg kolin ile 33 °C de yemin her 100 gramına 100 mg kolin eklendiği zaman, her iki derece sıcaklık derecesinde de hepatik lipit düzeyinin normal kaldığını gözlemişlerdir. Bu değerleri, her iki derece sıcaklıkta, her bir rat için ortalama günlük yem tüketimine 3 mg kolin olacak şekilde eşitlemişler ve bunun da sırasıyla 21 °C de 5.5 mg ve 33 °C de 7 mg olduğunu belirtmişlerdir. Kolinden yoksun standart rasyonda, histidin yetersizliğinden dolayı gelişme daha yavaş olduğunda, normal hepatik lipidi, 21 °C ve 33 °C de, her 100 gr yem için 50 mg kolin eklenmesiyle korunduğunu, 100 gr yeme 340 mg olan standart rasyon değerinden 2 ya da 3 kat daha fazla metiyonin içeriğinin yükseltilmesinin, 21 °C ve 33 °C de hepatik lipit değerinin düşürülmesinde, her 100 gr yem için 200 mg kolin eklenmesi kadar etkili olduğunu saptamışlardır.

Hayashi ve ark. (1978), ratlarda, mezo-inozitol yetersizliğinin lipit metabolizması üzerine etkilerini ve sebep olduğu lipolizisdeki artışın mekanizmasını incelemişlerdir. Ratlarda mezo-inozitol yetersizliğinde adipoz dokuda lipolizisin teşvik edilmesinden dolayı karaciğerde triasilgliserollerinin aşırı birikiminin meydana geldiğini (Hayashi, et al., 1974) ifade etmişlerdir. Adrenalin, kortikotropin ve epididimal adipoz dokunun insuline verdiği lipolitik cevabın, yetersizlikten dolayı değişmediğini, fakat, hormona duyarlı lipaz aktivitesi, plazmanın adrenalin düzeyi ve kan basıncının, mezo-inozitolca yetersiz beslenen ratlarda daha yüksek çıktığını ve

adrenalektominin etkilemediğini, fakat simpatik sinir tutucularının (reserpin, heksametoniyum ve bupranolol) yönetimi, yetersiz olan ratlarda serumun serbest yağ asitlerinin artışı ve karaciğerin lipit birikimini engellediğini ve sonuçların, adipoz dokularda simpatik sinir terminallerinin sinirleri kuvvetlendirici etkisiyle oluşan lipolizisde artışın meydana geldiğini belirlemişlerdir (Hayashi ve ark., 1978).

Andersen ve Holub (1980a), ratlarda rasyona eklenen mezo-inozitol ve diğer lipotrop maddelerin hepatik lipitlerin üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Hepatik trigliserit (TG) birikiminin, kolin yokluğunda rasyona eklenen mezo-inozitol düzeyi ile ters yönde değiştirildiğini ve karaciğer TG'sinin temel yağ asitlerinin her birinin de benzer şekilde etkilendiğini, mezo-inozitolden yoksun beslenen ratların karaciğer TG'sinin temel yağ asitleri kompozisyonunun az etkilenmesine rağmen, palmitoleik asit (16:1) genel olarak daha yüksek ve stearik asit (18:0) daha düşük bulunduğunu, bundan başka, hem karaciğerdeki esterleşmemiş yağ asit (NEFA) düzeyinin, hem de kompozisyonundaki değişimin çok fazla olduğunu belirtmişlerdir. Mezo-inozitol veya kolin içeren rasyona, ek olarak (ağırlığın %0.2'si) oranında DL-metiyonin eklenmesinin hepatik TG konsantrasyonunu etkilemediğini, NRC'nin belirlediği 5.4 mmol/kg yem'lik gereksinme düzeyinde rasyonda kolin olduğu halde, ek mezo-inozitolün, sadece kolin ile birlikte rasyona eklenmesi ile karaciğer TG düzeyini mevcut düzeyin altına düşürdüğünü ortaya koymuşlardır. 5.4 mmol/kg yem düzeyi ile kıyaslandığı zaman, karaciğerde TG birikimini önlemedeki temel prensip üzerinde mezo-inozitol katkısının kolin kadar etkili olduğunu saptamışlardır.

Andersen ve Holub (1980b), ratlarda karaciğerde yağ birikimi üzerine mezo-inozitolün etkisini incelemişlerdir. Rasyona Susinil sulfatazol eklenmesinin karaciğerin TG konsantrasyonunda artış sağlamak için gereksiz olduğu kararına varılmıştır. TG birikimi, genç ratlarda mezo-inozitolca yetersiz olan koşullar altında, maksimum düzeyi belirlendikten sonra azaldığı gözlenmiştir. Hem genç erkek, hem de dişi ratlar, insan dietlerindeki mezo-inozitol düzeyine benzer düzeyde ek katkı yapıldığı zaman cevap vermişlerdir.

Beach ve Flick (1982), ratlarda mezo-inozitol yetersizliğinin karaciğerin yağ asidinin sentetik enzimleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. 100 gr ağırlığındaki genç ratları, 48 saat aç bırakıp ardından 2 hafta süreyle serbest olarak ya canlı

ağırlığın %0.5'i oranında mezo-inozitol içeren kontrol rasyonu ile, ya da saflaştırılmış mezo-inozitolca yetersiz rasyon ile beslemişlerdir. Her iki gruptaki ratların canlı ağırlık kazancı aynı olup karaciğer triasilgliserol düzeylerinin 4, 8 ve 14 günlük beslemeden sonra, mezo-inozitolca yetersiz beslenen ratlarda, kontrol grubundaki ratlarınkinden sırasıyla 1.8-, 3.5- ve 3.0-kat daha yüksek bulunduğunu ortaya koymuşlardır. Mezo-inozitolca yetersiz beslenen grubun karaciğerin yağ asit sentetaz ve asetil-CoA karboksilaz enziminin spesifik aktivitelerinin, kontrol grubundan 1.5-2.0 kat yükseltildiğini, 3-4 günlük beslemeden sonra maksimum bir düzeye ulaştığını ve sonradan aktivitelerin kontrol düzeylerine düştüğünü, yetersiz grupta yağ asit sentetazın sentez oranının, 12-18 saatlik beslemeden sonra kontrol grubundan önemli derecede (1.5-2.0 kat) daha yüksek olduğunu ve 1 günün sonuna kadar kontrol düzeyine düştüğünü, bu zaman periyodu boyunca, karaciğer protein sentezi, ya da yağ asit sentetazın yarı ömrünün toplam oranının, her ikisinde de gruplar arasında hiçbir farklılık göstermediğini ifade etmişlerdir. Ayrıca; ratlarda mezo-inozitol yetersizliği, yetersizliğin erken döneminde dokudaki lipojenik enzimlerin çok önemli düzeylerinden dolayı bu sonuçların ve dolayısı ile karaciğer lipodistrofisinin gözlemlendiğini ileri sürmüşlerdir.

Farnworth ve ark. (1983), ratlarda kolin ve metiyonin durumunu ve bunların miyokardiyal ve beslenme üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bu çalışmayı, ratlarda kazeine dayalı besinsel yeterliliği olan rasyonun düzenli kullanılmasıyla, sebze yağlarının kardiyopatojenitesini test etmek amacıyla değerlendirmişlerdir. %20 ağır kazein, %20 soya yağı ve metiyonin varlığı ya da yokluğu durumunda, kolinin farklı düzeylerini içerecek şekilde oluşturulan rasyonla ve Sprague-Dawley ratlarını 16 hafta süreyle beslemişlerdir. Metiyonin katkılı rasyonla beslenen ratlarda, trigliserit ve normal aminoasit metabolizmasında, karaciğerin lipidlerinin artırıldığı, büyüme ve yem tüketiminin de geliştirildiği, bir başka ifadeyle, kolin katkısının, karaciğer lipid düzeyini düşürdüğü saptanmıştır. Fakat büyüme ve yem tüketimi üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını ve sonuçların; % 20 kazein ve %20 yağ içeren bu yüksek kalorili rasyonun besinsel yeterliliğini temin etmek için, metiyonin katkısına gereksinim olduğunu ileri sürmüşlerdir. Fakat bu çalışmada, erkek ratlarda, kalp lezyonu oluşma ihtimalinin, metiyonin ya da kolin katkısından kaynaklandığını

belirten herhangi bir kanıta rastlanmadığını ve bu sonuçların, rasyonun kolin ya da metiyonin durumundan değil de rasyondaki yağın tipi ve miktarından kaynaklanmış olabileceğini, ayrıca; erkek ratlarda kalp lezyonları ile ilişkilendirildiğini ifade etmişlerdir.

Leclerc ve Miller (1989), laktasyondaki ratların karaciğer nötral lipit içeriği ile rasyondaki mezo-inozitol ve kolin düzeyleri üzerine yaptıkları çalışmada, laktasyon süresince ratların, metiyonin eklenmiş düşük proteinli ya da yeterli düzeyde protein ve %40 oranında fruktoz içeren rasyonla beslenmesinin, önemli derecede karaciğer yağlanmasına neden olduğunu bulmuşlardır. Kolin eklenmeksizin, mezo-inozitol eklenmesi ise düşük proteinli ve yeterli düzeyde protein içeren rasyonlardan kaynaklanan yağlanmayı önemli düzeyde azalttığı saptanmıştır.

Potter ve Kies (1990), ratlarda, bitki ve hayvan proteinlerinde, farklı sülfürlü aminoasit içeriklerinin serum ve doku lipitleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Sütten yeni kesilmiş 60 erkek Wistar-Kyoto ratı, 2 protein kaynağı (izole soya proteini ve kazein) ile metiyonin ya da sistein içermeyen 3 farklı dozda sülfürlü aminoasit katkılı yem ile beslenmişler, protein tüketiminin bu düzeyinde (canlı ağırlığın %10'u), soya proteini içeren rasyonla beslenen ratların, kazein proteini içeren rasyonla beslenen ratlarla benzer serumda lipit konsantrasyonuna sahip olduğu bulunmuştur. Kolinin lipit metabolizması üzerinde, metiyonin ve sisteinin etkilerinden bağımsız olduğunu belirlemek için rasyona kolin eklenmemiş, sistein eklenmesinin, daha düşük lipit düzeyi oluşturduğu, metiyoninle birlikte protein eklenen rasyonla beslenen ratlarda ise serumun lipit değerlerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Karaciğerin lipit konsantrasyonları, izole soya proteininin sisteinle birlikte eklenmesiyle çok fazla arttığı, protein kalitesinin, protein etkililik oranında belirtildiği gibi sülfürlü aminoasitlerinin eklenmesiyle iyileştirildiği belirlenmiştir. Fakat, metiyoninin en yüksek etkiye sahip olduğu ve sonuçların, rasyonda kolin yokluğunda, sülfürlü aminoasitlerinin lipit metabolizması üzerindeki etkilerini tayin ettiği, fakat bu mekanizmanın hangisi tarafından meydana getirildiğinin bilinmediği ileri sürülmüştür.

Kenney ve Carlberg (1995), aerobikle eğitilen ratların, karaciğer ve karkas yağ düzeyleri üzerinde kolin ve mezo-inozitolün etkilerini araştırmışlardır. Kolin ve mezo-inozitolün, depo edilen yağların yanmasını kolaylaştırdığı, kolin ve mezo-inozitolca yetersiz beslenen ratların karaciğerinde aşırı ya da anormal düzeyde kolesterol ve trigliserit birikimini önlediği ifade edilmiştir. Bu çalışmada, kolin ve mezo-inozitol tüketiminin olup olmadığı durumlarda, yeterli düzeyde aerobikle eğitilen ratların karaciğer ve karkas yağ yüzdelere etkilerini belirlemek için 19 rat, 10 hafta süreyle aerobikle eğitilmiştir. Daha sonra rasgele seçilen ratlar, biri kontrol diğeri muamele olmak üzere 2 gruba ayrılıp, kontrol grubuna sadece standart yem verilirken, muamele grubuna standart yeme ek olarak kolin ve mezo-inozitol karıştırılarak verilmiştir. Ratlar, 24 günlük aerobik eğitiminden sonra kesilip, karkas yüzdesi ve karaciğer yağı, lipid ekstraksiyon yöntemi ile belirlenmiştir. Gruplar arasında karaciğerin yağ yüzdesi bakımından farklılığın önemli olduğu ve muamele grubunda daha az yağ miktarı (%6.69 $\pm$ 2.23'e karşılık %9.22 $\pm$ 2.91; $r = 0.05$) belirlenmiştir. Bundan başka, karkas yüzdesinde önemli derecede farklılığın görülmediği, oysa 24 günlük eğitim süresince canlı ağırlık kazancında önemli bir farklılığın gözlemlendiği ve muamele grubunda canlı ağırlık kazancının daha az olduğu saptanmıştır (5.1 $\pm$ 9.2 karşılık 11.8 $\pm$ 3.1 gr; $r < 0.05$). Karkas yağı yüzdesi üzerinde etkinin olmaması, adipoz doku miktarını azaltmayan kolin ve mezo-inozitolden kaynaklandığı; ancak karaciğer yağı azalırken de canlı ağırlık kazancının artmasının engellenebileceği ileri sürülmüştür.

Katayama (1999), son zamanlara kadar, fitik asit (mezo-inozitol hekzafosforik asit, IP₆) ile ilgili çok sayıda yayınlanmış raporlarda genelde mineral oluşumunu düşürme ihtimalleri üzerinde durulduğunu; çünkü mezo-inozitolün lipotropik bir faktör fonksiyonuna sahip olduğunu ifade etmiş ve rasyondaki IP₆'nın aynı zamanda aşırı karaciğer lipidlerini de azaltıp azaltmayacağını araştırmıştır. Bu amaçla erkek Wistar ratlar, 12-14 gün süreyle, sükröz ya da mısır nişastalı rasyonlara ek mezo-inozitol ve IP₆ ilave ederek beslenmiştir. Eşit miktarda mezo-inozitol ya da IP₆'un, karaciğerin lipid düzeyinde ve sükrözla beslemeden kaynaklanan karaciğerin lipojenik enzim aktivitelerindeki azalmayı benzer şekilde baskıladığı ortaya konulmuştur. Fakat, rasyondaki mezo-inozitol ve fitatın, hepatik lipid birikimini

teşvik eden, hepatik lipoprotein salgılamasının ciddi inhibisyonunun sebep olduğu bilinen orotik asidi (B₁₃ vitamini) önlemediği ve bu sonuçların, mezo-inozitol ve fitatın, hepatik lipogenezin artmasından kaynaklanan yağlı karaciğere karşı koruma sağladığı önerilmiştir.

Kern ve ark. (2002), eşit miktarda metiyonin içeren rasyonla beslenen ratlarda kazeine karşı, izole soya proteininin (SPI), kan lipitleri ve yağlanma üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. 28 erkek Sporgue-Dawley ratlarını (canlı ağırlık 230-250 gr arasında), SPI veya %20 kazein içeren standart yeme L-metiyonin eklenerek oluşturulan rasyon ile beslenmişler, 28 gün sonra, epididimal yağ tabakası ile kanın trigliserit, total kolesterol ve HDL-kolesterolü (yüksek yoğunluktaki lipoprotein) belirlenmiştir. Sonuçlar, kazein ve SPI grupları arasında benzerlik gösterdiği ve sırasıyla yem tüketimi; 519 $\pm$ 90 yerine 490 $\pm$ 115 gr, canlı ağırlık; 144 $\pm$ 35 yerine 133 $\pm$ 28 gr, yem değerlendirme oranı; 0.29 $\pm$ 0.09 yerine 0.28 $\pm$ 0.06, epididimal yağ ağırlığı; 5.409 $\pm$ 2.076 yerine 4.768 $\pm$ 1.867 gr, serumdaki trigliserol konsantrasyonu; 96.3 $\pm$ 41.8 yerine 93.4 $\pm$ 37.4 mg/dL, HDL-kolesterolü; 32.6 $\pm$ 7.4 yerine 33.8 $\pm$ 4.4 mg/dL olarak bulunmuştur. Fakat, total kolesterol (73.8 $\pm$ 17.8 yerine 59.3 $\pm$ 11.9 mg/dL) konsantrasyonu, kazeinle beslenen ratlarda, SPI ile beslenen ratlara göre daha yüksek olmuştur. Bu sonuçlar ile metiyonin katkısının ve soya proteininin, yağ deposunun azaltılması üzerindeki etkisini bertaraf edebileceği konusunda fikir verdiği, fakat, metiyoninin yaygın olarak soyanın gözlenen hipokolesterolemik etkilerini kaldırmadığı ortaya koyulmuştur.

Feoli ve ark. (2003), farklı yağ içerikli rasyonlarla beslenen ratlar ve etlik piliçlerde serum ve karaciğerin lipit içeriklerini araştırmışlardır. Rasyonun yağ kompozisyonu, kardiovasküler hastalıklarla ilişkili olan serumun kolesterol düzeyini belirlediği için rasyona farklı düzeylerde hindistan cevizi yağı, soya yağı ve kolesterol eklenerek bu katkıların ratlar ve tavukların serum ve karaciğerin lipit kompozisyonuna etkileri değerlendirilmiştir. 21 gün yaşta erkek Wistar ratları, 7 gruba ayrılmış ve bunlara ticari yem veya ticari yeme ek olarak %1 oranında kolesterol içeren ve kolesterol içermeyen rasyona, %5 ve %20 oranında soya yağı, %20 oranında hindistan cevizi yağı eklenmiş yemle beslenmişlerdir. Cıvcivler ise 4 gruba ayrılarak, her bir grup %1 kolesterollü ve kolesterolsüz olmak üzere, %15

düzeyinde soya yağı, %15 düzeyinde hindistan cevizi yağı içeren rasyonla beslenmişlerdir. Sonuç olarak; ratlarda, karaciğerdeki hepatik kolesterol ve trigliserit miktarı, %20 soya yağı ve %1 kolestrol içeren grupta, %20 hindistan cevizi yağı ve %1 kolestrol içeren gruba göre daha yüksek olduğu, soya yağı ve kolesterolü grup ile karşılaştırıldığı zaman, en yüksek serum kolesterol ve triasilgliserol düzeyinin, hindistan cevizi yağı ile beslenen grupta görüldüğü, serumda triasilgliserol, HDL (yüksek dansiteli lipoprotein) ve total kolesterol düzeylerinin, kolesterolle birlikte hindistan cevizi yağı içeren grupta artış gösterdiği, piliçlerde ise, en yüksek hepatik kolesterol, %1 kolesterolle birlikte %15 hindistan cevizi yağı içeren grupta meydana geldiği, bu rasyonların, serumun triasilgliserol düzeylerini değiştirmemesine rağmen, toplam ve HDL-kolesterol düzeylerini, hindistan cevizi yağı ile birlikte kolesterol içeren grupta arttığını, ayrıca deneme hayvanı tipinin, lipid metabolizmasını etkilediğini saptamışlardır.

Okazaki ve ark. (2006), 1,1,1-trichloro-2,2-bis (p-chlorophenyl) etan (DDT) ile beslenen ratlarda karaciğere ait lipidleri ve mezo-inozitol(MI) durumu üzerinde rasyona katılan %0.2 inozitol stereoizomerinin etkilerini incelenmişlerdir. Rasyondaki MI ve etan (DDT) ile beslenen ratlarda karaciğer lipidlerinin azaldığını, rasyondaki ek D-chiro-inozitol (DCI) ve L-chiro-inozitol (LCD)'nin her ikisinin de DDT ile beslemeden dolayı karaciğerin lipidlerindeki artışta hızlandırıcı etkiye sahip olduğu, diyetel mezo-inozitolün (MI), karaciğerde serbest mezo-inozitol düzeyini ve fosfatidilinozitol/fosfatidilkolin oranını artırdığı, fakat; diyetel DCI'nin bu oranı azalttığını saptanmıştır.

3. MATERYAL VE METOD**3.1. Materyal**

Mevcut doktora çalışması çerçevesinde etlik piliç rasyonlarına eklenen kolin+metiyonin ve mezo-inozitol+metiyoninin değişik kombinasyonlarının yem tüketimi, yem dönüşüm oranı, canlı ağırlık kazancı, soğuk karkas ağırlığı, karkas randımanı, abdominal yağlanma, karaciğer ve kan serumunda trigliserit konsantrasyonu ve total lipit içeriği gibi parametreler üzerine olan etkilerinin araştırılması için bir deneme yürütülmüştür. Çalışma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Anabilim Dalı Etlik Piliç Deneme Ünitesinde gerçekleştirilmiştir.

3.1.1. Hayvan Materyali

Kolin+metiyonin ve mezo-inozitol+metiyoninin farklı düzeylerinin incelendiği bu denemede, hayvan materyali olarak bölgedeki bir firmadan temin edilen bir günlük Ross 308 dişi etlik civcivler kullanılmıştır.

3.1.2. Yem Materyali

Araştırmada kullanılan ticari standart piliç yemi bölgedeki yem fabrikalarından sağlanmıştır. 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. Çalışmada 0-11. günlük dönemde etlik civciv başlangıç yemi, 11-30. günlük dönemde etlik civciv yemi, 30-38. günlük dönemde etlik piliç yemi ve 38-44. günlük dönemde ise kesim öncesi bitirme yemi kullanılmıştır. Denemede kullanılan bütün yemlerin kuru madde, ham kül, ham yağ ve ham protein analizleri Weende analiz yöntemine göre (Nehring, 1960), ham selüloz analizleri ise Lepper (Bulgurlu ve Ergül, 1978) analiz yöntemine göre yapılmıştır. Kullanılan rasyonların hammadde bileşimi Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme’de Kullanılan Rasyonların Yapısı ve Besin Madde İçerikleri

Hammaddeler (gr/kg)	DÖNEMLER			
	0-11. Gün Başlangıç Yemi	11-30. Gün Civciv Yemi	30-38. Gün Piliç Yemi	38-44. Gün Kesim Öncesi Yem
Mısır	528.5	546	481	522.6
Yarım yağlı soya	330	284	330	297
Mısır gluten unu	30	30	0	0
Bonkalite	10	20	50	50
Et kemik unu	20	25	30	45
Tavuk unu	0	25	35	45
Balık unu	50	30	19	0
Bitkisel yağ	0	12	29	24
Tuz	2	1	1.5	1.5
Soda	1	2	2	2
Mermer tozu	9	5.5	4.5	0
Toksifiks	1	1	2	1
DL-Metiyonin	1.5	2	2	2.4
DCP 18	9	7.5	5.5	4.5
Mineral karışımı*	2	2	2	2
Probiyotik	2	2	2	0
Vitamin karışımı**	2	2	2	1
Antibiyotik	1	0	0	0
Antikoksidial	0	0.5	0.5	0
Lizin	1	2.5	2	2
TOPLAM	1000	1000	1000	1000
Hesaplanmış ve Analiz Edilmiş İçerik				
Ham kül (%)***	4.92	4.70	5.16	6.36
Kuru madde***	89.96	89.81	90.10	90.19
Ham yağ (%)***	9.30	8.05	13.94	10.93
Ham protein (%)***	23.72	22.88	20.66	20.98
Ham selüloz(%)***	3.08	3.54	3.25	3.84
ME (kcal/kg)	3150	3150	3200	3300

* 2 kg'ında 100 000 mg Mangan, 60 000 mg Demir, 120 000 mg Çinko, 5 000 mg Bakır, 500 mg Kobalt, 2 000 mg Iyot, 150 mg Selenyum, 500 000 mg Kolin klorid içerir.

** 2 kg'ında 13 500 000 I.U. Vitamin A, 5 000 000 I.U. Vitamin D3, 125 000 Vitamin E, 5 000 mg Vitamin K₃, 5 000 mg Vitamin B₁, 12 000 mg Vitamin B₂, 55 000 mg Niasin, 15 000 mg Kalsiyum-D Pantotenat, 5 000 mg Vitamin B₆, 50 mg Vitamin B₁₂, 2 000 mg Folik asit, 350 mg D-Biotin, 100 000 mg Vitamin C, 10 000 mg Antioksidan içerir.

***Analizle bulunan besin madde içeriği.

Deneme süresince hayvanlara yem ve su *ad-libitum* olarak sağlanmıştır. Ham besin madde analizleri Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Zootečni Anabilim Dalı'ndaki Yemler ve Hayvan Besleme Laboratuvar'ında yapılmıştır.

3.1.3. Deneme Odası

Denemenin yürütüldüğü deneme ünitesinin genel görünümü Resim 3.1'de belirtilmiştir.

Kolin+metiyonin ve mezo-inozitol+metiyoninin değişik kombinasyonlarının etkisinin incelendiği denemede kullanılan normal koşulların sağlandığı 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 (Resim 3.1).



Resim 3.1. Etlik Cıvciv Deneme Ünitesinin Genel Görünümü

Deneme odasındaki sıcaklık, sıcaklığı ayarlanabilen termostatl ı iki radyatörle sağlanmış, odadaki sıcaklık ilk hafta 33°C olmak üzere her hafta 3'er °C düşürülerek dördüncü haftadan itibaren 24°C olarak ayarlanmış, dış ortam sıcaklığının yüksekliğine bağlı olarak 24-29°C arasında değişim göstermiştir.

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.

3.1.4. Kafes, Yemlik ve Suluklar

Denemede blok şeklinde 3 katlı ve her biri 38x40x38 cm boyutlarında 9 bireysel kafeste yetiştirilmişlerdir. Hayvanların yaş dönemlerine göre büyüklüğü değişen yemlik ve suluk kullanılmıştır (Resim 3.2). Alüminyumdan imal edilmiş olan yem ve su kaplarının 0-3 haftalık dönemde yüksekliği 7 cm, çapı 7 cm, 3-4 haftalık dönemde yüksekliği 10 cm, çapı 7 cm ve 5-6 haftalık dönemde ise yüksekliği 10 cm, çapı 9 cm'dir (Resim 3.3). Kafeslerin alt kısımlarına ise dışkıların döküldüğü sacdan yapılmış tablalar yerleştirilmiştir.



Resim 3.2. Araştırmanın Yürütüldüğü Deneme Ünitesindeki Kafeslerin Genel Görünümü



Resim 3.3. Araştırmanın Farklı Dönemlerinde Kullanılan Yemlik ve Sulukların Genel Görünümü

3.2. Metod

3.2.1. Deneme Gruplarının Oluşturulması

Deneme başı canlı ağırlıkları ortalama 45.5 gr olan 108 civciv her grupta 12 hayvan olacak şekilde 9 muamele grubuna tesadüfen dağıtılmıştır.

Deneme başı canlı ağırlıkları birbirine benzer, her birinde 12 hayvan olacak şekilde biri kontrol (0) ve 8'i muamele olmak üzere (1800 mg/kg kolin + %0.40 DL-metiyonin, 1800 mg/kg kolin + %0.80 DL-metiyonin, 3600 mg/kg kolin + %0.40 DL-metiyonin, 3600 mg/kg kolin + %0.80 DL-metiyonin, 800 mg/kg mezo-inozitol + %0.40 DL-metiyonin, 800 mg/kg mezo-inozitol + %0.80 DL-metiyonin, 1600 mg/kg mezo-inozitol + %0.40 DL-metiyonin, 800 mg/kg mezo-inozitol + %0.80 DL-metiyonin) 9 grup oluşturulmuştur.

Denemede kullanılan muamele rasyonlarına çizelge 3.2'deki deneme planında belirtildiği düzeylerde yem katkı maddeleri (kolin klorid (%60'lık), DL-metiyonin ve mezo-inozitol) homojen bir şekilde karıştırılarak hazırlanmıştır.

Çizelge 3.2. Kolin Metiyonin ve Mezo-İnozitolün Farklı Düzeylerinin İncelendiği Deneme Planı

Grup	Kullanılan katkı 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

Deneme planında gruplar harflendirilirken F harfine yer verilmemesinin nedeni, deneme odasındaki çalışmalar esnasında, kafes ve yemlik etiketlerinde E ve F harfinin benzerliğinden dolayı bu harflerin karıştırılma ihtimali dikkate alınmıştır.

3.2.2. Performans Verilerinin Hesaplanması

Yem tüketimlerinin belirlenmesi amacıyla günlük verilen yem miktarı, dara+yem olacak şekilde ölçülmüş ve her gün eksilen miktar kaydedilerek günlük yem tüketimleri saptanmıştır.

Yem dönüşüm oranı da haftalık olarak tüketilen yem miktarının canlı ağırlık kazancına bölünmesiyle elde edilmiştir (Eşitlik 3.1).

$$\text{Yem dönüşüm oranı} = \frac{\text{Yem tüketimi (gr)}}{\text{Canlı ağırlık kazancı (gr)}} \quad (\text{Eşitlik 3.1.})$$

Denemede piliçlerin canlı ağırlıkları haftalık yapılan tartımlarla belirlenmiştir. Canlı ağırlık kazançları ise haftalık yapılan tartımlardan deneme başı canlı ağırlığının çıkarılmasıyla saptanmıştır.

Deneme süresince farklı gruplardan toplam 4 hayvan ölmüş, ölen hayvan sayısı %5'in altında olması nedeniyle ölüm oranı hesaplanmamıştır. Çalışmanın son haftasında kafese bağlı ayak problemlerinin ortaya çıkması nedeniyle 10 hayvanın yem tüketimi düşmüş ve buna bağlı olarak canlı ağırlık kazancında gerileme olmuştur. Bu hayvanlar grup ortalamalarını temsil etmediğinden dolayı deneme dışı bırakılmıştır.

3.2.3. Kesim ve Karkas Özelliklerinin Saptanması

Deneme sonunda (44. gün) gruplardaki hayvanların kesim öncesi canlı ağırlıklarının tespiti için yemlik ve suluklar kesimden iki saat önce önlerinden alınarak her grubun bireysel tartımları yapılmıştır.

Her gruptan rasgele 5 hayvan kan, karaciğer ve karkas analizleri için kesime hazırlanmıştır. Üzerinde numaralar olan plakalar ince bir metal tel yardımıyla hayvanların ayaklarına bağlanmış ve hayvanların strese kalmamalarına özen gösterilmiştir. Kesimden önce piliçlerin kanadından branşial damarlarından alınan kanlar bekletilerek serumları elde edilmiştir (Resim 3.4).

Serumları alınan kan örnekleri, üzerine hayvanın ayak numarası etiketle yazılmış olan ağzı kapaklı flakon içerisine konularak analiz edilinceye kadar -22 °C’de derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.



Resim 3.4. Kan Örneklerinin Alınması

Kesilen piliçler, vücuttaki kanın akması için yaklaşık 1-2 dakika bekletildikten sonra 50-54°C sıcaklıktaki suya 1.5-2.0 dakika daldırılarak tüy yolma makinesinden geçirilmişlerdir. Tüyleri yolunduktan sonra soğuk su dolu bir kazanda kısa bir süre bekletilmiştir ve sonra ayakları kesilip iç organları çıkarıldıktan sonra sıcak karkas ağırlığı ve karaciğer ağırlıkları belirlenmiştir (Resim 3.5).



Resim 3.5. Karaciğer Ağırlığının Belirlenmesi

Soğuk suyla yıkanan karkaslar, sularının süzülmesi için dinlendirildikten sonra kasalara konularak soğuk hava deposuna konulmuştur. +4 °C’de 24 saat bekletildikten sonra soğuk karkas ve abdominal yağ ağırlıkları tespit edilmiştir. Karaciğerler, ağırlıkları belirlendikten sonra üzerinde hayvanın ayak numarası etiketle yazılmış olan küçük kilitli plastik poşetler içerisine konularak buz dolu bir kap içerisinde karaciğer örnekleri alınincaya kadar muhafaza edilmiştir (Resim 3.6).



Resim 3.6. Karaciğerlerin Konulduğu Kilitli Plastik Poşetlerin Genel Görünümü

3.2.4. Karaciğer Örneklerinin Alınması

Kesim sırasında ağırlıkları saptanmış olan karaciğerlerden total lipit ve trigliserit analizlerini yapmak üzere doku örnekleri alınmıştır. Üzeri etiketli olan kilitli plastik poşetlere konulan karaciğerlerin her biri, Philips marka mikser kullanılarak 1 dakika süreyle püre haline getirilmiştir (Resim 3.7) ve (Resim 3.8).



Resim 3.7. Karaciğer Doku Örneklerinin Alınmasında Kullanılan Mikserin Genel Görünümü



Resim 3.8. Püre Haline Gelmiş Karaciğerin Genel Görünümü

Püre haline getirilen karaciğer dokusundan bir enjektör yardımıyla yaklaşık 2 gr örnek alınarak üzerine hayvanın ayak numarası etiketle yazılmış olan ağzı kapaklı flakon içerisine konulmuştur. Bunun üzerine daha önce 2/1 oranında hazırlanmış olan kloroform/metanol solusyonu örneğin üzerini kapatacak şekilde doldurulmuştur. Sonra flakonun ağzı sıkıca kapatılıp hava almasını engellemek amacıyla parafilm kağıdı ile iyice sarılmış ve analiz edilinceye kadar -22 °C’de derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

3.2.5. Karaciğer Örneklerinin Özütlenmesi

Piliçlerden alınan karaciğer doku örneklerinden total lipit özütlenmesi, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojileri Bölümü laboratuvarında yapılmıştır.

3.2.5.1. Karaciğer Dokusunda Total Lipit Tayini

Karaciğer dokusunda total lipit tayini Bligh ve Dyer (1959)’in uyguladığı yöntemle göre yapılmıştır. Analizi yapılmak üzere -22 °C’de saklanan 2 gr örnek, üzerine 120 ml kloroform/metanol (2/1) solüsyonu eklendikten sonra Warring blender ile karıştırılmıştır. Daha sonra bu örnekler üzerine 20 ml %0.4’lük CaCl_2 solüyonundan eklenerek süzme kağıdından (Scleicher&Schuell, 595^{1/2} 185 mm)

süzülen örnekler, 185 °C’de 2 saat etüvde bekletilip darası alınmış olan balon jojelere süzdürülmüştür. Bu balonlar ağzı hava almayacak şekilde kapatılıp 1 gece karanlık bir ortamda bekletilmiş ve ertesi gün metanol-sudan oluşan üst tabaka bir ayırma hunisi yardımıyla alınmıştır. Balonların içinde kalan kloroform-lipit kısmından kloroform 60 °C’de su banyosundan rotary evaporatör kullanılarak uçurulmuştur. Daha sonra balonlar etüvde 1 saat süreyle 60 °C’de bekletilerek içerisindeki kloroformun tamamının uçması sağlanmış ve bir desikatör içerisinde oda sıcaklığına kadar soğutulup 0.1 mg duyarlı hassas terazide tartılmıştır. Lipit oranının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır (Eşitlik 3.2).

$$\text{Lipit miktarı(\%)} = \frac{[\text{Balon Darası (gr)} + \text{Lipit (gr)}] - [\text{Balon Darası(gr)} \times 100]}{\text{Örnek Miktarı (gr)}} \quad (\text{Eşitlik 3.2.})$$

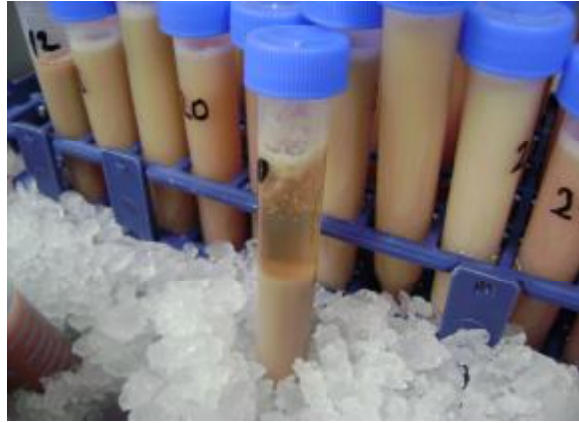
3.2.5.2. Karaciğer Dokusunda Triglicerit Tayini

Kesimden sonra mikser yardımıyla püre haline getirilip -22 °C’de muhafaza edilen karaciğer örneklerinden 2 gr alınıp cam tüp içine konulmuş ve örnek doku üzerine 30 ml distile su eklenmiştir. Ultra-Turrax T25 marka homojenizatörde 13.500 devir/dak’da 3 dakika süre ile buzlu ortamda homojenize edilmiştir (Resim 3.9).



Resim 3.9. Ultra Turrax T25 Homojenizatörün Genel Görünümü

Ham özütten 15 ml santrifüj tüpüne aktarılmıştır (Resim 3.10). Tüpler, soğutmalı santrifüj cihazında +4 °C’de 9000 rpm’de 30 dakika santrifüj edilmiştir. Daha sonra +2 °C’de üst kısmı berrak oluncaya kadar bekletilmiştir. Santrifüj edilen tüplerin süpernatant kısmından 4 ml alınıp kapaklı cam tüplere aktarılmış ve trigliserit analizi yapılmak üzere -22 °C’de muhafaza edilmiştir.



Resim 3.10. Homojenize Edilmiş Ham Özütlerin Genel Görünümü

Cam tüpler içinde bulunan süpernatandan 0.5 ml örnek alınıp, üzerine 1 ml distile su eklenmiştir. Vortekste hafif karıştırıldıktan sonra sulandırılmış örnekten bir miktar alınarak otoanalizör (Keylab-BPC Bio Sed) cihazında ticari trigliserit kiti kullanılarak karaciğer dokusundaki trigliserit miktarları tespit edilmiştir (Resim 3.11).



Resim 3.11. Biyokimya Analizlerinin Yapıldığı Otoanalizör Cihazının Genel Görünümü

3.2.6. Kan Parametrelerinin Hesaplanması

Serumun total lipit miktarı Fotometrik Dojaz Metodu (Lecoq, 1972) ile (Resim 3.12)'de görülen spektrofotometre ile trigliserit konsantrasyonu ise otoanalizör cihazında ticari trigliserit kiti kullanılarak tayin edilmiştir.



Resim 3.12. Örneklerin Spektrofotometrede Ölçümü

3.2.7. İstatistiksel Analizler

Deneme sonunda elde edilen verilerin istatistiki analizleri (SPSS 15.0) paket programı kullanılarak deneme modeline uygun olarak varyans analizi yapılmıştır. muamele gruplarına ait ortalamaların çoklu karşılaştırılmasında DUNCAN çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (Bek ve Efe, 1988).

Tesadüf parselleri deneme planına göre kurulan denemenin matematik modeli aşağıda verilmiştir.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij} \text{ olup}$$

burada;

Y_{ij} = i. rasyonun j. hayvanına ait gözlem değeri

e_{ij} = Tesadüfi hata

α_i = Rasyonun etkisi

μ = Populasyon ortalamasını göstermektedir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Etlik piliç rasyonlarına eklenen kolin+metiyonin ve mezo-inozitol+metiyoninin farklı kombinasyonlarının yem tüketimi, canlı ağırlık kazancı, yem dönüşüm oranı, kesim ve karkas özellikleri, karaciğer ve abdominal yağlanma ile karaciğer ve kan serumunda trigliserit konsantrasyonu ve total lipit içeriği gibi parametreler üzerine olan etkilerinin araştırıldığı denemede elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

4.1. Yem Tüketimi

Rasyona N (0), A (1800 mg/kg kolin + % 0.40 metiyonin), B (1800 mg/kg kolin + % 0.80 metiyonin), C (3600 mg/kg kolin+% 0.40 metiyonin), D (3600 mg/kg kolin+% 0.80 metiyonin) ile E (800 mg/kg mezo-inozitol + % 0.40 metiyonin), G (800 mg/kg mezo-inozitol + %0.80 metiyonin), H (1600 mg/kg mezo-inozitol + %0.40 metiyonin), K (1600 mg/kg mezo-inozitol+%0.80 metiyonin) içeren rasyonla beslenen muamele gruplarının yem tüketimi sonuçları Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Bu çizelgenin incelenmesinden de anlaşılabacağı gibi gruplar arasında birinci haftada istatistiki olarak önemli bir farklılık saptanmamasına karşın ($P>0.05$), ikinci haftada A, C ve H grubu ile K grubu yem tüketimleri arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar görülmektedir ($P<0.05$). A, C, H, K ve N (kontrol) grubunun ikinci haftadaki yem tüketimleri sırasıyla; 375.92, 373.90, 377.33, 341.11 ve 365.90'dır. A, C ve H grubunun yem tüketimleri kontrol (N) grubuna göre daha yüksek iken, K grubunda bu değerin daha düşük olduğu gözlenmektedir. Aynı şekilde B, D, E ve G grubunun yem tüketimleri de kontrol grubuna göre daha düşük olduğu saptanmıştır. A ve C grubu iki farklı düzeyde ek kolin(1800 ve 3600 mg/kg) ile %0.40 oranında metiyonin içerirken, H ve K grubu aynı oranda ek mezo-inozitol (1600 mg/kg) ile iki farklı oranda ek metiyonin (%0.40 ve %0.80) içermektedir. Yani A, C ve H grubunun ek metiyonin düzeyi %0.40 iken K grubu %0.80 oranında metiyonin içermektedir.

Çizelge 4.1. 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

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)

Bu da gösteriyor ki; gruplar arasında meydana gelen ve istatistiki açıdan önemli olan bu farklılığın; rasyonun yüksek orandaki ek metiyonin düzeyi ile alakalı olduğudur. Bu durum; rasyona katılan ek metiyoninin belli bir düzeye kadar yem tüketimini olumlu etkilediğini, fakat bu oranın %0.80'e kadar çıkarılmasının iştahı olumsuz etkilediğini göstermektedir.

Denemenin üçüncü ve dördüncü haftasında D grubu hariç diğer gruplar (N, A, B, C, E, G ve H) ile K grubu arasında önemli farklılık saptanmıştır ($P<0.05$). Üçüncü ve dördüncü haftadaki en yüksek yem tüketimi H grubunda, en düşük yem tüketimi ise K grubunda gözlenmiştir. Bunun yanında D, G ve K grubunun yem tüketimi N'den daha düşük iken, A, B, C, E ve H grubunun yem tüketimi N'den daha yüksektir.

Kontrol ve muamele gruplarının yem tüketimlerinin gösterildiği Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi, denemenin beşinci haftasında A, C, E ve H grubu ile K grubu arasında, altıncı ve yedinci haftada ise A ve H grubu ile K grubu arasında da önemli farklılıklar belirtilmektedir ($P<0.05$).

Deneme süresince yem tüketimine ait değerler incelendiğinde; metiyonin varlığında mezo-inozitolün, kolinin yem tüketimi üzerine etkisine benzer bir etkisi olduğu görülmektedir. Genel olarak ifade edilecek olursa, istatistiki açıdan önemli olmasa da; rasyonda ek kolin+metiyonin içeren gruplardaki yem tüketimi, mezo-inozitol+metiyonin içeren gruplara göre daha yüksek olmaktadır. Fakat bu etki, gerek kolin+metiyonin ve gerekse mezo-inozitol+metiyonin içeren muamele gruplarında, metiyoninin %0.40 düzeyinde olumlu iken %0.80 düzeyinde olumsuz olmaktadır. Nitekim dördüncü haftadan deneme sonuna kadarki süreçte, A, C, E ve H grubunun yem tüketiminin kontrol (N) grubuna göre daha yüksek olması ve buna karşın B, D, G ve K grubunda ise N grubuna göre daha düşük yem tüketimi göstermesi bu görüşü pekiştirmektedir. Çünkü; A, C, E ve H grubunun ortak özelliği %0.40 düzeyinde ek metiyonin, B, D, G ve K grubunun ortak özelliği ise %0.80 düzeyinde ek metiyonin içermesidir.

Bu çalışmada, A, B, C ve D grubu rasyonlarına standart yeme ek olarak kolin+metiyoninin farklı kombinasyonları eklenmiştir. Ayrıca, bu dört grup yem tüketimleri açısından, birbirleriyle ve kontrol grubuyla kıyaslandığında aşağıdaki sonuçlar çıkmaktadır.

Deneme süresi boyunca kontrol grubuna göre, yem tüketimlerinin, A ve C grubunda daha yüksek iken, B ve D grubunda daha düşük olduğu çizelgeden anlaşılmaktadır. Bu farklılığın ise; A ve C grubunun kolinle birlikte %0.40 metiyonin, B ve D grubunun ise %0.80 metiyonin içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer bir ifadeyle; rasyondaki ek kolin miktarı A grubunda 1800 mg/kg iken C grubunda bu miktar 3600 mg/kg olup ek metiyonin düzeyi ise her iki grupta %0.40'dır. Nitekim rasyondaki metiyonin düzeyi sabit tutulduğu halde kolin düzeyinin iki katına çıkartılması ile yem tüketiminde önemli düzeyde farklılık olmamaktadır. Oysa ki A ve B gruplarında rasyondaki ek kolin miktarı 1800 mg/kg iken metiyonin düzeyinin %0.40'dan %0.80'e yükseltilmesinden dolayı istatistiki

açıdan önemli olmasa da yem tüketimindeki azalma açıkça görülmektedir. Ayrıca deneme süresince, ek kolin+metiyonin içeren rasyonla beslenen muamele gruplarında, en düşük yem tüketimi D (3600 mg/kg kolin+% 0.80 metiyonin) grubunda, en yüksek yem tüketimi ise A (1800 mg/kg kolin + % 0.40 metiyonin) grubunda saptanmıştır. Başka bir ifadeyle, muamele grupları (A, B, C, D,) arasında karşılaştırma yapılacak olursa, rasyondaki ek kolin düzeyi 1800 mg/kg'da sabit tutulup (A ve B) metiyonin düzeyinin (A) %0.40'dan (B) %0.80'e yani 2 katına çıkarılmasıyla yem tüketiminde düşüş olmakta, ek kolin miktarı (A)1800 mg/kg'dan (C)3600 mg/kg'a çıkartılıp, metiyonin düzeyi (A ve C) %0.40 ile sabitlendiğinde ise yem tüketimi değişmemektedir. Bu da; gruplar arasında gözlenen bu değişimin metiyonin düzeyinden kaynaklandığı fikrini vermektedir. Oysa; ek kolin düzeyinin (A)1800 mg/kg'dan (D)3600 mg/kg'a, ek metiyonin düzeyinin ise (A)%0.40'dan (D)%0.80'e yükseltilmesi ile yem tüketiminde daha fazla bir azalma gözlenmektedir. Bu muamele grupları kontrol grubu ile karşılaştırıldığında ise; A ve C gruplarında daha yüksek yem tüketimi, B ve D gruplarında ise daha düşük yem tüketimi saptanmıştır. Kontrol grubuna göre yem tüketiminde meydana gelen bu farklılık rasyonun kolin+metiyonin düzeyinin ayrı ayrı etkilediğini göstermekte, fakat her ikisinin birden rasyondaki oranlarının artırılması ise yem tüketimi üzerine muhtemelen sinerjik bir etki yaratmaktadır.

Çizelge 4.1. incelendiğinde; metiyoninin %0.40 düzeyinde iken, kolin miktarının iki katına çıkartılması yem tüketimine olumlu etki yapmasına rağmen, metiyoninin %0.80 düzeyinde iken, kolinin aynı şekilde artırılması yem tüketimini olumsuz etkilemektedir. Buradan hareketle, rasyonda ek kolin varlığında rasyonun ek metiyonin düzeyinin %0.80'e kadar yükseltilmemesi gerekmektedir. Bu fikirden yola çıkarak; kolin ve metiyoninin belli bir düzeye kadar, rasyona katılması iştahı artırdığı için, yem tüketimi ve buna bağlı olarak da canlı ağırlık kazancına olumlu etki yapmaktadır. Nitekim, aşırı metiyonin tüketiminin büyümede gerilemeye neden olan bir aminoasit olduğu yıllardan beri bilinmektedir (Harper ve ark. 1970). Mevcut çalışmada da rasyonda aşırı metiyonin (%0.80) varlığı muhtemelen rasyonda aminoasit dengesizliğine neden olmuştur.

Elde edilen bulgular, Ekperigin ve Vohra (1981b) tarafından elde edilen bulgular ile benzerlik gösterirken, Pesti ve ark. (1980) ile rasyona metiyoninin 4 farklı düzeyi (0.0, 1.5, 3.0 ve 4.5 gr/kg) ile kolinin 3 farklı düzeyini (0, 1000 ve 2000 gr/kg) ekleyerek, kolin ile metiyoninin bu düzeylerinin, yem tüketimine herhangi bir etki etmediği ifadesi Swain ve Johri (2000)'nın bulgularıyla farklılık göstermektedir. Ayrıca etlik piliçlerin rasyonuna % 0.10, % 0.15 ve % 0.20 düzeyinde metiyonin eklenmesinin, yem tüketimini etkilemediği Baker ve ark. (1983) tarafından bildirilmiştir. Gerek Pesti ve ark. (1980) gerekse Baker ve ark. (1983)'nın bildirişlerine göre kolin ve metiyoninin yem tüketimine etki etmemesi, muhtemelen rasyona eklenen kolin ve metiyonin katkı düzeylerinin mevcut çalışmadakinden daha düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bunun yanında, genç bobwhite bıldırcını (*Colinus virginianus*) rasyonlarına 2000 mg/kg kolin eklenmesinin ve metiyonin düzeyinin % 1.75 oranında artırılmasının, yem tüketimini değiştirmedeği, fakat metiyoninin % 2.0 ve % 2.25 gibi önemli düzeylerinde yem tüketimini düşürdüğü Serafin (1982) tarafından bildirilmiştir.

Bu çalışmada, E, G, H ve K grubu rasyonlarına standart yeme ek olarak mezo-inozitol+metiyoninin farklı kombinasyonları eklenmiştir. Bu dört grup, yem tüketimleri açısından, birbirleriyle ve kontrol grubuyla kıyaslandığında ise kolin+metiyonin katkılı gruplarınkine benzer bir etki görülmektedir. Deneme süresi boyunca kontrol grubuna göre, yem tüketimleri, E ve H grubunda daha yüksek iken, G ve K grubunda daha düşük olduğu gözlenmiştir. Bu farklılığın ise; E (800 mg/kg mezo-inozitol) ve H (1600 mg/kg mezo-inozitol) grubunun mezo-inozitolle birlikte %0.40 metiyonin, G (800 mg/kg mezo-inozitol) ve H (1600 mg/kg mezo-inozitol) grubunun ise % 0.80 metiyonin içermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer bir ifadeyle mezo-inozitol düzeyinin artırılmasına paralel olarak yem tüketimi yükselmekte, fakat metiyonin düzeyinin iki katına çıkartılması ile de yem tüketimi düşmektedir. Mezo-inozitolün etlik piliç rasyonlarına eklenmesinin yem tüketimine etkisi, rasyona katılan ek kolinin etkisi ile benzerlik göstermektedir.

Bilgilerimize göre, konuyla ilgili mevcut literatürde rasyona ilave edilen kolin ve metiyoninin tek tek ya da kombinasyonlarının, kanatlı türleri, özellikle etlik piliçler üzerindeki etkilerine ilişkin çok sayıda çalışma olmasına rağmen, mezo-

inozitola ilişkin çalışmaya rastlanmamıştır. Mezo-inozitole ilişkin çalışmalar daha çok ratlarda karaciğer yağlanması ile ilgilidir. Bu anlamda mevcut çalışmanın mezo-inozitol ile ilgili bölümü etlik piliçlerde yapılmış ilk çalışma olma özelliği taşımaktadır.

4.2. Yem Dönüşüm Oranı

Rasyona N (0), A: (1800 mg/kg kolin + % 0.40 metiyonin), B: (1800 mg/kg kolin + % 0.80 metiyonin), C: (3600 mg/kg kolin+% 0.40 metiyonin), D: (3600 mg/kg kolin + % 0.80 metiyonin) ile E: (800 mg/kg mezo-inozitol + % 0.40 metiyonin), G: (800 mg/kg mezo-inozitol + % 0.80 metiyonin), H: (1600 mg/kg mezo-inozitol + % 0.40 metiyonin), K:(1600 mg/kg mezo-inozitol + % 0.80 metiyonin) ilaveli rasyonla beslenen muamele gruplarının yem dönüşüm oranları Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Gruplar arasında mutlak değer olarak yem dönüşüm oranları bakımından farklılık oluşmasına karşın yapılan Duncan Testi sonucunda bu farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). Nitekim Baker ve ark. (1983), etlik piliç rasyonlarına katılan %0.10, %0.15 ve %0.20 ek metiyoninin yem değerlendirme oranını etkilemediğini belirtmekle mevcut çalışmanın bulgularını desteklemektedirler. Czarnecki ve ark. (1983)'nın bildirdiklerine göre, etlik piliçlerde triptofan ya da metiyonin yetersizliği durumunda sırasıyla rasyondaki niasin ya da kolin varlığında büyümede ve yem değerlendirme oranında ciddi bir farklılığın olmadığını bildirmişlerdir. Bu bildirişlerin aksine Öztürkcan ve ark. (1993), etlik piliçlerin rasyonuna eklenen metiyoninin, kolin ve lizinden daha etkili olduğunu, metiyonin eklenmesinin de yemden yararlanma oranını geliştirdiğini belirtmişlerdir. Bunun yanında, Schutte ve ark. (1997) da erkek etlik piliçlerde rasyona eklenen DL-metiyonin ile betainin etkilerini incelemişler ve çalışmada DL-metiyonin katkısının artırılmasıyla yem dönüştürme oranında önemli düzeyde gelişmenin görüldüğünü ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.2. 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

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)

Attia ve ark. (2005) ile Zhan ve ark. (2006) çalışmalarında etlik piliç rasyonlarına eklenen metiyoninin yemden yararlanma oranında artışa neden olduğunu, Rama Rao ve ark. (2001) ise damızlık etlik piliç rasyonlarına eklenen kolinin yem değerlendirme oranında azalışa neden olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuçlar ile araştırma bulguları arasında ki farklılığın metiyonin, kolin ve mezo-inozitolün etkilerinin ortaya çıkmasında rol oynayan yem ve hayvana bağlı etkenler gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.3. Canlı Ağırlık Kazancı

Denemede yer alan grupların canlı ağırlık kazançları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Deneme başı canlı ağırlıkları birbirine benzeyen muamele grupları canlı ağırlık kazancı bakımından karşılaştırıldığında, denemenin birinci haftasında en yüksek canlı ağırlık kazancının, 3600 mg/kg kolin+%0.80 metiyonin katkılı C grubunda, en düşük canlı ağırlık kazancının ise 1600 mg/kg mezo-inozitol+%0.80 metiyonin katkılı K grubunda olduğu belirtilmektedir.

Çizelge 4.3. Rasyonlarda Farklı Düzeylerdeki Kolin, Metiyonin ve Mezo-İnozitolün Canlı Ağırlık Kazancı Üzerine Etkileri (X)

Gruplar	DBCA	1. hafta	2. hafta	3. hafta	4. hafta	5. hafta	6. hafta	44.gün (kesimCA)
N	46.00	87.00	302.30bc	672.30b	1173.40bc	1694.20ab	2252.00a	2424.10ab
A	45.25	90.75	310.25c	701.33b	1253.58c	1799.83b	2402.25b	2595.42c
B	44.60	85.40	294.20abc	668.40b	1179.00bc	1727.30b	2278.20a	2463.90abc
C	45.10	91.20	298.50bc	684.10b	1204.80bc	1750.60b	2267.50a	2461.50abc
D	45.20	84.40	285.30ab	651.40b	1167.80b	1725.90ab	2251.40a	2425.80ab
E	45.58	81.50	291.42abc	683.75b	1198.83bc	1722.83ab	2258.42a	2424.33ab
G	45.58	82.83	293.08abc	658.42b	1193.50bc	1735.17ab	2268.50a	2437.75ab
H	45.77	90.00	306.11c	698.78b	1224.22bc	1750.78b	2263.44a	2465.78bc
K	45.56	79.22	275.67a	603.00a	1095.44a	1627.78a	2148.67a	2317.00a
SED	2.62	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.

DBCA: Deneme başı canlı ağırlık (gr)

SED: Ortalamalar arasındaki farklılığın standart hatası

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)

Denemenin birinci haftasında, gruplar canlı ağırlık kazançları bakımından incelendiğinde, gruplar arasındaki farklılığın önemsiz olduğu gözlenmiş ve ilk haftada tüketilen yem miktarının az olması nedeniyle muamele rasyonlarına katılan ek metiyonin, kolin ve mezo-inozitolün olası etkilerinin ortaya koyulamadığı düşünülmektedir.

Denemenin ikinci haftasındaki canlı ağırlık kazançları incelendiğinde K (275.67 gr) grubu ile A(310.25 gr), C(298.50 gr), H(306.11 gr) ve N(302.30 gr) grubu arasındaki farklılığın önemli olması ($P<0.05$), mevcut katkıların etkilerinin ortaya çıktığını göstermektedir. Diğer haftalarda ise deneme sonuna kadar en yüksek canlı ağırlık kazancının A(1800 mg/kg kolin + %0.40 metiyonin) grubunda, en düşük canlı ağırlık kazancının ise K(1600 mg/kg mezo-inozitol+%0.80 metiyonin) grubunda olduğu saptanmıştır.

Bu çalışmada, A, B, C ve D grubu rasyonlarına standart yeme ek olarak kolin+metiyoninin farklı kombinasyonları eklenmiştir. Bu dört grubu birbirleriyle ve kontrol grubuyla kıyaslandığında aşağıdaki sonuçlar görülmektedir.

A ve B grubu rasyonları, aynı düzeyde kolin (1800 mg/kg) ile iki farklı düzeyde metiyonin (%0.40, %0.80) içermektedir. Denemenin ikinci haftasındaki canlı ağırlık kazancı, A grubunda (310.25 gr), B grubunda (294.20 gr) ve hiç katkı içermeyen kontrol grubunda ise (302.30 gr)'dır. İki grup arasındaki bu farkın, metiyonin düzeyinin iki katına çıkarılmasından oluştuğu görülmektedir. 1.-3. haftalık canlı ağırlık kazancının mutlak değer olarak; A grubunda, N (kontrol) grubuna göre daha yüksek, B grubunda ise daha düşük olmasına rağmen, bu bulgular istatistiki açıdan önemsiz olmaktadır. Canlı ağırlık kazancı bakımından A grubu ile B grubu arasındaki farklılık, denemenin sonuna kadar aynı şekilde devam etmekte, fakat B grubunun canlı ağırlık kazançlarının, dördüncü haftadan itibaren denemenin sonuna kadar, kontrol grubundan daha yüksek olduğu gözlenmektedir.

C ve D grubu da aynı düzeyde ek kolin (3600 mg/kg kolin) ile birlikte iki farklı düzeyde ek metiyonin (%0.40, %0.80) içermektedir. C ve D grubu canlı ağırlık kazançları bakımından N (kontrol) grubu ile karşılaştırıldığında, C grubunun, denemenin başından sonuna kadar D ve N grubundan daha yüksek, D grubunun ise

beşinci hafta ve 44. gündeki canlı ağırlık kazancının N grubununkinden yüksek bulunduğu, fakat bu farkların önemsiz olduğu saptanmıştır ($P>0.05$).

Mezo-inozitol, fosfatidlerin (inozitol-fosfatidler) bir yapı taşıdır; organizmanın yağ asitlerinin transportunda ve büyümenin korunmasında önemli bir rol oynar. Mezo-inozitol yokluğu, deneme hayvanlarında büyüme, üreme, tüy dökümü, karaciğer yağlarının dejenerasyonuna neden olmaktadır (Öztürkcan, 1990). Etlik piliçlerde metiyonin varlığında kolin ve mezo-inozitolun etkilerinin araştırıldığı çalışmada; E, G, H ve K grubu rasyonlarına standart yeme ek olarak mezo-inozitol+metiyoninin farklı kombinasyonları eklenmiştir. Bu dört grup birbirleriyle ve kontrol grubuyla kıyaslandığında ise aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

E ve G grubu aynı düzeyde ek mezo-inozitol (800 mg/kg)+iki farklı düzeyde ek metiyonin (%0.40, %0.80), H ve K grubu da aynı düzeyde ek mezo-inozitol (1600 mg/kg)+iki farklı düzeyde (%0.40, %0.80) ek metiyonin içermektedir. E ve G grubu, canlı ağırlık kazancı bakımından N (kontrol) grubu ile karşılaştırıldığında, denemenin ilk iki haftasında E ve G grubunun canlı ağırlık kazancı, N grubuna göre daha düşüktür. Denemenin 4., 5. ve 6. haftasında E ve G grubu, N grubuna göre daha yüksek canlı ağırlık kazancı gösterdiği, denemenin 3. haftasında G grubunda, N grubuna göre daha düşük, E grubunda ise N grubuna göre daha yüksek canlı ağırlık kazancı meydana geldiği saptanmıştır. G grubu kesim canlı ağırlığı bakımından N'den daha yüksek olmasına rağmen, E grubu N ile aynı değeri göstermektedir.

Aynı şekilde H ve K grubu, N (kontrol) grubu ile kıyaslandığında, K grubunun denemenin başlangıcından sonuna kadarki dönemde en düşük, H grubunun ise en yüksek canlı ağırlık kazancı gösterdiği ve bu farklılığın istatistiki olarak önemli olduğu belirtilmektedir ($P<0.05$). Bu durum muhtemelen K grubunda hem mezo-inozitol hem de metiyonin düzeyinin artırılmış olmasından kaynaklanmaktadır. Gerek mezo-inozitol ve gerekse metiyoninin rasyona eklenmesi belirli bir düzeye kadar canlı ağırlık kazancını iyileştirmekte, daha fazla katkı ise canlı ağırlık kazancını olumsuz yönde etkilemektedir. Bilindiği gibi kanatlı karma yemlerindeki aminoasit dengesizliği, büyümede ve azot kullanımında azalmalara neden olmaktadır. Dolayısıyla mevcut çalışmada gereksinimin üzerindeki mezo-inozitol ve metiyonin büyümede gerilemeye neden olmuş olabilir.

Bütün muamele grupları birbiriyle karşılaştırıldığında; denemenin 2. haftasında canlı ağırlık kazancı bakımından N(302.30 gr), A(310.25 gr), C(298.50 gr) ve H(306.11 gr) grubu ile K(275.67 gr) grubu arasındaki farklılık istatistiki olarak önemlidir ($P<0.05$). Denemenin 2. haftasından itibaren deneme sonuna kadarki süreçte, kolin+metiyonin içerikli rasyonla beslenen gruplardan, en yüksek canlı ağırlık kazancı A grubunda, en düşük canlı ağırlık kazancı ise K grubunda gözlenmiştir. Mezo-inozitol+metiyonin katkılı rasyonla beslenen gruplardan ise en yüksek canlı ağırlık kazancı H grubunda görülürken, en düşük canlı ağırlık kazancı K grubunda saptanmıştır. Muamele gruplarının geneline bakıldığında ise en yüksek canlı ağırlık kazancını A grubu, en düşük canlı ağırlık kazancını da K grubu göstermektedir. Deneme süresince E(800 mg/kg mezo-inozitol+%0.40 metiyonin) ve H(1600 mg/kg mezo-inozitol +%0.40 metiyonin) grubunda metiyonin düzeyi sabit tutulup mezo-inozitol miktarının artırılması ile canlı ağırlık kazancı artış göstermekte ve bu artış mezo-inozitol miktarının iki katına çıkarılmasından kaynaklanmaktadır. H ve K grubunda mezo-inozitol miktarı 1600 mg/kg'da sabit tutulup metiyonin düzeyinin %0.40'dan %0.80'e çıkarılması ile canlı ağırlık kazancında düşüş gözlenmekte ve bu düşüş de metiyonin düzeyinin artırılmasından kaynaklanmaktadır. Nitekim metiyoninin yüksek dozlarının büyümeyi yavaşlattığı bilinmektedir. Benzer durum, E grubu ile hem mezo-inozitolün hem de metiyoninin iki katına çıkartıldığı K grubu arasında da görülmektedir. Diğer bir ifadeyle her iki katkı oranının rasyonda aynı anda iki kat artırılmasının canlı ağırlık kazancı bakımından düşüşe sebep olduğu açıkça görülmektedir. Bu durum muhtemelen mezo-inozitol ve metiyoninin intraksiyona girmesinden kaynaklanmaktadır.

Kolin+metiyonin içeren rasyonla beslenen A, B, C ve D grubunda durum biraz daha farklıdır. Gerek kolin miktarının sabit tutulup metiyonin düzeyinin artırıldığı (A-B ve C-D) gruplarda gerekse metiyonin düzeyinin sabit tutulup kolin düzeyinin iki katına çıkarıldığı (A-C ve B-D) gruplarda canlı ağırlık bakımından düşüş gözlenmiştir. Nitekim denemenin 2. haftasından itibaren sonuna kadar en yüksek canlı ağırlık kazancı A grubunda görülürken, en düşük canlı ağırlık kazancı D grubunda gözlenmiştir.

Dördüncü haftada gruplar arasında canlı ağırlık kazançları kıyaslandığı zaman K(1095.44 gr) grubu ile A(1253.58 gr) ve D(1167.80 gr) grubu arasında önemli farklılıklar gözlenmektedir ($P<0.05$). Denemenin 4. ve 6. haftasında D ve K grubu N(kontrol) grubundan daha düşük canlı ağırlık kazancına sahipken, diğer muamele gruplarında kontrol grubuna göre daha yüksek canlı ağırlık kazancı saptanmıştır. E grubu 5. hafta ve kesim canlı ağırlık kazancı bakımından N (kontrol) grubu ile aynı, K grubu N'e göre daha düşük ve diğer gruplar ise N'den daha yüksektir.

Denemenin 5. haftasında gruplar arasında mutlak değer olarak farklılık olmasına rağmen sadece K(1627.78 gr) grubu ile A(1799.83 gr), B(1727.30 gr), C(1750.60 gr) ve H(1750.78 gr) grubu arasındaki farklılığın istatistiki açıdan önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.05$).

A grubu ile diğer gruplar arasında 6. hafta canlı ağırlık kazancı bakımından önemli farklılık vardır ($P<0.05$). Kesim canlı ağırlığı bakımından A grubu ile N, D, G ve K grubu arasında ve K grubu ile de H grubu arasında önemli farklılık saptanmıştır ($P<0.05$).

Elde edilen bu değerler dikkate alınarak; canlı ağırlık kazancı bakımından, haftalar itibariyle, gruplar arasında oluşan farklılığın nedeni; muamele gruplarının rasyonuna, ilave metiyonin, kolin ve mezo-inozitolün farklı kombinasyonlarında eklenmesidir.

Sonuç olarak; denemenin birinci haftasında canlı ağırlık kazancı bakımından önemli bir farklılık gözlenmezken, ikinci haftada K grubu ile N, A, C ve H grubu arasında, üçüncü haftada ise K grubu ile diğer gruplar arasında $P<0.05$ önem düzeyinde önemli farklılıklar saptanmıştır. Dördüncü haftada K grubu ile diğer gruplar arasında ve K grubu ile A ve D grubu arasında önemli farklılık vardır ($P<0.05$). Mevcut çalışmanın beşinci haftasında K grubu ile A, B, C ve H grupları arasında, altıncı haftasında ise A grubu ile diğer gruplar arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir ($P<0.05$). Kesim canlı ağırlığı incelendiğinde A grubu ile N, D, G, ve K grubu arasında ve aynı zamanda K grubu ile de H grubu arasında önemli farklılık belirlenmiştir ($P<0.05$).

Rasyonda metiyonin düzeyinin sabit tutulup (%0.40), kolin düzeyinin artırılmasında (1800 mg/kg'dan 3600 mg/kg'a) canlı ağırlık kazancında bir artış gözlenmektedir. Oysa ki; hem kolinin sabit düzeyde tutulduğu grupta, hem de kolin düzeyinin artırıldığı grupta, rasyona %0.80 düzeyinde metiyoninin eklenmesiyle canlı ağırlık kazancında kontrol grubuna göre bir düşüş meydana gelmektedir. 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 ile interaksiyon etki ortaya çıkmaktadır. Bu bulgulara benzer olarak, Serafin (1982) çalışmasında, bıldırcın rasyonlarına yeterli düzeyde (%27.3) saflaştırılmış protein, 2000 mg/kg kolin eklenmesi ve metiyonin düzeyinin %1.75 oranında artırılmasıyla büyüme ve yem tüketimlerinin değişmediğini, fakat metiyoninin önemli miktarlarının (%2.0, %2.25 gibi) büyümeyi baskıladığını ($P<0.01$), büyümenin %1.35 oranında ek metiyonin ile sınırlı miktarda (531 mg/kg) kolin içeren rasyonla beslenen bıldırcınlarda, 2000 mg/kg kolin içeren rasyonla beslenen gruplara göre daha az olduğunu ($P<0.01$); fakat bu ek metiyonin düzeyinin, kolinden yoksun rasyonla beslenen bıldırcınların büyümesini önemli düzeyde etkilemediğini, bu nedenle genç Bobwhite bıldırcınları için rasyona katılan ek kolinin artırılmasının gerekli olduğunu ileri sürmüştür. Tsiagbe ve ark. (1982), yumurta tavuğu ve etlik piliç rasyonlarına eklenen kolinin, 8. haftadan 20. haftaya kadar ki piliçlerde canlı ağırlık kazancında artış sağlamadığını bildirmişlerdir. Hassan ve ark. (2005), 1-56 günlük yavaş büyüyen piliçlerde betain varlığında, rasyona eklenen farklı kolin düzeylerinin (0, 300 ve 600 mg/kg) canlı ağırlık kazancını, kontrol grubuna göre % 3.2 artırmış olduğu bulgularla, Pillai ve ark. (2006), Zhan ve ark. (2006), Attia ve ark. (2005) tarafından elde edilen bulgular paralellik gösterirken, Farnworth ve ark. (1983) metiyonin katkılı rasyonla beslenen ratlarda büyümenin geliştiğini, fakat rasyona kolin eklenmesinin ise büyümeyi etkilemediğini saptamışlardır. Esteve-Garcia ve Llauro (1997) erkek etlik piliçlerin rasyonuna eşit miktarda ve 0.5 gr/kg'lık artışlarla 4 farklı düzeyde DL-metiyonin ve DL-metiyonin hidroksi analog serbest asidini (DL-MHA-FA) eklemenin, 41 günlük deneme süresinde, günlük canlı ağırlık kazancının arttığını belirtmişlerdir. Erkek etlik piliçlerde rasyona eklenen DL-

metiyonin katkısının artırılmasıyla 1-38 günlük canlı ağırlık kazancında önemli düzeyde gelişmenin gözlemlendiği çalışmalar Schutte ve ark. (1997) tarafından yapılmıştır. Bu bildiriler; rasyona metiyonin eklenmesinin dişi piliçlerin performansını etkilediği gibi erkek piliçlerin de gelişimini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Bu bulguların tersine Swain ve Johri (2000) rasyona metiyoninin 4 farklı düzeyi (0.0, 1.5, 3.0 ve 4.5 gr/kg) ile kolinin 3 farklı düzeyini (0, 1000 ve 2000 gr/kg) ekleyerek, kolin ile metiyoninin bu düzeylerinin, büyüme ve gelişme üzerine herhangi bir etki göstermediğini saptamışlardır. Bu sonuçlar, kolin, metiyonin ve mezo-inozitolun farklı hayvan türleri üzerinde farklı etkiler oluşturabileceğini göstermektedir.

Metiyoninin %0.40 düzeyinin sabit tutulup, kolin düzeyinin (1800 mg/kg'dan 3600 mg/kg'a) artırıldığı durumda canlı ağırlık kazancında, kontrol grubuna göre artış sağlanan mevcut çalışmanın bulgularının aksine Ludke ve ark. (1983), yumurtlayan tavukların rasyonuna, ek kolin katkısının gerekmediğini ve bu sebepten dolayı da kolin, yağ ve metiyoninin rasyondaki farklı düzeylerinin oranları arasında beklenen bir interaksiyonun olmadığını saptamışlardır. Molitoris ve Baker (1976) etlik piliçlerin 7 haftalık yaşamları süresindeki kolin gereksinmesinin 30.6 mg/gün ya da 358 ppm olması gerektiğini, kolinin eş değeri olarak kullanılan betain ve metiyoninin ise minimum düzeyde olması gerektiğini ve rasyona kolin eklenmesiyle canlı ağırlık kazancında linear (doğrusal) bir etki görüldüğünü belirtmişlerdir. Baker ve ark. (1983) etlik piliçlerin yetiştirilmesinde kolin ve metiyonin ilişkisini incelerken, kolinin aşırı düzeylerinin, rasyondaki metiyonin gereksinimini azaltmak amacıyla minimum kapasiteye sahip olduğunu ve bununla beraber metiyoninin aşırı düzeylerinin, piliçlerin rasyonda koline duydukları gereksinmeye olan etkilerinin az olduğunu belirtmişlerdir. Harms ve Miles (1984) hindilerin, yumurtadan çıkıştan 3 hafta yaşa kadarki kolin gereksinmesi üzerinde metiyonin ile potasyum sülfatın (K_2SO_4) etkilerini ve arasındaki ilişkiyi bulmak amacıyla ek metiyonin içermeyen rasyona 660 mg/kg kolin eklenmesiyle canlı ağırlıkta linear (doğrusal) bir artış elde edildiğini ve rasyonun, gereksinmenin (%0.25 oranında metiyonin) üzerinden daha yüksek oranda metiyonin içerdiği zaman kolin eklenmesi ile herhangi bir cevap alınmadığını bildirmişlerdir. Ekperigin ve Vohra (1981a) etlik piliçlerde metiyonin,

bakır ve demir arasındaki ilişkinin varlığını araştırırken, 500 veya 1000 ppm bakırla birlikte % 1.5 düzeyinde ek metiyonin içeren rasyonun canlı ağırlık kazancını etkilediğini ve büyümeyi yavaşlattığını yine Ekperigin ve Vohra (1981b) tarafından, etlik piliçlerde toksidite çalışmasında kullanılan ek DL-metiyoninin uygun düzeyinin %1.5 olduğu ve bu düzeyin canlı ağırlık kazancını önemli düzeyde baskıladığını ($P<0.05$) belirtmişlerdir. Mevcut çalışmada da metiyoninin %0.80 gibi yüksek düzeyinde etlik piliçlerin canlı ağırlık kazancını düşürücü etkisi yukardaki çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Kolin+metiyonin katkılı muamele gruplarında, en yüksek canlı ağırlık kazancı A grubunda (1800 mg/kg kolin+%0.40 metiyonin), mezo-inozitol+metiyonin katkılı muamele gruplarında ise en yüksek canlı ağırlık kazancı H grubunda (1600 mg/kg mezo-inozitol+%0.40 metiyonin) saptanmıştır. Fakat, mezo-inozitol düzeyinin sabit tutulup (1600 mg/kg), metiyoninin düzeyinin iki katına (%0.80) çıkartıldığı K grubunun, muamele grupları arasında en düşük canlı ağırlık kazancına sahip olduğu görülmektedir.

Metiyonin bir lipotrop faktör olarak bilinmekte ve özellikle tavuklardaki karaciğer yağlanması azaltılmasında eskiden beri kullanılmaktadır (Öztürkcan ve ark.,1993). Mezo-inozitol, fosfatidlerin (inozitol-fosfatidler) bir yapı taşıdır; organizmanın yağ asitlerinin transportunda ve büyümenin korunmasında önemli bir rol oynar. Kolin ise tamamen metilli bir kolamindir. Kolin-fosfatidlerin bir yapı taşıdır ve lipidlerin metabolizmasında büyük bir rol oynar (Öztürkcan, 1990). Araştırmada hayvan materyali olarak dişi etlik piliç kullanılması amaçlı; etlik piliçlerde gelişimin tamamlandığı 4. haftadan itibaren yağlanmanın net olarak gözlenebilmesidir. Muamele gruplarının rasyonlarına katılan lipotrop faktörlerinin (metiyonin, kolin ve mezo-inozitol) etkisi elde edilen bulgulara gözlenmektedir. Elde edilen bulgular ışığında, canlı ağırlık kazancında olumlu bir etki görülmesi için rasyona eklenen metiyonin düzeyinin %0.40'dan az, fakat, %0.80 gibi yüksek oranda da olmaması gerektiği görülmektedir. Ayrıca; rasyona metiyonin ile birlikte kolin ya da mezo-inozitolün eklenmesi sinerjik bir etki yaratacağından her bir katkı maddesinin tek başına değil de birlikte kullanılmasının performansı iyileştirici etkisi olacağı düşünülmektedir. Araştırmanın sonucunda en yüksek canlı ağırlık kazancı

1800 mg/kg kolin+%0.40 metiyonin içeren A grubu ile 1600 mg/kg mezo-inozitol+%0.40 metiyonin içeren H grubunda saptanmıştır. Mevcut çalışmada elde edilen bulguları dikkate alarak; etlik piliç rasyonlarına (1800 mg/kg kolin+%0.40 metiyonin) ya da (1600 mg/kg mezo-inozitol+%0.40) metiyonin eklenmesinin canlı ağırlık kazancını artıracağı sonucuna varılmıştır.

Canlı ağırlık kazançları bakımından, hem kolin+metiyonin, hem de mezo-inozitol+metiyonin içeren rasyonla beslenen gruplar metiyonin düzeylerine (%0.40 ve %0.80) göre karşılaştırılacak olursa şu sonuçlar dikkat çekicidir.

Kolin+metiyoninli gruplardan A ve C grubu %0.40 metiyonin içermektedir. Sadece denemenin 2. haftasında C grubu N'den daha düşük canlı ağırlık kazancı gösterirken, denemenin sonuna kadar A ve C grubu, N (kontrol) grubundan daha yüksek canlı ağırlık kazancı göstermiştir. Yine %0.40 metiyonin eklemeli H grubunun canlı ağırlık kazancı deneme süresince N'den daha yüksek iken, E grubunda sadece ilk 2 hafta canlı ağırlık kazancı N'den daha düşük, daha sonra denemenin bitimine kadar ise N'den daha yüksek canlı ağırlık kazancı saptanmıştır.

%0.80 metiyonin içeren B ve D grubu ise denemenin ilk 3 haftasında N'den daha düşük canlı ağırlık kazancı gösterirken, B grubunda 4. haftadan itibaren deneme sonuna kadar N'den daha yüksek canlı ağırlık kazancı elde edilmiştir. Fakat D grubu sadece denemenin 5. haftasında N'den yüksek, diğer dönemlerde daima N'den daha düşük olduğu belirlenmiştir. Benzer durum %0.80 metiyonin içeren G ve K grubunda da gözlenmektedir. G grubunda canlı ağırlık kazancı, ilk 3 hafta N'den daha düşükken, 4. haftadan itibaren canlı ağırlığın N'den daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Görüldüğü gibi denemenin son üç haftasında rasyonlarında %0.80 metiyonin alan grupların canlı ağırlık artışları kontrol grubuna göre yükselmiştir. Buna göre, 4. haftadan itibaren hayvanların sindirim sistemi tam olarak geliştiği için, araştırmanın ilk üç haftasında gözlenen yüksek metiyoninin düzeyinin olumsuz etkilerinin bu dönemde kısmen tolere edilebildiği düşünülmektedir.

4.4. Kesim ve Karkas Özellikleri

Rasyona N (0), A: (1800 mg/kg kolin + % 0.40 metiyonin), B: (1800 mg/kg kolin + % 0.80 metiyonin), C: (3600 mg/kg kolin+% 0.40 metiyonin), D: (3600 mg/kg kolin + % 0.80 metiyonin) ile E: (800 mg/kg mezo-inozitol + % 0.40 metiyonin), G: (800 mg/kg mezo-inozitol + % 0.80 metiyonin), H: (1600 mg/kg mezo-inozitol + % 0.40 metiyonin), K: (1600 mg/kg mezo-inozitol + % 0.80 metiyonin) ilaveli rasyonla beslenen muamele gruplarının kesim ve karkas özellikleri Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

4.4.1. Soğuk Karkas Ağırlığı

Denemede kullanılan hayvan gruplarının soğuk karkas ağırlıklarına ilişkin değerler Çizelge 4.4. ve Şekil 4.1'de yer almaktadır. Çizelge ve Şeklin incelenmesinden de anlaşılabacağı gibi soğuk karkas ağırlığı bakımından gruplar arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar saptanmıştır ($P<0.05$).

Soğuk karkas ağırlığı kontrol grubunda 1903.80 gr olarak bulunmasına karşın kolin+metiyonin katkılı rasyonlarla beslenen A, B, C ve D gruplarında sırasıyla; 1986.20 gr, 1928 gr, 1929.60 gr ve 1851.20 gr olarak bulunurken mezo-inozitol+metiyonin katkılı rasyonlarla beslenen E, G, H ve K gruplarında ise sırasıyla; 1891.80 gr, 1919.00 gr, 1909.60 gr ve 1774.80 gr olarak saptanmıştır.

Yapılan Duncan testi sonucunda K grubu ile N, A, B, C, E, G ve H grupları arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Ayrıca kolin eklemesinin yapıldığı A ile D grubu arasında istatistiki olarak önemli farklılık belirlenmiştir ($P<0.05$).

En yüksek soğuk karkas ağırlığı 1986.20 gr ile 1800 mg/kg kolin+%0.40 metiyonin içeren rasyonla beslenen A grubunda bulunurken en düşük soğuk karkas ağırlığı 1774.80 gr ile 1600 mg/kg mezo-inozitol+%0.80 metiyonin içeren rasyonla beslenen K grubunda elde edilmiştir.

Çizelge 4.4. Rasyonlarda Farklı Düzeylerdeki Kolin, Metiyonin ve Mezo-İnozitolün 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

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)

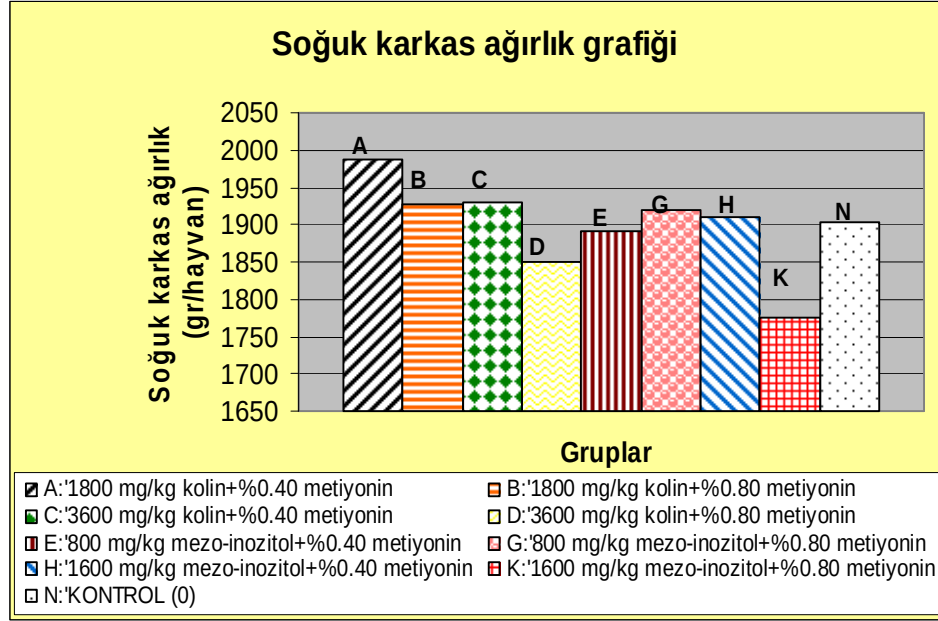
E: SPY+(800 mg/kg mezo-inozitol) + %0.40 metiyonin)

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)

Rasyonlarında kolin+metiyoninin farklı düzeylerini içeren A, B, C ve D grupları birbirleri ve kontrol(N) grubu ile karşılaştırılacak olursa aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Kolin+metiyonin katkılı muamele gruplarından en yüksek soğuk karkas ağırlığının A(1800 mg/kg kolin+%0.40 metiyonin) grubunda, en düşük soğuk karkas ağırlığının ise D(3600 mg/kg kolin+%0.80 metiyonin) grubunda olduğu anlaşılmaktadır. Kolin miktarının sabit tutulup (1800 mg/kg), metiyonin düzeyinin (%0.40'dan %0.80'e) iki katına çıkartıldığı B grubunda soğuk karkas ağırlığında düşüş gözlenmektedir.



Şekil 4.1. Grupların soğuk karkas ağırlıkları

Bu düşüşün, rasyondaki metiyonin düzeyinin artırılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. C ve D grubunda kolin miktarı 3600 mg/kg da sabit tutulup metiyonin düzeyinin %0.40'dan %0.80'e çıkarılması da aynı şekilde soğuk karkas ağırlığında azalmaya neden olmaktadır. Fakat bu azalış miktarı A ve B grubundaki düşüşten daha fazladır. A ve C grubunda kolin miktarı 1800 mg/kg'dan 3600 mg/kg çıkartılıp, metiyonin düzeyi de %0.40 da, B ve D grubunda ise kolin miktarı 1800 mg/kg'dan 3600 mg/kg çıkartılıp, metiyonin düzeyi de %0.80 de sabit tutulduğunda, her iki koşulda da soğuk karkas ağırlığında belirgin bir azalış gözlenmektedir. Gerek rasyonun kolin miktarı sabit tutulup, metiyonin miktarı artırılın (A-B ile C-D grupları), gerekse kolin miktarı artırılıp, metiyonin miktarı sabit tutulsun (A-C ile B-D grupları), her iki durumda da soğuk karkas ağırlığında azalma olmaktadır. Fakat bu azalış, hem kolin hem de metiyonin düzeyinin iki katına çıkartıldığı D (3600 mg/kg kolin+%0.80 metiyonin) grubunda en fazladır. Başka bir ifadeyle A, B ve C grubunda kontrol (N) grubuna göre daha fazla, D grubunda ise daha az soğuk karkas ağırlığı saptanmıştır. Buna göre mevcut çalışmada soğuk karkas ağırlığının geliştirilmesi için rasyona eklenen en uygun kolin+metiyonin düzeyi A (1800 mg/kg

kolin+%0.40 metiyonin) grubundadır. Kolin+metiyoninin bu düzeylerin üzerinde rasyona eklenmesine paralel olarak soğuk karkas ağırlığında da düşüş gözlenmektedir. Bu etkinin labil metil gruplarına sahip olan metiyoninin lipotropik etkisi ile kolinin lipotropik etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Etlik piliç rasyonlarına belli bir düzeye kadar kolin+metiyonin eklenmesi soğuk karkas ağırlığını olumlu yönde etkilerken, 3600 mg/kg kolin+%0.80 metiyonin gibi yüksek değerlerde yapılan katkının soğuk karkas ağırlığını normal düzeyin altına düşürdüğü Şekil 4.1’de net olarak görülmektedir. Nitekim, Zhan ve ark. (2006) erkek etlik piliç rasyonlarına metiyonin ve betain katkısının göğüs eti oranını artırdığını belirttikleri çalışmaya paralel olarak, Schutte ve ark. (1997) erkek etlik piliçlerde rasyona eklenen DL-metiyonin ile betainin etkilerini inceledikleri çalışmada, rasyona %0.05 DL-metiyonin eklenmesiyle göğüs eti oranında yaklaşık %1.5 gibi önemli bir artış görüldüğünü ifade etmişlerdir. Bunun yanında Esteve-Garcia ve Llaurodo (1992) erkek etlik piliçlerin rasyonlarına DL-metiyonin katkısının göğüs eti miktarını artırdığını belirtmişlerdir. Dikicioğlu ve ark. (1997) etlik piliçlerin rasyonuna katılan %0.1 sıvı metiyonin, %0.2 sıvı metiyonin, %2 balık unu, (%2 balık unu+%0.1 sıvı metiyonin), (%2 balık unu+%0.2 sıvı metiyonin) ve %4 balık ununun etkilerini araştırdıkları çalışmada %0.05 DL-metiyonin katkısının karkas ağırlığı ve karkas randımanını artırdığını saptamışlardır. Fakat bu çalışmalarda genellikle kullanılan ek metiyonin düzeyi, mevcut çalışmadaki düzeyden düşük olduğu için, sadece metiyonin ya da kolinin rasyona eklenmesinin olumlu etkisi gözlenmiştir.

Rasyonlarında mezo-inozitol+metiyonin farklı düzeylerini içeren E, G, H ve K grupları birbirleri ve kontrol(N) grubu ile karşılaştırılacak olursa aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

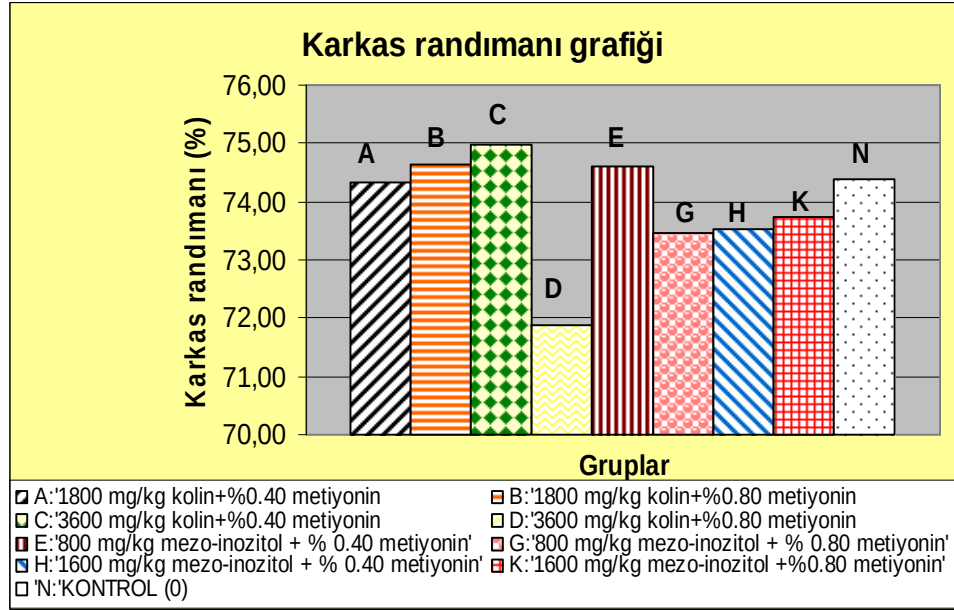
Mezo-inozitol+metiyonin katkılı muamele gruplarından en yüksek soğuk karkas ağırlığının G(800 mg/kg mezo-inozitol+%0.80 metiyonin) grubunda, en düşük soğuk karkas ağırlığının ise K(1600 mg/kg mezo-inozitol+%0.80 metiyonin) grubunda olduğu anlaşılmaktadır. Muamele grupları soğuk karkas ağırlığı bakımından kontrol (N) grubu ile kıyaslanacak olursa D, E ve K grubunun N’den daha düşük, A, B, C, G ve H grubunun ise N’den daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

E ve G grubu rasyonları aynı düzeyde mezo-inozitol (800 mg/kg) ve farklı 2 düzeyde metiyonin (%0.40, %0.80) içermektedir. G grubunun soğuk karkas ağırlığı hem E'den hem de N'den daha yüksektir. Aradaki bu farkın ise rasyonun metiyonin içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. E ve H grubunun metiyonin içeriği %0.40 da sabit tutulup, mezo-inozitol miktarının 800 mg/kg'dan 1600 mg/kg'a çıkartılmasıyla H grubunda soğuk karkas ağırlığı bakımından kontrol grubuna göre bir artış gözlenmektedir. Yukarda ifade edildiği gibi; E grubunun soğuk karkas ağırlığı, N grubundan düşük iken, H grubunun soğuk karkas ağırlığı N'den daha yüksektir. Metiyonin düzeyi %0.40'da iken mezo-inozitolün 800 mg/kg'dan 1600 mg/kg'a çıkartılması soğuk karkas ağırlığında artışa neden olurken (H grubu), metiyonin düzeyinin %0.40'dan %0.80'e, mezo-inozitol miktarının ise 800 mg/kg'dan 1600 mg/kg'a çıkartılması (K grubu), soğuk karkas ağırlığında istatistiki olarak önemli düzeyde azalışa neden olmaktadır ($P<0.05$). Mezo-inozitol ile birlikte metiyoninin belirli bir orana kadar rasyona eklenmesi soğuk karkas ağırlığını olumlu yönde etkilerken, belli bir düzeyin üzerinde rasyona eklenen metiyonin+mezo-inozitolün soğuk karkas ağırlığını düşürdüğü net olarak görülmektedir. Bu katkı maddeleri lipotropik faktör oldukları için aynı anda etlik piliç rasyonlarına eklenmesiyle belli bir düzeye kadar sinerjik bir etki yaratmaktadır.

4.4.2. Karkas Randımanı

Denemeye alınan hayvanların karkas randımanı bakımından elde edilen değerler Çizelge 4.4. ve Şekil 4.2.'de verilmiştir. Karkas randımanı bakımından gruplar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Karkas randımanı kontrol (N) grubunda %74.40 olarak bulunmasına karşın kolin+metiyonin katkılı rasyonlarla beslenen A, B, C ve D gruplarında sırasıyla; %74.34, %74.62, %74.99 ve %71.88 olarak bulunurken, mezo-inozitol+metiyonin katkılı rasyonlarla beslenen E, G, H ve K gruplarında ise sırasıyla; %74.60, %73.47, %73.53 ve %73.75 olarak tespit edilmiştir. Yapılan Duncan testi sonucunda D grubu ile N, A, B, C ve E grupları arasındaki farklılıkların istatistiki olarak önemli olduğu görülmektedir ($P<0.05$). En yüksek karkas randımanı %74.99 ile 3600 mg/kg

kolin+%0.40 metiyonin içeren rasyonla beslenen C grubunda, en düşük karkas randımanı ise %71.88 ile 3600 mg/kg kolin+%0.80 metiyonin içeren rasyonla beslenen D grubunda elde edilmiştir.



Şekil 4.2: Grupların karkas randımanları (%)

Ek kolin+metiyonin içeren rasyonlarla beslenen muamele gruplarından A, B ve C grubu karkas randımanı bakımından kontrol grubu ile benzerlik gösterirken D grubunda istatistiki olarak önemli bir düşüş gözlenmektedir ($P<0.05$). A grubunda kolin düzeyi 1800 mg/kg ve metiyoninin düzeyi %0.40 iken karkas randımanı kontrol grubuna yakın fakat mutlak değer olarak daha düşük bir değer gösterirken, B grubunda aynı metiyonin düzeyine (%0.40) ek olarak kolin miktarı 3600 mg/kg'a çıkartıldığında elde edilen değer, kontrol grubuna yakın fakat mutlak değer olarak daha yüksek olmaktadır. Bu da; metiyonin varlığında rasyondaki kolin miktarının artırılmasının karkas randımanını yükselttiğini düşündürmektedir.

Kolin miktarının 1800 mg/kg'da sabit tutulup metiyonin miktarının %0.40'dan %0.80'e çıkartıldığı B grubu incelendiğinde A, D ve N grubundan daha yüksek bir değer gözlenmektedir. Nitekim, kolin varlığında metiyonin düzeyinin artırılması da kolin gibi karkas randımanını iyileştirmektedir. Etlik piliç rasyonlarına

metiyonin katkısının, yüzde karkas randımanında artış sağladığını belirten Attia ve ark. (2005)'nin çalışması, mevcut çalışmadaki bulguları desteklemektedir.

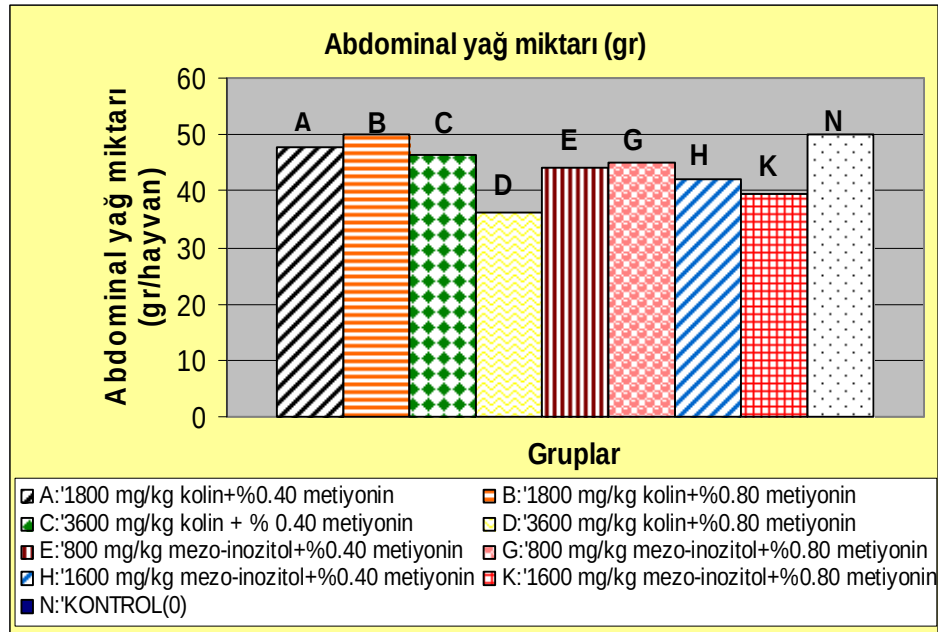
Her iki lipotropik maddenin (kolin, metiyonin) rasyondaki miktarının iki katına çıkartıldığı D(3600 mg/kg+%0.80 metiyonin) grubunda ise yukarda belirtilen karkas randımanındaki artışın, düzey artırılrsa bile devam etmediği ve D grubunun hem kontrol hem de diğer kolin+metiyonin içeren gruplardan istatistiki olarak önemli bir düşüş gösterdiği net olarak görülmektedir. Rasyona eklenen kolin+metiyonin düzeyinin artırılmasına paralel olarak karkas randımanında artış gözlenmekte, fakat bu artış belli bir düzeye kadar sağlanmaktadır. Mevcut çalışmada kolin+metiyonin için bu sınırın C grubunda olduğu anlaşılmaktadır. Diğer bir ifadeyle etlik piliç rasyonlarına 3600 mg/kg kolin+%0.40 metiyonin ekleyerek karkas randımanı iyileştirilmekte; ancak bu düzeyin üzerinde yapılan katkının karkas randımanını olumsuz etkilediği yani normal değerlerin de altına düşürdüğü saptanmıştır. Bu etkinin kolin ve metiyoninin lipotropik etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Her iki (E ve H) grubun metiyonin düzeyi %0.40 iken, mezo-inozitol miktarının 800 mg/kg'dan 1600 mg/kg'a çıkartılmasıyla H grubunda karkas randımanı bir miktar düşmektedir. Ayrıca, mezo-inozitol ve metiyoninin düzeylerinin E grubuna göre iki kat artırılması (1600 mg/kg mezo-inozitol+%0.80 metiyonin) ile karkas randımanında belirgin azalma gözlenmektedir.

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. Buna karşın, Kenney ve Carlberg (1995)'in ratlarda yaptığı çalışmada muamele grubuna standart yeme ek olarak kolin ve mezo-inozitol karıştırılarak verilmesinin karkas yüzdesini etkilemediğini ifade etmişlerdir. Bu sonuçlar, mevcut çalışmadakinden farklı hayvan materyali kullanılmasından dolayı kolin, metiyonin ve mezo-inozitolun farklı hayvan türleri üzerinde farklı etkiler oluşturabileceğini göstermektedir.

4.4.3. Abdominal Yağ Miktarı

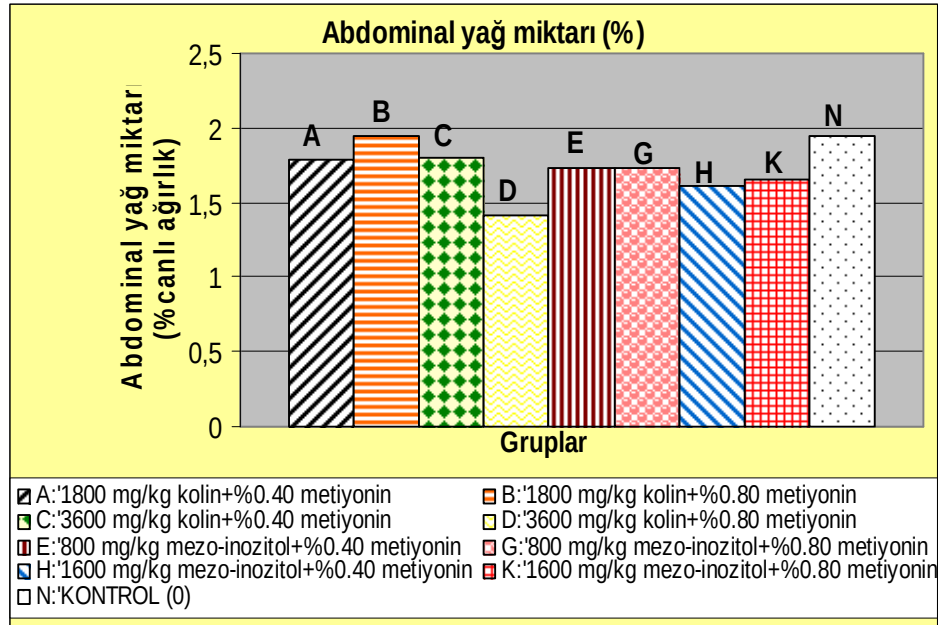
Denemede kullanılan hayvan gruplarının abdominal bölgesinde depolanan yağ miktarlarına ilişkin değerler Çizelge 4.4.'de ve Şekil 4.3. ile 4.4.'de verilmiştir. Gruplar arasında mutlak değer olarak abdominal yağ miktarları bakımından gerek vücut ağırlığının yüzdesi olarak ve gerekse gram olarak farklılık oluşmasına karşın yapılan Duncan Testi sonucunda bu farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı görülmüştür ($P>0.05$).



Şekil 4.3. Grupların gram olarak abdominal yağ miktarları

Çizelge ve Şeklin incelenmesinden de anlaşılabacağı gibi abdominal yağ N(kontrol) grubunda 49.99 gr olarak bulunmasına karşın kolin+metiyonin katkı rasyonlarla beslenen A, B, C ve D gruplarında sırasıyla; 47.80 gr, 50.21 gr, 46.39 gr ve 36.11 gr olarak bulunurken mezo-inozitol+metiyonin katkı rasyonlarla beslenen E, G, H ve K gruplarında ise sırasıyla; 44.06 gr, 45.13 gr, 41.94 ve 39.39 gr olarak bulunmuştur. En yüksek abdominal yağ miktarı 50.21 gr ile 1800 mg/kg kolin+%0.80 metiyonin içeren rasyonla beslenen B grubunda gözlenirken, en düşük

abdominal yağ miktarı ise 36.11 gr ile (1600 mg/kg mezo-inozitol+%0.80 metiyonin) içeren rasyonla beslenen K grubunda elde edilmiştir.



Şekil 4.4. Grupların vücut ağırlığının yüzdesi olarak abdominal yağ miktarları

Kolin+metiyoninin farklı kombinasyonları olan A, B, C ve D grubunda abdominal yağ miktarının hem gr, hem de % olarak en yüksek değeri B grubunda, en düşük değeri de D grubunda saptanmıştır. B ve D grubu bulgularındaki farklılık, her iki grubun ek metiyonin düzeyi %0.80 iken, kolin miktarının 1800 mg/kg'dan 3600 mg/kg'a çıkartılmasından kaynaklanmıştır. Kolin ve metiyonin tek başına kullanıldığında lipotropik etkisinden dolayı abdominal yağı düşürücü etkiye sahip olmakta, nitekim Öztürkcan ve ark. (1993)'nın etlik piliç rasyonlarına eklenen metiyonin, kolin ve lizinin abdominal yağ miktarını %1.09 azalttığını saptadıkları çalışma bu ifadeyi desteklemektedir. Ayrıca, Attia ve ark. (2005) ve Zhan ve ark. (2006)'nın çalışmaları bunu destekler niteliktedir. Rama Rao ve ark. (2001) etlik piliç rasyonlarına eklenen kolinin abdominal yağ birikimi üzerine etkisinin istatistiki açıdan önemli olmadığını saptadıkları çalışma, araştırmada elde edilen bulgularla benzemektedir.

Metiyonin düzeyi %0.40'da kalmak üzere kolin miktarının iki katına çıkartılmasında abdominal yağ miktarı çok fazla değişmemektedir (A ve C grubu). Oysa hem ek metiyoninin hem de ek kolin miktarının iki katına çıkartıldığı D grubunun (3600 mg/kg kolin+%0.80 metiyonin) abdominal yağ miktarında %0.54 oranında azalma saptanmıştır.

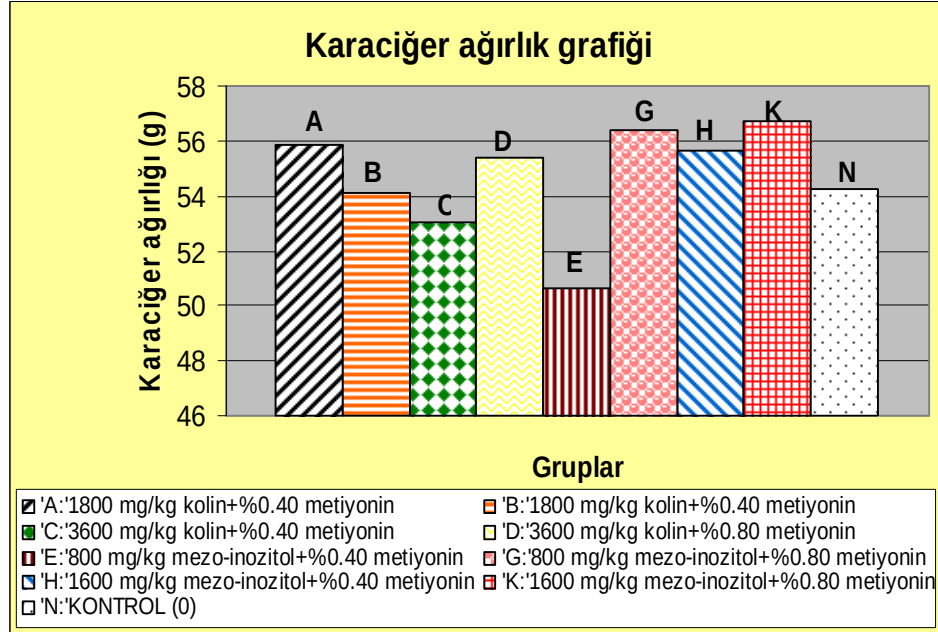
Mezo-inozitol+metiyoninin farklı kombinasyonları olan E, G, H ve K grubunda abdominal yağ miktarı hem gr hem de yüzde olarak D grubu hariç kolin+metiyonin içeren muamele grupları ile kontrol grubundan daha düşük değerler göstermektedir. Bu durum, abdominal yağ miktarının azaltılmasında mezo-inozitol+metiyonin katkısının, kolin+metiyonin katkısından daha etkili olduğunu göstermekte, fakat kolin+metiyonin katkısı yüksek düzeyde ise abdominal yağ miktarında mezo-inozitol+metiyonin katkılı gruplardan daha fazla bir düşüş gözlenmektedir. E, G, H ve K grubunda mezo-inozitol+metiyonin farklı kombinasyonlarda olmasına rağmen abdominal yağ miktarı üzerine etkisi birbirine benzerlik göstermekle birlikte, kontrol grubuna göre daha düşük bulgular gözlenmektedir.

Mevcut çalışmada abdominal yağ miktarsal ve oransal olarak muamele gruplarında kontrol grubuna göre mutlak değer olarak daha düşüktür. Şekil 4.4. incelendiğinde, en düşük değer D grubunda saptanmış ve uygulanan 3600 mg/kg kolin+%0.80 metiyonin düzeyi ile abdominal yağ miktarında %0.54 oranında azalma sağlanmıştır. Mevcut çalışmada yem tüketimi, yem değerlendirme oranı ve canlı ağırlık kazancı gibi parametreler de dikkate alındığında en uygun katkı düzeyinin kolin+metiyonin içeren rasyonla beslenen gruplardan A grubu, mezo-inozitol+metiyonin içeren rasyonla beslenen gruplardan ise H grubunda olduğu görülmektedir.

4.4.4. Karaciğer Ağırlığı

44. günde kesilen deneme hayvanlarının karaciğer ağırlıkları Çizelge 4.4 ve Şekil 4.5'de verilmiştir. Gruplar arasında mutlak değer olarak karaciğer ağırlıkları

bakımından farklılık oluşmasına karşın yapılan Duncan Testi sonucunda bu farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$).



Şekil 4.5. Grupların karaciğer ağırlıkları

Karaciğer ağırlığı kontrol (N) grubunda 54.22 olarak bulunmasına karşın, kolin+metiyonin katkılı rasyonlarla beslenen A, B, C ve D gruplarında sırasıyla; 55.87, 54.13, 53.07 ve 55.37 olarak bulunurken mezo-inozitol+metiyonin katkılı rasyonlarla beslenen E, G, H ve K gruplarında ise sırasıyla; 50.63, 56.37, 55.67 ve 56.75 olarak bulunmuştur. En yüksek karaciğer ağırlığı 56.75 ile 1600 mg/kg mezo-inozitol+%0.80 metiyonin içeren rasyonla beslenen K grubunda bulunurken en düşük karaciğer ağırlığı 50.63 ile 800 mg/kg mezo-inozitol+%0.40 metiyonin içeren rasyonla beslenen E grubunda elde edilmiştir.

Mezo-inozitol+metiyonin katkılı muamele gruplarından G, H ve K ile kolin+metiyonin katkılı A ve D grubunda, kontrol (N) grubuna göre daha yüksek karaciğer ağırlığı saptanmıştır.

A ve B grubu rasyonuna aynı miktarda kolin (1800 mg/kg) ve iki farklı oranda (sırasıyla %0.40, %0.80) metiyonin eklenmesiyle karaciğer ağırlığı düşmektedir. Yine A ve C grubu aynı oranda ek metiyonin (%0.40) ve iki farklı

oranda da (sırasıyla 1800, 3600 mg/kg) ek kolin içermesiyle karaciğer ağırlığında düşüş devam etmektedir. Bu sonuçlar kolin, metiyonin ve mezo-inozitolun lipotropik etkisinden kaynaklanmış olabilir. D grubunda kolin miktarı C grubundaki ile aynı, oysa metiyonin düzeyi C grubunun iki katı kadar olup ve buna bağlı olarak da D grubunda karaciğer ağırlığı artmaktadır. Bu artışa ise muhtemelen diğer gruplara göre kolin+metiyonin düzeyinin iki katına çıkartılması neden olmuştur.

Şekil 4.5’de görüldüğü gibi, 800 mg/kg mezo-inozitol+%0.40 metiyonin içeren E grubunda karaciğer ağırlığı, kontrol ve diğer muamele gruplarından daha düşük değerdedir. Ancak karaciğer ağırlığı bakımından gruplar arasında mutlak değer olarak farklılık oluşmasına karşın yapılan Duncan Testi sonucunda bu farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı ifade edilmiştir. E grubunun mezo-inozitol değeri sabit tutulup, metiyonin düzeyi iki katına çıkartıldığı G grubunda karaciğer ağırlığı bakımından artış gözlenmekte ve bu artış H ve K grubu ile de benzerlik göstermektedir.

Araştırma bulgularına dayanarak; etlik piliçlerde rasyona K grubunda olduğu gibi, 1600 mg/kg mezo-inozitol+%0.80 metiyonin eklemek karaciğer ağırlığının artmasına neden olur ki bu da akılda karaciğer yağlanmasına dair bir şüphe uyandırmaktadır. Karaciğer yağlanması istenmeyen bir durum olduğundan dolayı; karaciğer ağırlığını düşürmek gerekmektedir. Bu da ancak lipotropik faktörlerin kullanımı ile mümkündür. Mevcut çalışmada kullanılan kolin, metiyonin ve mezo-inozitol, lipotropik etkisi ile yağların karaciğerden taşınmasında önemli bir rol oynamaktadırlar.

E grubunda olduğu gibi rasyona 800 mg/kg mezo-inozitol+%0.40 metiyonin eklenmesi ile karaciğer ağırlığında mutlak değer olarak azalma gözlenmektedir. Bilgilerimize göre, etlik piliçlerde kolin, metiyonin ve mezo-inozitolun, karaciğer ağırlığı üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Mevcut çalışma bu konu ile ilgili yapılacak farklı çalışmalara örnek teşkil edecektir.

4.5. Karaciğer ve Serumda Triglicerit ve Total Lipit Konsantrasyonu

Rasyona N (0), A: (1800 mg/kg kolin + % 0.40 metiyonin), B: (1800 mg/kg kolin + % 0.80 metiyonin), C: (3600 mg/kg kolin+% 0.40 metiyonin), D: (3600

mg/kg kolin + % 0.80 metiyonin) ile E: (800 mg/kg mezo-inozitol + % 0.40 metiyonin), G: (800 mg/kg mezo-inozitol + % 0.80 metiyonin), H: (1600 mg/kg mezo-inozitol + % 0.40 metiyonin), K: (1600 mg/kg mezo-inozitol + % 0.80 metiyonin) ilaveli rasyonla beslenen muamele gruplarının karaciğer ve serum trigliserit ve total lipit miktarları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

4.5.1. Karaciğer Trigliserit Konsantrasyonu

Deneme sonunda kesilen hayvanların karaciğer trigliserit konsantrasyonları Çizelge 4.5. ve Şekil 4.6’da 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 trigliserit konsantrasyonu kontrol grubunda 134.40 mg/dl olarak bulunmasına karşın kolin+metiyonin katkılı rasyonlarla beslenen A, B, C ve D gruplarında sırasıyla; 136.80, 172.20, 141.00 ve 162.00 olarak bulunurken mezo-inozitol+metiyonin katkılı rasyonlarla beslenen E, G, H ve K gruplarında ise sırasıyla; 142.20, 160.80, 176.40 ve 187.20 olarak bulunmuştur. En yüksek karaciğer trigliserit konsantrasyonu 187.20 ile 1600mg/kg mezo-inozitol+%0.80 metiyonin içeren rasyonla beslenen K grubunda bulunurken, en düşük karaciğer trigliserit konsantrasyonu 134.40 ile katkı içermeyen rasyonla beslenen kontrol (N) grubunda elde edilmiştir.

A ve B grubunda kolin miktarı (1800 mg/kg) aynı fakat metiyonin düzeyi 2 katına (%0.40’dan %0.80’e) çıkartılmakta ve bu durumda karaciğer tirgliserid (TG) konsantrasyonunda artış gözlenmektedir. Yine aynı şekilde C ve D grubunda kolin miktarları (3600 mg/kg) aynı fakat metiyonin düzeyleri iki katına (%0.40’dan %0.80’e) çıkartıldığında da karaciğer TG konsantrasyonu artmaktadır. A ve C grubunda metiyonin düzeyi aynı (%0.40) iken A grubunun kolin miktarı C grubunda iki katına (1800 mg/kg’dan 3600 mg/kg’a) çıkartıldığı halde karaciğer konsantrasyonu hiç etkilenmiyormuş gibi gözükmektedir.

Çizelge 4.5. 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

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)

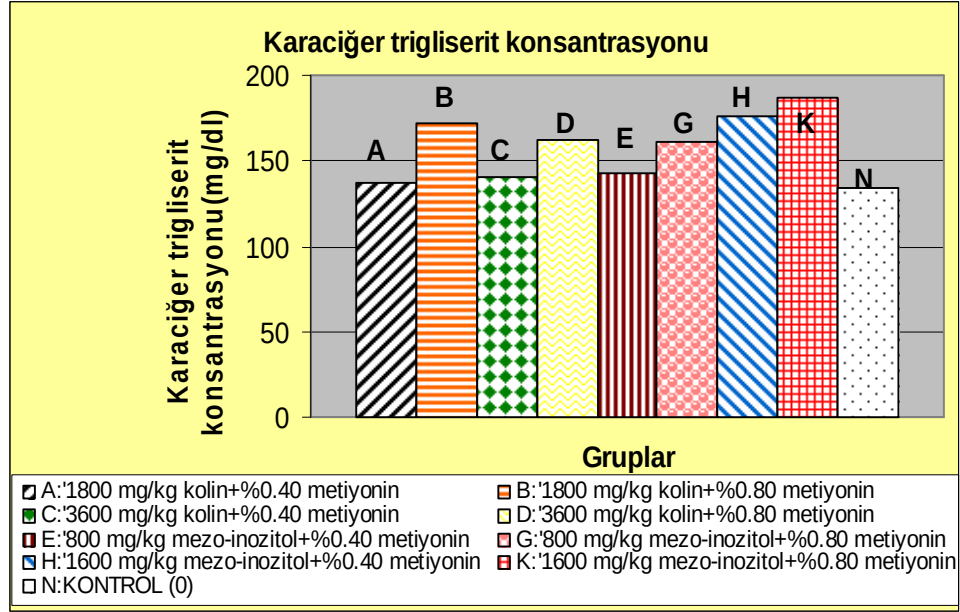
E: SPY+(800 mg/kg mezo-inozitol) + (%0.40 metiyonin)

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)

C ve D grubunda ise kolin miktarı 3600 mg/kg olduğu halde metiyonin düzeyinin D grubunda iki katına çıkarılması ile karaciğer trigliserit konsantrasyonunda artış devam etmektedir.



Şekil 4.6. Grupların karaciğer trigliserit konsantrasyonları

Şekil 4.6. incelendiğinde kolin+metiyonin içeren rasyonla beslenen grupların karaciğer trigliserit konsantrasyonundaki artışta metiyoninin etkisinin kolinden daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Aynı zamanda, kolin+metiyonin katkılı gruplarda elde edilen karaciğer TG konsantrasyonu N (kontrol) grubundan mutlak değer olarak daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Şekil 4.6'da görüldüğü gibi mezo-inozitol+metiyonin içeren E, G, H ve K grubunda hem mezo-inozitolün hem de metiyoninin rasyondaki düzeylerinin artışına paralel olarak karaciğer TG konsantrasyonunda artış saptanmıştır. Mezo-inozitol+metiyonin içeren muamele gruplarının hepsinde de karaciğer TG konsantrasyonunun N (kontrol) grubuna göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Etlik piliçlerde mezo-inozitolün, kolin ve metiyoninin karaciğer TG konsantrasyonuna etkilerinin araştırıldığı direk bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Fakat bu konuyla ilgili daha çok ratlar üzerinde çalışma yapılmış bunlardan bazıları aşağıda belirtilmiştir.

Hayashi ve ark. (1978) ratlarda mezo-inozitol yetersizliğinin lipid metabolizması üzerine etkilerini ve sebep olduğu lipolizisdeki artışın mekanizmasını incelemişlerdir. Ratlarda mezo-inozitol yetersizliğinde adipoz dokuda lipolizisin

teşvik edilmesinden dolayı karaciğerde triasilgliserollerinin aşırı birikiminin meydana geldiğini (Hayashi, et al., 1974) ifade etmişlerdir. Andersen ve Holub (1980b), ratlarda karaciğerde yağ birikimi üzerine mezo–inozitolün etkisini incelemişlerdir. TG birikimi, genç ratlarda mezo–inozitolca yetersiz olan koşullar altında, mezo-inozitol gereksiniminin maksimum düzeyi belirlendikten sonra azaldığını gözlemlemişlerdir. Hem genç erkek, hem de dişi ratlar, insan dietlerindeki mezo-inozitol düzeyine benzer düzeyde ek katkı yapıldığı zaman cevap vermişlerdir. Beach ve Flick (1982), ratlarda mezo-inozitol yetersizliğinin karaciğerin yağ asidinin sentetik enzimleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Karaciğer triasilgliserol düzeylerinin 4, 8 ve 14 günlük beslemeden sonra, mezo-inozitolca yetersiz beslenen ratlarda, kontrol grubundaki ratlarınkinden sırasıyla 1.8-, 3.5- ve 3.0-kat daha yüksek bulunduğunu, ayrıca; ratlarda mezo-inozitol yetersizliği, yetersizliğin erken döneminde dokudaki lipojenik enzimlerin çok önemli düzeylerinden dolayı bu sonuçların ve dolayısı ile karaciğer lipodistrofisinin gözlemlendiğini ileri sürmüşlerdir. Kenney ve Carlberg (1995), aerobikle eğitilen ratların, karaciğer ve karkas yağ düzeyleri üzerinde kolin ve mezo-inozitolün etkilerini araştırmışlar, kolin ve mezo-inozitolün, depo edilen yağların yanmasını kolaylaştırdığını, kolin ve mezo-inozitolca yetersiz beslenen ratların karaciğerinde aşırı ya da anormal düzeyde kolesterol ve trigliserit birikimini önlediğini ifade etmişlerdir. Ratların karkas yağı yüzdesi üzerinde etkisinin olmaması, adipoz doku miktarını azaltmayan kolin ve mezo-inozitol katkısından kaynaklandığı belirtilmiş, öte yandan karaciğer yağı azaltılırken de canlı ağırlık kazancının artmasının engellenebileceğini ileri sürmüşlerdir.

Andersen ve Holub (1980a), ratlarda rasyona eklenen mezo-inozitol ve diğer lipotrop maddelerin hepatik lipitlerin üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Hepatik trigliserit (TG) birikiminin, kolin yokluğunda rasyona eklenen mezo-inozitol düzeyi ile ters yönde değiştirildiğini, mezo-inozitol veya kolin içeren rasyona, ek olarak ağırlığın %0.2'si oranında DL-metiyonin eklenmesinin hepatik TG konsantrasyonunu önemli düzeyde etkilemediğini, NRC (1994)'nin belirlediği (5.4 mmol/kg yeme) gereksinme düzeyinde rasyonda kolin olduğu halde, ek mezo-inozitolün, sadece kolin ile birlikte karaciğer TG düzeyini mevcut düzeyin altına

düşürdüğünü, 5.4 mmol/kg yem düzeyi ile kıyaslandığı zaman, karaciğerde TG birikimini önlemedeki temel prensip üzerinde mezo-inozitol katkısının kolin kadar etkili olduğunu saptamışlardır. Ratlarda yapılan bu çalışmalar dikkate alındığında, lipotrop madde olan mezo-inozitolün rasyona tek başına eklenmesi ile karaciğer trigliserit konsantrasyonunu düşürdüğü sonucu ortaya çıkmaktadır. Nitekim, Hayashi ve ark. (1974) ratlarda mezo-inozitol yetersizliğinde adipoz dokuda lipolizisin teşvik edilmesinden dolayı karaciğerde triasilgliserollerinin aşırı birikiminin meydana geldiği ifadesi bu durumu desteklemektedir.

Bu çalışmalar mevcut çalışmada elde edilen bulguları desteklememektedir. Mevcut çalışmada rasyona mezo-inozitol+metiyoninin farklı düzeyleri eklenmiştir. Gerek mezo-inozitol düzeyi gerekse metiyonin düzeyinin tek tek ya da ikisi birlikte artırılmasına paralel olarak karaciğer trigliserit konsantrasyonunda artış saptanmıştır. Bu artış, rasyona mezo-inozitol ile birlikte yüksek oranda metiyoninin eklenmesi ile bu iki katkı maddesinin interaksiyona girdiğini ve metiyoninin bu interaksiyonda mezo-inozitolün karaciğer trigliserit konsantrasyonunu düşürücü etkisini yok ettiği, hatta normalin üzerinde bir artışa neden olduğunu düşündürmektedir.

Mevcut çalışmanın önceki çalışmalardan farklı sonuçlarının olmasının diğer bir sebebinin de araştırmada kullanılan hayvan materyalinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Öte yandan kontrol grubuna göre muamele gruplarının karaciğer trigliserit konsantrasyonları yüksek olsa da aslında kolin, metiyonin ve mezo-inozitolün lipotropik etkilerini tam olarak ortaya koyamadıklarını göstermektedir. Zaten karaciğer ağırlıkları da incelendiğinde, karaciğer trigliserit konsantrasyonuna benzer bir tablonun olduğu görülmektedir.

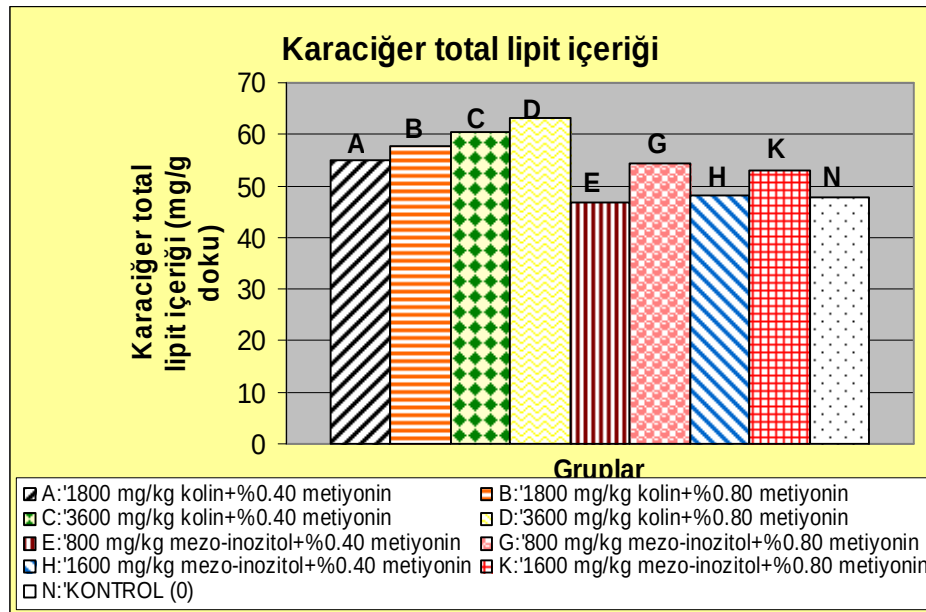
Aslında kolin+metiyonin ve mezo-inozitol+metiyonin kombinasyonlarına ek olarak kolin+mezo-inozitolün farklı kombinasyonlarının araştırılacağı başka çalışmalar konunun aydınlatılmasına daha da ışık tutacaktır.

4.5.2. Karaciğer Total Lipit İçeriği

Deneme sonunda kesilen hayvanların karaciğer total lipit içerikleri Şekil 4.6. ve Çizelge 4.5’de verilmiştir. Gruplar arasında mutlak değer olarak karaciğer total

lipit içerikleri bakımından farklılık oluşmasına karşın yapılan Duncan Testi sonucunda bu farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$).

Karaciğer total lipit içeriği kontrol grubunda 47.96 mg/gr doku olarak bulunmasına karşın kolin+metiyonin katkı rasyonlarla beslenen A, B, C ve D gruplarında sırasıyla; 54.98, 57.61, 60.49 ve 63.16 olarak bulunurken mezo-inozitol+metiyonin katkı rasyonlarla beslenen E, G, H ve K gruplarında ise sırasıyla; 46.74, 54.43, 48.23 ve 52.91 olarak bulunmuştur. En yüksek karaciğer total lipit içeriği 63.16 ile 3600mg/kg kolin+%0.80 metiyonin içeren rasyonla beslenen D grubunda bulunurken, en düşük karaciğer total lipit içeriği 46.74 ile 800 mg/kg mezo-inozitol+%0.40 metiyonin içeren rasyonla beslenen E grubunda elde edilmiştir.



Şekil 4.7. Grupların karaciğer total lipit içerikleri

Kolin+metiyonin katkı A, B, C ve D grubunda gerek kolin gerekse metiyonin düzeylerinin artırılmasına paralel olarak karaciğer total lipit içeriği artmakta ve bu miktar N (kontrol) grubundan da yüksek olmaktadır.

Mezo-inozitol+metiyonin katkı E ve H grubunun metiyonin düzeyleri aynı olup mezo-inozitol miktarı iki katına çıkartıldığı halde bu iki grup arasında karaciğer total lipit içeriği bakımından önemli bir farklılık gözlenmemektedir. E ve H grubu

aynı düzeyde metiyonin (%0.40) ve iki farklı düzeyde mezo-inozitol (sırasıyla 800, 1600 mg/kg) içermektedir. Mezo-inozitol düzeyi artmasına rağmen karaciğer total lipit içeriğinde fazla bir değişme olmamıştır. Mezo-inozitol miktarı aynı olan E ve G grubunda metiyonin düzeyi E grubuna göre iki kat artırılmıştır. Buna paralel olarak da karaciğer total lipit içeriği yükselmiştir. K grubunda da G grubuna benzer bir artış gözlenmektedir. Bu farklılığın, metiyoninin farklı düzeylerinden ileri geldiği düşünülmektedir.

Kolin+metiyonin katkılı muamele gruplarında, kontrol grubuna göre oluşan artış miktarı mezo-inozitol+metiyonin katkılı muamele gruplarındakinden daha fazladır. Aslında; gerek kolin gerekse mezo-inozitol rasyonlara tek tek ya da birlikte katılması ile karaciğer total lipit içeriğini azaltıcı etkisi olabileceği düşünülmektedir. Kolin ve mezo-inozitol ile birlikte rasyona eklenen metiyoninin bu etkiyi yok etmiş olabileceği sanılmaktadır. Farnworth ve ark. (1983), ratlarda kolin ve metiyonin durumunu ve bunların miyokardiyal ve beslenme üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Metiyonin katkılı rasyonla beslenen ratlarda, karaciğerin lipitlerinin artırıldığını ve kolin katkısının ise karaciğer lipit düzeyini düşürdüğünü ileri sürmüşlerdir. Buna paralel olarak; Leclerc ve Miller (1989), laktasyondaki ratların karaciğer nötral lipit içeriği ile rasyondaki mezo-inozitol ve kolin düzeyleri üzerine yaptıkları çalışmada, laktasyon süresince ratların, metiyonin eklenmiş düşük proteinli ya da yeterli düzeyde protein ve %40 oranında fruktoz içeren rasyonla beslenmesinin, önemli derecede karaciğer yağlanmasına neden olduğunu, kolin eklenmeksizin, mezo-inozitol eklenmesinin ise düşük proteinli ve yeterli düzeyde protein içeren rasyonlardan kaynaklanan yağlanmayı önemli düzeyde azalttığını saptamışlardır. Rama Rao ve ark. (2001), farklı enerji kaynaklarıyla beslenen damızlık etlik piliçlerin rasyonlarına kolin eklenmesinin, performansları üzerindeki etkilerini araştırmışlar ve farklı enerji kaynaklarını temel alan rasyonlara 760 mg/kg oranında ek kolin katılması ile karaciğer yağ içeriğinin azaltılabildiğini göstermişlerdir. Chahl ve Kratzing (1977), ratlarda lipotropik aktivite için kolin ve metiyonin gereksinmesini belirlemek amacıyla farklı çevre sıcaklıklarında sürdürülen deneme kurmuşlar, rasyonun metiyonin (100 gr yeme standart yem değerinden 2-3 kat fazla metiyonin) ve kolin içeriğinin (100 gr yeme 200 mg kolin) ayrı muamele

gruplarında olacak şekilde artırılması ile hepatik lipit içeriğinin düştüğünü belirlemişler ve metiyonin içeriğinin yükseltilmesinin, her iki derecede yani 21 °C ve 33 °C de hepatik lipit değerinin düşürülmesinde, her 100 gr yem için 200 mg kolin eklenmesi kadar etkili olduğunu saptamışlardır. Katayama (1999) son zamanlara kadar, fitik asit (mezo-inozitol hekzafosforik asit, IP₆) ile ilgili çok sayıda yayınlanmış raporlarda genelde mineral oluşumunu düşürme ihtimalleri üzerinde durulduğunu; çünkü mezo-inozitolün lipotropik bir faktör fonksiyonuna sahip olduğunu ifade etmiş ve rasyondaki IP₆'nın aynı zamanda aşırı karaciğer lipitlerini de azaltıp azaltmayacağını ratlar üzerinde araştırmış, eşit miktarda mezo-inozitol ya da IP₆'un, karaciğerin lipit düzeyinde ve sükrozla beslemeden kaynaklanan karaciğerin lipojenik enzim aktivitelerindeki azalmayı benzer şekilde baskıladığını, fakat, rasyondaki mezo-inozitol ve fitatın, hepatik lipit birikimini teşvik eden, hepatik lipoprotein salgılamasının ciddi inhibisyonunun sebep olduğu bilinen, orotik asidi önlemediğini ve bu sonuçların, mezo-inozitol ve fitatın, hepatik lipogenezisin artmasından kaynaklanan yağlı karaciğere karşı koruma sağladığını önermiştir. Kenney ve Carlberg (1995) ratlarda ek kolin ve mezo-inozitolün karaciğer total lipit içeriğini azalttığını belirtmişlerdir. Wolford ve Polin (1975), yumurtacı tavuklarda yağlı kanamalı-karaciğer sendromu üzerinde inozitol, lesitin, vitaminler (kolin ve E vitamini ile B₁₂) ve iyodinat kazeinin etkilerini araştırmışlardır. Karaciğerin lipit içeriğinin 1-2 gr/kg yem oranında mezo-inozitol içeren rasyonla ve serbest yemleme ya da yağlı karaciğer sendromu oluşturmak amacıyla zorlamalı yemleme uygulanan beyaz leghorn yumurtacı tavuklarda, önemli düzeyde değiştirilmediğini, yağlı karaciğer sendromunun lesitin, sadece iodonat kazein ya da inozitolla korunmadığını, B₁₂ vitamini, kolin ve E vitamininin test edilen grupta yağlı karaciğer sendromunu ve karaciğerin lipit içeriğini düşürdüğünü saptamışlardır. Pearce (1975), etlik piliçlerde yağlı karaciğer ve böbrek sendromunun oluş derecesi ve hepatik lipit metabolizması üzerinde kolin ve inozitolün etkilerini araştırmışlar, buğdaya dayalı standart rasyona ek olarak kolin ve inozitol (2-5 gr/kg yem) katılmasının karaciğerin lipit metabolizmasını etkilemediğini ifade etmişlerdir.

Görüldüğü gibi lipotrop maddelerin (kolin, mezo-inozitol, metiyonin, lesitin vb.) hepatik lipit metabolizmasında her zaman etkili olmadığı farklı çalışmalarla

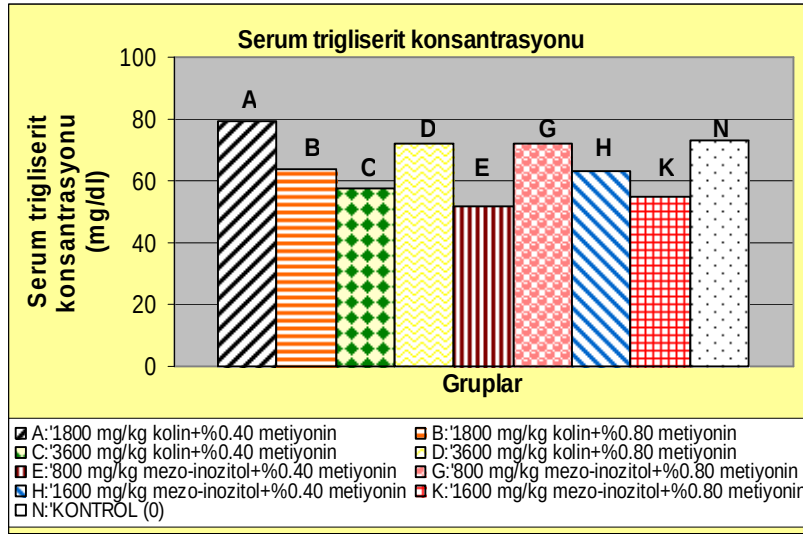
ortaya konmuştur. Mevcut çalışmada da kolin, metiyonin ve mezo-inozitolün karaciğer total lipit içeriğini değiştirmede bulunmuştur. Bu lipotrop maddelerin beklenen lipotropik etkilerinin mevcut çalışmada görülmeğinde tür, cinsiyet, ırk, katkı düzeyi, katkıların birbiriyle interaksyonu etkili olmuş olabilir.

4.5.3. Serum Triglicerit Konsantrasyonu

44. günde kesilen deneme hayvanlarının serum trigliserit konsantrasyonları Şekil 4.8. ve Çizelge 4.4’de verilmiştir. Serum trigliserit konsantrasyonu bakımından gruplar arasındaki farklılık karşılaştırıldığında E grubu ile N ve A grubu arasında ve N grubu ile C, E ve K grubu arasında istatistiki açıdan önemli farklılıklar saptanmıştır ($P<0.05$).

Serum trigliserit konsantrasyonu kontrol (N) grubunda 73.20 olarak bulunmasına karşın kolin ve metiyonin katkılı rasyonlarla beslenen A, B, C ve D gruplarında sırasıyla; 79.40, 63.80, 57.60 ve 71.80 olarak bulunurken mezo-inozitol ve metiyonin katkılı rasyonlarla beslenen E, G, H ve K gruplarında ise sırasıyla; 51.60, 72.20, 63.40 ve 55.00 olarak bulunmuştur. En yüksek serum trigliserit konsantrasyonu 79.40 ile 1800 mg/kg kolin+%0.40 metiyonin içeren rasyonla beslenen A grubunda bulunurken en düşük serum trigliserit konsantrasyonu 51.60 ile 800 mg/kg mezo-inozitol+%0.40 metiyonin içeren rasyonla beslenen E grubunda elde edilmiştir.

Muamele grupları serum trigliserit konsantrasyonu bakımından kontrol (N) grubu ile karşılaştırılırsa sadece 1800 mg/kg kolin+%0.40 metiyonin içeren rasyonla beslenen A grubunun N (kontrol) grubuna göre daha yüksek, diğer muamele grupları ise N’den daha düşük değer göstermiştir.



Şekil 4.8. Grupların serum trigliserit konsantrasyonları

A ile B grubu aynı düzeyde kolin, fakat farklı iki düzeyde metiyonin (sırasıyla %0.40, %0.80) içermektedir. Kolin miktarı A grubu ile aynı olan B grubunda metiyonin düzeyinin iki katına çıkarılmasıyla serum trigliserit konsantrasyonu azalmıştır. A grubundaki kolin ve metiyoninin her ikisinin de düzeylerinin iki katına çıkartıldığı D grubunda (3600 mg/kg kolin+%0.80 metiyonin) ise serum trigliserit konsantrasyonu B ve C grubundan daha yüksek bulunmuştur. Fakat yine de D grubunun serum trigliserit konsantrasyonu A ve N grubundan daha düşüktür. Şekil 4.8. incelendiğinde A, B ve C grubunda katkı madde düzeylerinin artışının aksine serum trigliserit konsantrasyonlarında düşüş gözlenmektedir. D grubunda hem kolin, hem de metiyonin düzeyinin A, B ve C grubuna göre daha yüksek olmasına rağmen serum trigliserit konsantrasyonu D grubunda artış göstermiştir. Bu durum her iki katkı maddesinin (kolin, metiyonin) düzeylerinin yüksek oranda artırılması ile interaksiyon oluşmaktadır.

Mezo-inozitol+metiyoninin farklı kombinasyonları olan E, G, H ve K grubunda en yüksek serum trigliserit konsantrasyonu (800 mg/kg mezo-inozitol+%0.80 metiyonin) içeren G grubunda gözlenirken, en düşük serum trigliserit konsantrasyonu (800 mg/kg mezo-inozitol+%0.40) metiyonin içeren E grubunda saptanmıştır. E ve G grubunun aynı oranda mezo-inozitol içerdiği halde 2 farklı düzeyde metiyonin içermektedir. E grubundaki metiyonin düzeyi G grubunda iki

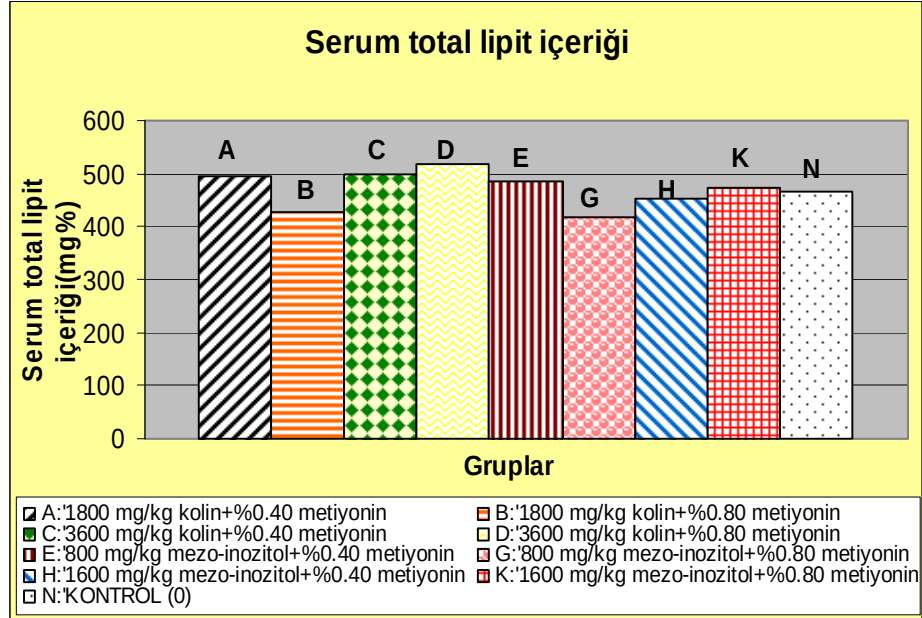
katına çıkarılmıştır. Buna bağlı olarak da G grubunun serum trigliserit konsantrasyonu yükselmiştir. K grubu, G grubunun iki katı oranında mezo-inozitol ve metiyonin içermektedir. Şekil 4.8. incelendiğinde artan katkı oranlarına rağmen serum trigliserit konsantrasyonunda azalma saptanmıştır. E ve K grubundaki değerler benzerlik göstermektedir. G, H ve K grubunun serum trigliserit konsantrasyonunda katkı oranlarının artırılmasına rağmen kademeli bir azalma gözlenirken aynı zamanda elde edilen bu bulguların N'den daha düşük olduğu belirtilmektedir. Oysa Şekil 4.6. incelendiğinde G, H ve K grubu karaciğer trigliserit konsantrasyonunda katkı oranlarının artırılmasına paralel olarak artış gözlenmiştir. Bu bulgulara dayanarak mezo-inozitol+metiyoninin G, H ve K grubundaki serum trigliserit konsantrasyonu ile karaciğer trigliserit konsantrasyonu arasında ters bir orantı gözlenmektedir. Muhtemelen serum trigliserit konsantrasyonunun azalması ile karaciğerde trigliserit konsantrasyonunun artması arasında bir bağlantısı olduğu düşünülmektedir. Aslında karaciğer trigliserit düzeyleri bakımından muamele grupları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli olmadığı için yapılan yorumlar mutlak değerlere dayanılarak yapılmıştır.

Zhan ve ark. (2006), erkek etlik piliç rasyonlarına ilave edilen metiyonin plazma trigliserit düzeyini düşürdüğünü, bu etkinin serbest yağ asitleri ve hormon sensitive lipaz enzim konsantrasyonunun artışından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Bilindiği gibi hormon sensitive lipaz, trigliseritlerin yağ hücrelerindeki katabolizmasında anahtar enzim görevi görmektedir. Mevcut çalışmada serum trigliserit düzeyinin kontrol grubuna oranla düşük olması (A grubu hariç) muhtemelen hormon sensitive lipaz enziminin rasyondaki metiyonin düzeyine bağlı olarak artması sonucu, trigliseritlerin katabolize olma hızının artmış olmasından kaynaklanabilir. Bunun sonucunda da serumdaki trigliserit düzeyi rasyona ek metiyonin verilmemesi koşullarına göre daha düşük saptanmıştır.

4.5.4. Serum Total Lipit İçeriği

Deneme sonunda kesilen hayvanların serum total lipit içerikleri Çizelge 4.5 ve Şekil 4.9'de verilmiştir. Gruplar arasında mutlak değer olarak serum total lipit

içerikleri bakımından farklılık oluşmasına karşın yapılan Duncan Testi sonucunda bu farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$).



Şekil 4.9. Grupların serum total lipid içerikleri

Serum total lipid içeriği kontrol grubunda 466.00olarak bulunmasına karşın kolin ve metiyonin katkılı rasyonlarla beslenen A, B, C ve D gruplarında sırasıyla; 497.00, 428.00, 498.00 ve 518.00 olarak bulunurken mezo-inozitol ve metiyonin katkılı rasyonlarla beslenen E, G, H ve K gruplarında ise sırasıyla; 485.00, 416.00, 453.00 ve 473.00 olarak bulunmuştur. En yüksek serum total lipid içeriği 518.00 ile 3600 mg/kg kolin+%0.80 metiyonin içeren rasyonla beslenen D grubunda bulunurken en düşük serum total lipid içeriği 416.00 ile 800 mg/kg mezo-inozitol+%0.80 metiyonin içeren rasyonla beslenen G grubunda elde edilmiştir. Muamele grupları kontrol grubu ile karşılaştırılırsa, B ve G grubu serum total lipid içeriği N'den daha düşük iken, A, C, D, E ve K grubununki N'den daha yüksektir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada etlik dişi piliçlerin rasyonlarına normal gereksinimlerinin üzerinde verilen ek metiyonin, kolin ve mezo-inozitolün yem tüketimi, canlı ağırlık kazancı, yem dönüşüm oranı, kesim ve karkas özellikleri, karaciğer ve abdominal yağlanma ile karaciğer ve kan serumunda trigliserit konsantrasyonu ve total lipit içeriği gibi parametreler üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Araştırmanın amacı doğrultusunda yapılan bu çalışmalar çerçevesinde elde edilen sonuç ve önerileri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz.

1. Kolin+metiyonin ile mezo-inozitol+metiyoninin farklı kombinasyonlarının yem tüketimi üzerine etkileri 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 ($P<0.05$). Deneme süresince, metiyonin varlığında mezo-inozitolün; kolinin yem tüketimi üzerine etkisine benzer bir etkisi olduğunu görülmüştür. 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. Fakat bu etki, gerek kolin+metiyonin ve gerekse mezo-inozitol+metiyonin içeren muamele gruplarında, metiyoninin %0.40 düzeyinde olumlu iken %0.80 düzeyinde olumsuz olmaktadır.

2. Deneme süresince, ek kolin+metiyonin içeren rasyonla beslenen muamele gruplarında, en düşük yem tüketimi D (3600 mg/kg kolin+% 0.80 metiyonin) grubunda, en yüksek yem tüketimi ise A (1800 mg/kg kolin + % 0.40 metiyonin) grubunda saptanmıştır.

3. Mevcut çalışmada ek mezo-inozitol+metiyonin içeren rasyonla beslenen muamele gruplarında deneme süresince, en düşük yem tüketimi K (1600 mg/kg mezo-inozitol+%0.80 metiyonin) grubunda, en yüksek yem tüketimi ise H (1600 mg/kg mezo-inozitol+%0.80 metiyonin) grubunda belirlenmiştir.

4. Kolin, metiyonin ve mezo-inozitolün 2 farklı düzeylerinin kombine edildiği çalışmada, gruplar arasında mutlak değer olarak yem dönüşüm oranları bakımından

farklılık oluşmasına karşın yapılan Duncan Testi sonucunda bu farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı belirtilmiştir ($P>0.05$). Mevcut çalışmada rasyona ek metiyonin, kolin ve mezo-inozitolün eklenmesinin 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 ($P<0.05$). Rasyondaki metiyonin düzeyinin farklı kombinasyonları denenerek yem değerlendirme oranında bu iyileşmenin istatistiki açıdan önem yaratacak düzeylerinin saptanabileceği düşünülmektedir.

5. Metiyonin, kolin ve mezo-inozitolün etlik piliçlerin performansı üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada, deneme başı canlı ağırlıkları birbirine benzeyen muamele grupları canlı ağırlık kazancı bakımından karşılaştırıldığında, kontrol grubuna göre, denemenin ikinci haftasında A ve H grubunda daha yüksek, üçüncü haftasında D, G ve K grubunda, dördüncü haftasında D ve K grubunda daha düşük, beşinci 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. Diğer taraftan yaşamın ilk üç haftasına oranla, son üç haftasında rasyona %0.80 metiyonin eklemek canlı ağırlık artışını kısmen kontrol grubuna göre artırmaktadır. 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.

6. Metiyonin varlığında kolin ve mezo-inozitolün soğuk karkas ağırlığı üzerindeki etkisinin incelendiği 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.

7. 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. Bu etkileri daha net görebilmek için denemede kullanılan kombinasyonlara ek olarak her bir maddeyi (kolin, metiyonin ve mezo-inozitol) tek başına içeren muamele gruplarının oluşturulması bundan sonra planlanacak çalışmalarda uygun olacaktır.

8. Mezo-inozitol, kolin ve metiyoninin farklı kombinasyonlarının etlik piliçlerin karkas randımanı üzerine etkisine 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 3600 mg/kg kolin+%0.40 metiyonin içeren rasyonla beslenen C grubunda, en düşük karkas randımanı ise 3600 mg/kg kolin+%0.80 metiyonin içeren rasyonla beslenen 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.

9. Metiyonin varlığında kolin ve mezo-inozitolün karın yağı üzerine etkisinde incelendiği çalışmada gruplar arasında mutlak değer olarak abdominal yağ miktarları bakımından gerek vücut ağırlığının yüzdesi olarak ve gerekse gram olarak farklılık oluşmasına karşın yapılan Duncan Testi sonucunda bu farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı görülmüştür ($P>0.05$). Mevcut çalışmada abdominal yağ miktarı 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.

10. Rasyonlarına kolin+metiyonin ve mezo-inozitol+metiyonin eklenen ve 44. günde kesilen deneme hayvanlarının karaciğer ağırlıkları incelenmiş ve gruplar

arasında mutlak değer olarak karaciğer ağırlıkları bakımından farklılık oluşmasına karşın yapılan Duncan Testi sonucunda bu 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.

11. Etlik piliç rasyonlarına standart yeme ek olarak katılan kolin, metiyonin ve mezo-inozitolün, karaciğer trigliserit (TG) konsantrasyonlarına etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, gruplar arasında mutlak değer olarak karaciğer trigliserit konsantrasyonları bakımından farklılık oluşmasına karşın yapılan Duncan Testi sonucunda bu farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$).

12. Kolin, metiyonin ve mezo-inozitolün karaciğer yağlanması üzerine etkilerinin araştırıldığı deneme sonunda kesilen hayvanların karaciğer total lipit içerikleri incelendiğinde, gruplar arasında mutlak değer olarak karaciğer total lipit içerikleri bakımından farklılık oluşmasına karşın yapılan Duncan Testi sonucunda bu farklılıkların istatistiki olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$). Kolin+metiyonin katkılı muamele gruplarında, kontrol grubuna göre oluşan artış miktarı mezo-inozitol+metiyonin katkılı muamele gruplarından daha fazladır. Ayrıca metiyoninin artan dozlarında total lipit miktarı istatistiki olmamakla birlikte artmaktadır. Çalışmada elde edilen veriler, mezo-inozitolün rasyona tek başına eklenmesiyle daha düşük total lipit içeriğine neden olabileceğini göstermektedir. Bu çalışmanın bundan sonraki adımında rasyonlara eklenen katkı maddelerinin tek başına yarattıkları etkilerin gözlenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla katkıların birbirleriyle olan etkilenimlerinde net olarak ortaya konacaktır.

13. Kolin+metiyonin ve mezo-inozitol+metiyoninin farklı düzeylerinin etlik piliçlerin serum TG konsantrasyonu üzerine etkisinin irdelendiği 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 ($P<0.05$).

14. Etlik piliçlerde metiyonin varlığında kolin ve mezo-inozitolün serum total lipit içerikleri üzerine etkisinin incelendiği 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

- AFTAB, U. and ASHRAF, M., 2009. Methionine+cystine requirement of broyler chickens fed low-density diets under tropical conditions. *Trop. Anim. Health Prod.* 41(3):363-9.
- ARAS, K., BAĞLUM, S. ve ERŞEN, G., 1971. Tıbbi Biyokimya IV, Lipidler Biyokimyası, Normal ve Patolojik Metabolizma. Sevinç Matbaası, Ankara, 219s.
- ANDERSEN D.B. and HOLUB B.J., 1980a. The relative response of hepatic lipids in the rat to graded levels of dietary myo-inositol and other lipotropes. *J. Nutr.* 110(3):496-504
- ANDERSEN DB. and HOLUB B.J., 1980b. Myo-inositol-responsive liver lipid accumulation in the rat. *J. Nutr.* 110(3):488-95.
- ATTIA, Y.A., HASSAN, R.A., SHEHATTA, M.H. and ABD EL HADY, SLAWA B., 2005. Growth, carcass quality and serum constituents of slow growing chicks as affected by betaine addition to diets containing 2. different levels of methionine. *International Journal of Poultry Science* 4 (11): 856-865.
- BAKER, D.H., HALPIN, K.M., CZARNECKI, G.L. and PARSONS, C.M., 1983. The choline-methionine interrelationship for growth of the chick. *Poult Sci.* 62(1):133-7.
- 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.
- BENSADOUN, A., ROTHFELD, A., 1972. The form of absorption of lipids in the chicken *Gallus domesticus*. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 141:814–817.
- BLIGH, E.C. ve DYER, W. J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37, 913-917.

- BULGURLU, Ş. and ERGÜL, M., 1978. Lepper Yöntemi. Yemlerin Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Analiz Metodları. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:127, sayfa 176, İzmir.
- BURTON, L.E. and WELLS, W.W., 1976. Myo-Inositol metabolism during lactation and development in the rat. The prevention of lactation-induced fatty liver by dietary myo-inositol. J. Nutr. 106(11):1617-28.
- BURTON, L.E., RAY, R.E., BRADFORD, J.R., ORR, J.P., NICKERSON, J.A. and WELLS, W.W., 1976. Myo-Inositol metabolism in the neonatal and developing rat fed a myo-inositol-free diet. J. Nutr. 106(11):1610-6.
- CHAHN, J.S. and KRATZING, C.C., 1977. Environmental temperature and choline requirements in rats. II. Choline and methionine requirements for lipotropic activity. J. Lipid Res. 7(1):22-6.
- CHEN, S.E., MCMURTRY, J.P. and WALZEM, R.L., 2006. Overfeeding-induced ovarian dysfunction in broiler breeder hens is associated with lipotoxicity. Poult. Sci. 85(1):70-81.
- 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.
- DANICKE, S., UEBERSCHAR, K.H., REESE, K. and WEIGEND, S., 2006. Investigations on the effects of rape oil quality, choline and methionine concentration in diets for laying hens on the trimethylamine content of the eggs, on trimethylamine metabolism and on laying performance. Arch. Anim. Nutr. 60(1):57-79.
- DAVAL, S., LAGARRIGUE, S., DOUAIRE, M., 2000. Messenger RNA levels and transcription rates of hepatic lipogenesis genes in genetically lean and fat chickens. Genet. Sel. Evol. 32:521-531.
- DEMİR, E., 1989. Bitirme dönemi karma yemlerine eklenen metiyonin ve lizinin etlik dışı piliçlerin abdominal yağ miktarına etkisi. Çukurova Üniv. Fen Bilm. Enst. Yüksek lisans tezi. Zootekni Bölümü kitaplığı. Sayı:2889.
- DİKİCİOĞLU, T., ERGÜN, A., SAÇAKLI, P., 1997. Broyler rasyonlarında sıvı metiyonin kullanımı. Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg. 44: 237-248.

- DOUAIRE, M., LE FUR, N., EL KHADIR-MOUNIER, C., LANGLOIS, P., FLAMANT, F., MALLARD, J., 1992. Identifying genes involved in the variability of genetic fatness in the growing chicken. *Poult. Sci* 71:1911–1920.
- EILLE, G.A., ROMSOS, D.R., YEH, Y.Y. and O’HEA, E., 1975. Lipid biosynthesis in the chick. A consideration of site of synthesis, influence of diet and possible regulating mechanisms. *Poult. Sci.* 1975; 54: 1075-1093.
- EKPERIGIN, H.E. and VOHRA, P., 1981a. Influence of dietary excess methionine on the relationship between dietary copper and the concentration of copper and iron in organs of broiler chicks. *J. Nutr.* 111(9):1630-40.
- 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.
- ESTEVE-GARCIA, E. and LLAURADO, L.L., 1997. Performance, breast meat yield and abdominal fat deposition of male broiler chickens fed diets supplemented with DL-methionine or DL-methionine hydroxy analogue free acid. *Br. Poult Sci.* 38(4):397-404.
- FARNWORTH, E.R., KRAMER, J.K., CORNER, A.H. and THOMPSON, B.K., 1983. The methionine and choline status of rat diets and their effects on nutrition and myocardial lesions. *J. Nutr.* 113(12):2442-54.
- FEOLI, A.M., ROEHRIG, C., ROTTA, L.N., KRUGER, A.H., SOUZA, K.B., KESSLER, A.M., RENZ, S.V., BRUSQUE, A.M., SOUZA, D.O. and PERRY, M.L. 2003. Serum and liver lipids in rats and chicks fed with diets containing different oils. *Nutrition.* 19(9):789-93.
- FONTANA, E.A., WEAVER, W.D. J.R., DENBOW, D.M. and WATKINS, B.A., 1993. Early feed restriction of broilers: effects on abdominal fat pad, liver, and gizzard weights, fat deposition, and carcass composition. *Poult. Sci.* 72(2):243-50.
- HARMS, R.H. and MILES, R.D., 1984. Effects of supplemental methionine and potassium sulfate on the choline requirement of the turkey poult. *Poult. Sci.* 63(7):1464-6.

- 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.
- HARPER, A.E., BENEVENGA, N.J. and WOHLHEUTER, R.M., 1970. Effects of ingestion of disproportionate amount of amino acids. *Physiological Reviews* 50:428-558.
- 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.
- HAYASHI, E., MAEDA, T., HASEGAWA, R. and TOMITA, T., 1978. The effect of myo-inositol deficiency on lipid metabolism in rats. III. The mechanism of an enhancement in lipolysis due to myo-inositol deficiency in rats. *Biochim. Biophys. Acta.* 22;531(2):197-205.
- HERMIER, D., 1997. Lipoprotein metabolism and fattening in poultry. *J. Nutr.* 127: 805S-808S.
- KARADAŞ, E., ÖZER, H., BEYTUT, E. and ÖZDEMİR, N., 1999. Rendering yağı içeren yemle beslenen broyler piliçlerde “Karaciger-Böbrek Yağlanması Sendromu” üzerinde patolojik ve biyokimyasal araştırmalar. *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*; 23 (1999) 93-104 © TÜBİTAK
- KATAYAMA, T., 1999. Hypolipidemic action of phytic acid (IP6): prevention of fatty liver. *Anticancer Res.* 19(5A):3695-8.
- KENNEY, J.L. and CARLBERG, K.A., 1995. The effect of choline and myo-inositol on liver and carcass fat levels in aerobically trained rats. *Int. J. Sports Med.* 16(2):114-6.
- 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.

- KERN, M., ELLISON, D., MARROQUIN, Y., AMBROSE, M. and MOSIER, K., 2002. Effects of soy protein supplemented with methionine on blood lipids and adiposity of rats. *Nutrition*. 18(7-8):654-6.
- KIRCHGESSNER, M., STEINHART, H. (1984). Biological effectiveness of DL-methionine-Na and DL-2-hydroxy-4-methylthiobutyric acid with broilers. *Arch. Geflügelk.*, 48 (2): 45-51.
- KUTLU, H. R., GÖRGÜLÜ, M. ve BAYKAL ÇELİK, L., 2005. Genel Hayvan Besleme Ders Notu. Çukurova Üniversitesi, Ziraat fakültesi, Zootečni Bölümü, Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı, Adana, 168s.
- LARBIER, M. and LECLERCQ, B., 1992. Nutrition and feeding of poultry. Nottingham University Press. Leicestershire, U.K.
- LATTA, D.M. and DONALDSON W.E., 1986. Lead toxicity in chicks: interactions with dietary methionine and choline. *J. Nutr.* 116(8):1561-8.
- 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
- LEE, K., FLEGAL, C.J. and WOLFORD, J.H., 1975. Factors affecting liver fat accumulation and liver hemorrhages associated with fatty liver-hemorrhagic syndrome in laying chickens. *Poult. Sci.* 54(2):374-80.
- LEGRAND, P. and HERMIER, D., 1992. Hepatic delta 9 desaturation and plasma VLDL level in genetically lean and fat chickens. *Int. J. Obes Relat. Metab. Disord.* 16(4):289-94.
- LEVEILLE, G.A., 1969. In vitro hepatic lipogenesis in the hen and chick. *Comp Biochem. Physiol.* 28:431-435.
- LEVEILLE, G.A., ROMSOS, D.R., YEH, Y.Y., and O'HEA, E.K., 1975. Lipid biosynthesis in the chick, a consideration of site of synthesis influence of diet and possible regulatory mechanisms. *Poultry Science* 54:1075-1093.

- LIPSTEIN, B., BORNSTEIN, S. and BUDOWSKI, P., 1977. Utilization of choline from crude soybean lecithin by chicks. 1. Growth and prevention of perosis. Poult. Sci. 56(1):331-6.
- LOMBARDI, B., PANI, P. and SCHLUNK, F.F., 1968. Choline-deficiency fatty liver: impaired release of hepatic triglycerides. J. Lipid Res. 9(4):437-46.
- 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. Tierernähr. 35(8):545-54.
- MILES, R.D., RUIZ, N. and HARMS, R.H., 1983. The interrelationship between methionine, choline, and sulfate in broiler diets. Poult. Sci. 62(3):495-8.
- MOLITORIS, B.A. and BAKER, D.H., 1976. The choline requirement of broiler chicks during the seventh week of life. Poult. Sci. 55(1):220-4.
- MUĞLALI, Ö.H., ERGÜN, A., AĞCA, C., GÜLER, A., KÜÇÜKERSAN, K., ORMAN, M., YALÇINKAYA, İ., ve SAÇAKLI, P., 2002. Farklı enerji içerikli rasyonlarla zorla beslemenin yetiştiren kazlarda besi performansı ve kaz ciğeri üretimi üzerine etkileri. Türk J. Vet. Anim. Sci. 26:1405-1413.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th revised Edition, National Academy Press. Washington D.C., USA.
- NEHRING, K., 1960. *Agriculturchemische Untersuchungs Methoden für Düng- und Futtermittel Böden und Milch*, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, Almanya.
- NOYAN, M., LOSSOW, W.J., BROT, N., CHAIKOFF, I.L., 1964. Pathway and form of absorption of palmitic acid in the chicken. J. Lipid Res. 5:538-541.
- O'HEA, E.K., LEVEILLE, G.A., 1969. Lipogenesis in isolated adipose tissue of domestic chick (*Gallus domesticus*). Comp. Biochem. Physiol. 26:111-120.
- OKAZAKI, Y., SETOGUCHI, T. and KATAYAMA, T., 2006. Effects of dietary myo-inositol, D-chiro-inositol and L-chiro-inositol on hepatic lipids with reference to the hepatic myo-inositol status in rats fed on 1,1,1-trichloro-2,2-bis (p-chlorophenyl) ethane. Biosci. Biotechnol. Biochem. 70(11):2766-70.

- ÖZTÜRKCAN, O., 1990. Hayvan Besleme Biyokimyası. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni 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.
- PEARCE, J., 1975. The effects of choline and inositol on hepatic lipid metabolism and the incidence of the fatty liver and kidney syndrome in broilers. Br. Poult. Sci. 16(6):565-70.
- PEARCE, J., 1977. Some differences between avian and mammalian biochemistry. Int. J. Biochem. 8:269-275.
- PEARSON, A.W., ARKHIPOV, A.V., BUTLER, E.J. and LAURSEN-JONES, A.P., 1978. Influence of dietary cereal and energy content on the accumulation of lipids in the liver in fatty liver-haemorrhagic syndrome in the fowl. Res. Vet. Sci. 24(1):72-6.
- PARSONS, C.M. and LEEPER, R.W., 1984. Choline and methionine supplementation of layer diets varying in protein content. Poult. Sci. 63(8):1604-9.
- PESTI, G.M., HARPER, A.E. and SUNDE, M.L., 1980. Choline/methionine nutrition of starting broiler chicks. Three models for estimating the choline requirement with economic considerations. Poult. Sci. 59(5):1073-81.
- 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.
- POTTER, S.M. and KIES, C.V., 1990. Influence of sulfur-amino acid content variation in plant vs animal protein on serum and tissue lipids in rats. Plant Foods Hum. Nutr. 40(4):297-308.
- 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.

- RUIZ, N., MILES, R.D., and HARMS, R.H., 1984. Choline, methionine and sulphate interrelationships in poultry nutrition. A review, *World's Poultry Science Journal*, 185-198.
- SATO, M., TACHIBANA, T. and FURUSE, M., 2006. Total lipid and triacylglycerol contents in the liver of broiler and layer chickens at embryonic stages and hatching. *Animal Science Journal*; 77, 526–531.
- SAADOUN, A., LECLERCQ, B., 1983. Comparison of in vivo fatty acid synthesis of the genetically lean and fat chickens. *Comp. Biochem. Physiol. B*;75: 641-644.
- 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.
- SHEARD, N.F. and ZEISEL, S.H., 1989. Choline: an essential dietary nutrient? *Nutrition*. 5(1):1-5.
- SUN, H., YANG, W.R., YANG, Z.B., WANG, Y., JIANG, S.Z. and ZHANG, G.G., 2008. Effects of betaine supplementation to methionine deficient diet on growth performance and carcass characteristics of broilers. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences* 3 (3): 78-84, ISSN 1557-4555.
- SWAIN, B.K. and JOHRI, T.S., 2000. Effect of supplemental methionine, choline and their combinations on the performance and immune response of broilers. *Br. Poult. Sci.* 41(1):83-88.
- 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.* 61(10):2060-4.
- TSIAGBE, V.K., COOK, M.E., HARPER, A.E. and SUNDE, M.L., 1987. Enhanced immune responses in broiler chicks fed methionine-supplemented diets. *Poult. Sci.* 66(7):1147-54.

- TSIAGBE, V.K., COOK, M.E., HARPER, A.E. and SUNDE, M.L., 1988. Alterations in phospholipid composition of egg yolks from laying hens fed choline and methionine-supplemented diets. *Poult. Sci.* 67(12):1717-24.
- TÜİK, 2009. Hayvansal Üretim. T.C Başbakanlık Türkiye istatistik kurumu haber bülteni. Sayı:83. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=4053>
- VAN WEERDEN, E.J., SCHUTTE, J.B. (1983): DL-metiyonin and DL-metiyonin hydroxy analogue free acid in broiler diets. *Poult. Sci.*, 62:1269-1274.
- WHITEHEAD, C.C. and SILLER, W.G., 1983. Experimentally induced fatty liver and kidney syndrome in the young turkey. *Res. Vet. Sci.* 34(1):73-6.
- WOLFORD, J.H. and POLIN, D., 1975. Effect of inositol, lecithin, vitamins (B₁₂ with choline and E), and iodinated casein on induced fatty liver-hemorrhagic syndrome in laying chickens. *Poult. Sci.* 54(4):981-91.
- 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):1636-43.

ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Mazgirt'te doğdu. İlk ve orta öğrenimini Mazgirt'te ve lise öğrenimini Mersin'de tamamladı. 1993 yılında girdiği Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümünü 1997 yılında bölüm ikincisi olarak bitirdi. Yaklaşık bir yıl süreyle İçel'de Köy-Tür Tavukçuluk İşletmesinde çalıştı. 1998 yılında Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı ve 2002 yılında “*Bıldırcınların yağlanması B₆ vitamini ile niasinin etkilerinin karşılaştırılması*” adlı yüksek lisans tezini tamamlayarak aynı Anabilim Dalı'nda doktora çalışmasına başladı. Bugüne kadar kanatlı besleme üzerine yurtiçi ve yurtdışı konferanslara katıldı. Yayınlanmış 1 uluslararası bilimsel eseri bulunmaktadır. 2000 yılında Öğretim Görevlisi olarak atandığı Cumhuriyet Üniversitesi, Ziraat Ahmet Çuhadaroglu Meslek Yüksek Okulu, Kanatlı Hayvan Yetiştiriciliği Bölümü'nde 3 yıl süreyle çalıştı. Halen 2004 yılında görevlendirildiği aynı üniversiteye bağlı Yıldızeli Meslek Yüksekokulu, Bahçe Ziraatı Bölüm'ünde Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır. Bekardır.