

**T.C.  
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI  
DOKTORA PROGRAMI**

**ETLİK PİLİÇLERDE GÖĞÜS ETİNDE BEYAZ ÇİZGİ  
OLUŞUMUNUN ÖNLENMESİNDE RASYONLARA  
DL-METİYONİN VE L-KARNİTİN KATKISININ  
ETKİNLİĞİNİN İNCELENMESİ**

**EREN KUTER  
DOKTORA TEZİ**

**DANIŞMAN  
Prof. Dr. AHMET GÖKHAN ÖNOL**

**AYDIN-2018**

## KABUL VE ONAY

T.C. Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Doktora Programı çerçevesinde Eren KUTER tarafından hazırlanan “Etlik Piliçlerde Göğüs Etinde Beyaz Çizgi Oluşumunun Önlenmesinde Rasyonlara DL-Metiyonin ve L-Karnitin Katkısının Etkinliğinin İncelenmesi” başlıklı tez, aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 16/11/2018

Üye :	Prof. Dr. Ahmet G. ÖNOL (Tez Danışmanı)	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	.....
Üye :	Prof. Dr. Müjdat ALP	İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa	.....
Üye :	Prof. Dr. Fatma KARAKAŞ OĞUZ	Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	.....
Üye :	Doç. Dr. Özcan CENGİZ	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	.....
Üye :	Doç. Dr. B. Hakan KÖKSAL	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi	.....

ONAY:

Bu tez Adnan Menderes Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsünün ..... tarih ve ..... sayılı oturumunda alınan ..... nolu Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ahmet CEYLAN  
Enstitü Müdürü

## TEŞEKKÜR

Doktora eğitimimin her aşamasında desteklerini esirgemeyen başta danışmanım Sayın Prof. Dr. Ahmet Gökhan ÖNOL olmak üzere Sayın Doç. Dr. Özcan CENGİZ, Sayın Doç. Dr. Bekir Hakan KÖKSAL, Araş Gör. Dr. Ömer SEVİM, Araş. Gör. Dr. Onur Tatlı'ya ve eğitim sürecimde katkılarını esirgemeyen Adnan Menderes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootekni Anabilim Dalı'nın öğretim üyelerine teşekkürü borç bilirim.

Tezimin deneme aşamasında yardımlarını gördüğüm Araş Gör. Mehmet KAYA, Araş. Gör. Dr. Solmaz KARAARSLAN, Vet. Hek. Umair AHSAN, Zir. Müh. Ehsan Karimiyan KHAMSAH, Vet. Hek. Murat ER, Vet. Hek. Artun REMAN, Vet. Hek. Kübra Aybala ÖNAL, Vet. Hek. Hatice PEKAĞIRBAŞ ve Vet. Hek. Ceren KAPLAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Mensubu olmaktan mutluluk duyduğum Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı'nın öğretim üyeleri Prof. Dr. Fatma KARAKAŞ OĞUZ, Prof. Dr. Numan OĞUZ, Dr. Öğr. Üyesi Kadir Emre BUĞDAYCI ve Dr. Öğr. Üyesi Hıdır GÜMÜŞ'e desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

Son olarak varlıklarından onur duyduğum, anlayış, ilgi, sabır ve sevgilerini hiçbir zaman eksik etmeyen annem Niyaz KUTER, babam Ahmet KUTER, kardeşim Dr. İrem KUTER ve eşim Vet. Hek. Dilan KUTER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

# İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY.....	i
TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
RESİMLER DİZİNİ.....	viii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ÖZET.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	2
2.1. Etlik Piliç Yetiştiriciliği ile İlgili Veriler.....	2
2.2. Piliç Eti Üretimi, Tüketimi ve Bunları Etkileyen Etmenler.....	3
2.3. Kas Dokusu.....	8
2.3.1. Kas Dokunun Gelişimi.....	9
2.3.2. Kas Dokudaki Lif Tipleri.....	12
2.4. Büyüme Hızı ve Kas Hasarı İlişkisi.....	14
2.5. Göğüs Etinde Beyaz Çizgi Oluşumu ve İnsidensi.....	14
2.6. Beyaz Çizgi Oluşumunu Etkileyen Etmenler.....	15
2.7. Beyaz Çizgili Göğüs Etlerinde Şekillenen Değişiklikler.....	17
2.7.1. Histolojik Değişiklikler.....	17
2.7.2. Hematolojik ve Biyokimyasal Değişiklikler.....	19
2.7.3. Besin Madde Bileşimine İlişkin Değişiklikler.....	20
2.7.4. Et Kalitesinde Meydana Gelen Değişiklikler.....	23
2.8. Beyaz Çizgi Oluşumunun Tüketici Taleplerine Etkisi.....	25
2.9. Metiyonin.....	26
2.9.1. Metiyoninin Protein Sentezindeki Rolü.....	27
2.9.2. Etlik Piliçlerde Metiyonin Gereksinimi.....	28
2.9.3. Etlik Piliçlerde Metiyoninin Göğüs Eti ve Abdominal Yağ Düzeyine Etkisi.....	31
2.10. L-Karnitin.....	34

2.10.1. Etlik Piliçlerde L-Karnitin Gereksinimi.....	34
2.10.2. Etlik Piliçlerde L-Karnitin Performans, Ürün Kalitesi ve Bazı Kan Parametrelerine Etkisi.....	37
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	37
3.1. Gereç.....	37
3.1.1. Hayvan.....	37
3.1.2. Yem ve Yem Katkı Maddeleri.....	36
3.2. Yöntem.....	40
3.2.1. Deneme Deseni.....	40
3.2.2. Deneme Hayvanlarının Bakımı.....	40
3.2.3. Canlı Ağırlık ve Canlı Ağırlık Artışının Belirlenmesi.....	41
3.2.4. Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma Oranının Belirlenmesi.....	42
3.2.5. Kesim İşlemi.....	42
3.2.6. Kan Örneklerinin Alınması, Serum Trigliserit ve Toplam Kolesterol Düzeylerinin Belirlenmesi.....	42
3.2.7. Sıcak Karkas Randımanının Belirlenmesi.....	43
3.2.8. Göğüs Eti, Karaciğer ve Abdominal Yağ Ağırlıklarının Belirlenmesi.....	43
3.2.9. Beyaz Çizgi Skorunun Belirlenmesi.....	44
3.2.10. Göğüs Eti Kalitesinin Belirlenmesi.....	45
3.2.11. Göğüs Eti Besin Madde Bileşiminin Belirlenmesi.....	47
3.2.12. İstatistiksel Analizler.....	47
4. BULGULAR.....	48
4.1. Performans.....	48
4.2. Beyaz Çizgi Görülme Oranı.....	60
4.3. Karkas Özellikleri.....	62
4.4. Serum Trigliserit ve Toplam Kolesterol Düzeyleri.....	71
4.5. Göğüs Eti Kalite Özellikleri.....	74
4.6. Göğüs Eti Besin Madde Bileşimi.....	88
5. TARTIŞMA.....	89
5.1. Performans.....	89
5.2. Beyaz Çizgi Görülme Oranı.....	92
5.3. Karkas Özellikleri.....	95
5.4. Serum Trigliserit ve Toplam Kolesterol Düzeyleri.....	97

5.5. Göğüs Eti Kalitesi.....	99
5.6. Göğüs Eti Besin Madde Bileşimi.....	101
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	103
KAYNAKLAR.....	106
EKLER.....	121
ÖZGEÇMİŞ.....	122



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>kg</b>	: Kilogram	<b><math>\alpha</math></b>	: Alfa
<b>g</b>	: Gram	<b><math>\beta</math></b>	: Beta
<b>mg</b>	: Miligram	<b><math>\gamma</math></b>	: Gama
<b><math>\mu</math>g</b>	: Mikrogram	<b>c</b>	: Cis
<b>pg</b>	: Pikogram	<b>t</b>	: Trans
<b>U</b>	: Ünite	<b>rpm</b>	: Dakikadaki dönüş sayısı
<b>IU</b>	: İnternasyonal ünite	<b>Mkal</b>	: Megakalori
<b>mEq</b>	: Miliequivalan	<b>Kkal</b>	: Kilokalori
<b>m</b>	: Metre	<b>MJ</b>	: Megajoule
<b>cm</b>	: Santimetre	<b>KM</b>	: Kuru madde
<b><math>\mu</math>m</b>	: Mikrometre	<b>ME</b>	: Metabolizlenebilir enerji
<b>L</b>	: Litre	<b>HP</b>	: Ham protein
<b>dL</b>	: Desilitre	<b>Ca</b>	: Kalsiyum
<b>mL</b>	: Mililitre	<b>Py</b>	: Yaralanılabilir fosfor
<b><math>\mu</math>L</b>	: Mikrolitre	<b>CA</b>	: Canlı ağırlık
<b>pL</b>	: Pikolitre	<b>CAA</b>	: Canlı ağırlık artışı
<b>fL</b>	: Femtolitre	<b>YT</b>	: Yem tüketimi
<b>m<sup>2</sup></b>	: Metrekare	<b>YYO</b>	: Yemden yararlanma oranı
<b>cm<sup>2</sup></b>	: Santimetrekare	<b>TSAA</b>	: Kükürtlü amino asitler toplamı
<b><math>\mu</math>m<sup>2</sup></b>	: Mikrometrekare	<b>ATP</b>	: Adenozin trifosfat
<b>mM</b>	: Milimol	<b>RBC</b>	: Alyuvar sayısı
<b><math>\mu</math>M</b>	: Mikromol	<b>MCV</b>	: Alyuvar ortalama hacmi
<b>%</b>	: Yüzde	<b>RDW</b>	: Alyuvarların dağılım genişliği
<b>+</b>	: Artı	<b>BUN</b>	: Kan üre azotu
<b>-</b>	: Eksi	<b>MCHC</b>	: Alyuvar ortalama hemoglobin yoğunluğu
<b>±</b>	: Artı eksi	<b>MCH</b>	: Alyuvar ortalama hemoglobin miktarı
<b>&lt;</b>	: Küçük		
<b>&gt;</b>	: Büyük		
<b>°C</b>	: Santigrat derece		

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Kas dokusunun yapısı.....	8
Şekil 2. Kuluçkadan çıkım öncesi ve sonrası kas gelişimi.....	11





## RESİMLER DİZİNİ

<b>Resim 1.</b> Beyaz çizgili göğüs etlerinde gözlenen histolojik değişiklikler.....	18
<b>Resim 2.1.</b> Deneme ünitesinin genel görünümü.....	41
<b>Resim 2.2.</b> Hayvanların barındırıldığı bölmeler.....	41
<b>Resim 2.3.</b> Araştırmanın başlangıç günü.....	41
<b>Resim 2.4.</b> Araştırmanın son günü.....	41
<b>Resim 3.1.</b> Skor 0 (çizgi yok).....	44
<b>Resim 3.2.</b> Skor 1 (orta şiddetli çizgilenme).....	44
<b>Resim 3.3.</b> Skor 2 (şiddetli çizgilenme).....	44

## TABLULAR DİZİNİ

<b>Tablo 1.</b> Etlik piliç yetiştiriciliğine ait bazı parametrelerin yıllara bağlı değişimi.....	3
<b>Tablo 2.</b> Kanatlı eti tüketim verileri.....	3
<b>Tablo 3.</b> 2014-2024 yıllarına ait kanatlı eti üretim verileri ve üretim beklentileri.....	4
<b>Tablo 4.</b> 2014-2024 yıllarına ait kanatlı eti tüketim verileri ve tüketim beklentileri.....	5
<b>Tablo 5.</b> Etlik piliç sektöründe tüketici talepleri ve üretici kriterlerinin yıllara bağlı değişimi.....	7
<b>Tablo 6.</b> Satışa sunulan piliç eti formlarının yıllara bağlı değişimi.....	7
<b>Tablo 7.</b> Büyüme faktörlerinin myoblast ve uydu hücrelerine etkileri.....	10
<b>Tablo 8.</b> Büyüme oranı ve preteolitik kapasite ilişkisi.....	12
<b>Tablo 9.</b> Büyüme hızı ve yaşın kas lifi kesit alanına etkisi.....	13
<b>Tablo 10.</b> Kas lifi çapının canlı ağırlık ve göğüs eti ağırlığına etkisi.....	13
<b>Tablo 11.</b> Etlik piliç göğüs etlerinde beyaz çizgi görülme insidensinin belirlenmesine ilişkin bazı çalışmaların sonuçları.....	15
<b>Tablo 12.</b> Bazı etmenlerin beyaz çizgi oluşumuna etkileri.....	16
<b>Tablo 13.</b> Göğüs etinde şiddetli beyaz çizgilenme olan ve olmayan etlik piliçlerde bazı hematolojik ve biyokimyasal parametreler.....	19
<b>Tablo 14.</b> Tavuk göğüs ve but etindeki (derisiz) bazı besin maddelerinin düzeyleri.....	20
<b>Tablo 15.</b> Farklı yoğunluklarda beyaz çizgi içeren göğüs etlerindeki bazı besin madde düzeylerinin değişimi.....	21
<b>Tablo 16.</b> Normal ve şiddetli beyaz çizgili göğüs etlerinde yağ asidi düzeyleri.....	22
<b>Tablo 17.</b> Normal ve beyaz çizgili göğüs etlerinde bazı minerallerin düzeyleri.....	23
<b>Tablo 18.</b> Kas lifi çapının canlı ağırlık ve göğüs etine ilişkin bazı parametrelere etkisi...	23
<b>Tablo 19.</b> Beyaz çizgi yoğunluğunun tüketicilerin satın alma eğilimlerine etkisi.....	26
<b>Tablo 20.</b> Farklı beyaz çizgi yoğunluğuna sahip göğüs etlerinde bazı tekstür özelliklerinin değerlendirilmesi.....	26
<b>Tablo 21.</b> Metiyoninin etlik civcivlerde kas proteinlerinin sentezine olan etkisi.....	27
<b>Tablo 22.</b> Tavukların vücut proteinleri ve bazı yem maddelerindeki amino asit düzeyleri.....	28
<b>Tablo 23.</b> Etlik piliçlerde 0-3 haftalık dönemde metiyonin ve sistin gereksinimleri.....	29

<b>Tablo 24.</b> TSAA ve metiyonin gereksinimine ilişkin NRC ve bazı etlik piliç hibriti üreticilerinin katalog değerleri.....	30
<b>Tablo 25.</b> Rasyonda değişen sindirilebilir metiyonin ve sistin düzeyine göre canlı ağırlık, karkas parça ağırlıkları ve bunların rölatif düzeylerinin değişimi.....	33
<b>Tablo 26.</b> Bazı yem hammaddelerinin L-karnitin düzeyleri.....	35
<b>Tablo 27.</b> Araştırmada kullanılan rasyonlar.....	38
<b>Tablo 28.</b> Deneme deseni.....	40
<b>Tablo 29.</b> Rasyonların metiyonin düzeyleri.....	40
<b>Tablo 30.1.</b> Araştırma gruplarının yetiştirme dönemlerine göre canlı ağırlık ortalamaları.....	49
<b>Tablo 30.2.</b> Canlı ağırlık üzerine etkisi incelenen faktörlerin etki payları.....	50
<b>Tablo 31.1.</b> Araştırma gruplarında yetiştirme dönemlerine göre canlı ağırlık artışı ortalamaları.....	52
<b>Tablo 31.2.</b> Canlı ağırlık artışı üzerine etkisi incelenen faktörlerin etki payları.....	53
<b>Tablo 32.1.</b> Araştırma gruplarının yetiştirme dönemlerindeki yem tüketimi ortalamaları.....	55
<b>Tablo 32.2.</b> Yem tüketimi üzerine etkisi incelenen faktörlerin etki payları.....	56
<b>Tablo 33.1.</b> Araştırma gruplarının yetiştirme dönemlerindeki ortalama yemden yararlanma oranları.....	58
<b>Tablo 33.2.</b> Yemden yararlanma oranı üzerine etkisi incelenen faktörlerin etki payları..	59
<b>Tablo 34.</b> Deneme gruplarında farklı günlerdeki beyaz çizgi görülme oranları.....	61
<b>Tablo 35.1.</b> Araştırma gruplarının (39. gün) sıcak karkas, göğüs eti, abdominal yağ ve karaciğer ağırlığı ortalamaları.....	63
<b>Tablo 35.2.</b> Sıcak karkas, göğüs eti, abdominal yağ ve karaciğer ağırlığı üzerine etkileri incelenen faktörlerin (39. gün) etki payları.....	64
<b>Tablo 36.1.</b> Araştırma gruplarının (39. gün) sıcak karkas randımanı, göğüs eti randımanı, görel abdominal yağ düzeyi ve görel karaciğer düzeyi ortalamaları.....	65
<b>Tablo 36.2.</b> Sıcak karkas randımanı, göğüs eti randımanı, görel abdominal yağ düzeyi ve görel karaciğer düzeyi üzerine etkileri incelenen faktörlerin (39. gün) etki payları...	66
<b>Tablo 37.1.</b> Araştırma gruplarının (49. gün) karkas, göğüs eti, abdominal yağ ve karaciğer ağırlığı ortalamaları.....	67
<b>Tablo 37.2.</b> Sıcak karkas, göğüs eti, abdominal yağ ve karaciğer ağırlığı üzerine etkileri incelenen faktörlerin (49. gün) etki payları.....	68

<b>Tablo 38.1.</b> Araştırma gruplarının (49. gün) sıcak karkas randımanı, göğüs eti randımanı, görelî abdominal yağ düzeyi ve görelî karaciğer düzeyi ortalamaları.....	69
<b>Tablo 38.2.</b> Sıcak karkas randımanı, göğüs eti randımanı, görelî abdominal yağ düzeyi ve görelî karaciğer düzeyi üzerine etkileri incelenen faktörlerin (49. gün) etki payları...	70
<b>Tablo 39.1.</b> Araştırma gruplarının ortalama serum trigliserit ve toplam kolesterol düzeyleri.....	72
<b>Tablo 39.2.</b> Serum trigliserit ve toplam kolesterol düzeyleri üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları.....	73
<b>Tablo 40.1.</b> Araştırma gruplarında farklı kesim günlerinde ve bekletme sürelerindeki göğüs eti su tutma kapasitesi ortalamaları.....	75
<b>Tablo 40.2.</b> Göğüs eti su tutma kapasitesi üzerine etkisi incelenen faktörlerin etki payları.....	76
<b>Tablo 41.1.</b> Araştırma gruplarının farklı kesim günlerinde ve bekletme sürelerindeki göğüs eti pişirme kaybı ortalamaları.....	77
<b>Tablo 41.2.</b> Göğüs eti pişirme kaybı üzerine etkisi incelenen faktörlerin etki payları.....	78
<b>Tablo 42.1.</b> Araştırma gruplarında farklı kesim günlerinde ve bekletme sürelerinde ölçülen göğüs eti pH değeri ortalamaları.....	79
<b>Tablo 42.2.</b> Göğüs eti pH değeri üzerine etkisi incelenen faktörlerin etki payları.....	80
<b>Tablo 43.1.</b> Araştırma gruplarında farklı kesim günü ve bekletme sürelerinde ölçülen göğüs eti parlaklık değeri ( $L^*$ ) ortalamaları.....	82
<b>Tablo 43.2.</b> Göğüs eti parlaklık değeri ( $L^*$ ) üzerine etkisi incelenen faktörlerin etki payları.....	83
<b>Tablo 44.1.</b> Araştırma gruplarında farklı kesim günü ve bekletme sürelerinde ölçülen göğüs eti kırmızılık değeri ( $a^*$ ) ortalamaları.....	84
<b>Tablo 44.2.</b> Göğüs eti kırmızılık değeri ( $a^*$ ) üzerine etkisi incelenen faktörlerin etki payları.....	85
<b>Tablo 45.1.</b> Araştırma gruplarında farklı kesim günü ve bekletme sürelerinde ölçülen göğüs eti sarılık değeri ( $b^*$ ) ortalamaları.....	86
<b>Tablo 45.2.</b> Göğüs eti sarılık değeri ( $b^*$ ) üzerine etkisi incelenen faktörlerin etki payları.....	87
<b>Tablo 46.</b> Farklı beyaz çizgi yoğunluğuna sahip göğüs etlerinin ortalama nem, kül, yağ ve protein düzeyleri.....	88

## ÖZET

# ETLİK PİLİÇLERDE GÖĞÜS ETİNDE BEYAZ ÇİZGİ OLUŞUMUNUN ÖNLENMESİNDE RASYONLARA DL-METİYONİN VE L-KARNİTİN KATKISININ ETKİNLİĞİNİN İNCELENMESİ

**Kuter E. Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Programı Doktora Tezi, Aydın, 2018.**

Araştırma etlik piliç rasyonlarına DL-metiyonin ve L-karnitin katkısının performans, göğüs etinde beyaz çizgi oluşumu, karkas ve organ ağırlıkları, göğüs eti kalitesi, serum trigliserit ve toplam kolesterol düzeyleri ve beyaz çizgi oluşumunun göğüs eti besin madde bileşimine etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Toplam 480 adet bir günlük yaştaki Ross 308 erkek etlik civciv, her bölmede 15 civciv içeren sekiz tekrar grubundan oluşan dört deneme grubuna rastgele dağıtılmıştır. Çalışmada iki farklı metiyonin (gereksinim ve gereksinimin %25 fazlası) ve L-karnitin (0 ve 100 mg/kg) düzeyi kullanılarak 2x2 faktöriyel deneme deseni uygulanmıştır. Denemede kullanılan rasyonlar, Ross 308 Yetiştirici Kataloğunda başlangıç (1-10. günler), büyütme (11-24. günler), bitirme 1 (24-39. günler) ve bitirme 2 (40-49. günler) dönemleri için önerilen besin madde gereksinim düzeylerine göre mısır ve soya fasulyesi küspesi temeline dayalı olarak hazırlanmıştır. İlave DL-metiyoninin 10. günde canlı ağırlığı ( $P<0,05$ ), büyütme döneminde (11-24. günler) yem tüketimini arttırdığı ( $P<0,05$ ) ve başlangıç döneminde (1-10. günler) yemden yararlanma oranını iyileştirdiği ( $P<0,05$ ) belirlenmiştir. Yemden yararlanma oranı üzerine benzer etki 100 mg/kg L-karnitin katılan gruplarda 1-10. günler ( $P<0,05$ ) ve 1-49. günler ( $P<0,05$ ) arasında gözlenmiştir. Katkı maddelerinin canlı ağırlık artışı üzerine etkisi olmamıştır. Göğüs etleri 39. ve 49. günlerde üç farklı (normal, orta şiddetli ve şiddetli) beyaz çizgi yoğunluğuna göre görsel olarak derecelendirilmiştir. Katkı maddelerinin beyaz çizgi görülme oranı üzerine etkisi olmamıştır. DL-metiyonin katkısının 49. günde göğüs eti ağırlığı ve randımanını arttırdığı ( $P<0,05$ ) belirlenmiştir. Ancak DL-metiyonin katkısının 39. günde göğüs eti ağırlığı ve randımanına etkisi olmamıştır. Katkı maddeleri diğer karkas parametrelerini (karkas, abdominal yağ, karaciğer ağırlıkları ve rölatif ağırlıkları) de etkilememiştir. Rasyona 100 mg/kg L-karnitin eklenmesi 49. gün yapılan kesim sonrası 72. saatte ölçülen göğüs eti parlaklık ( $L^*$ ) değerini yükseltmiştir ( $P<0,05$ ). Rasyon metiyonin ve L-karnitin düzeylerinin bunun dışındaki kalite özelliklerine etkisi olmamıştır.

Rasyona 100 mg/kg L-karnitin katkısı serum trigilserit düzeyine etki etmezken, serum toplam kolesterol düzeyini düşürmüştür ( $P<0,05$ ). Rasyon metiyonin düzeyinin ise serum trigliserit ve toplam kolestrol düzeyleri üzerine etkisi olmamıştır. Orta şiddette beyaz çizgi bulunan göğüs etlerinde, normal göğüs etlerine göre yağ düzeyinin daha yüksek ( $P<0,01$ ), protein düzeyinin ise daha düşük ( $P<0,001$ ) olduğu belirlenmiştir. Beyaz çizgi şiddeti, göğüs eti nem ve kül düzeyinde farklılık oluşturmamıştır. Araştırmada kullanılan katkı maddelerinin bazı performans parametreleri üzerine olumlu etkileri görülmüş ancak beyaz çizgi oluşumu ve et kalitesi üzerine herhangi bir etkileri olmamıştır. Bu bağlamda kullanılmasına karar verilebilmesi için öncelikle ekonomik analizlerin yapılması gerekmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Etlik piliç, beyaz çizgi oluşumu, DL-metiyonin, L-karnitin



## ABSTRACT

### INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF DIETARY DL-METHIONINE AND L-CARNITINE SUPPLEMENTATION ON PREVENTING WHITE STRIPING IN BROILER BREAST MEAT

**Kuter E. Adnan Menderes University Health Sciences Institute Animal Nutrition and Nutritional Diseases Program PhD Thesis, Aydın, 2018.**

The study was aimed to investigate the effects of dietary supplementation of DL-methionine and L-carnitine on growth performance, carcass and organ yields, breast meat quality, serum triglyceride and total cholesterol concentration, and occurrence of white striping in broiler breast meat. Effect of white striping on proximate composition of breast meat was also determined. A total of 480 one-d-old Ross 308 male broiler chicks were randomly divided into 4 experimental groups, each consisting of 8 replicates having 15 chicks in each pen. The study followed a design with 2×2 factorial arrangement of two levels of methionine (requirement level and %25 higher than requirement level) and L-carnitine (0 and 100 mg/kg). Corn/soybean meal-based basal diets were formulated for starter (days 1 to 10), grower (days 11 to 24), finisher 1 (days 25 to 39), and finisher 2 (days 40 to 49) phases of broilers in accordance with the recommendations of Ross 308 Manual (2014) to meet or exceed the nutrient requirements of male broilers. Dietary addition of DL-methionine improved body weight and feed conversion ratio at day 10 ( $P<0,05$ ), and feed consumption at 11 to 24 days ( $P<0,05$ ) in broilers. Similarly, dietary 100 mg/kg L-carnitin improved ( $P<0,05$ ) feed conversion ratio at 0 to 10 and 0 to 49 days. Body weight gain were not different among the treatments. Fillets were visually scored for three degrees (normal, moderate, and severe) of white striping at 39 and 49 days of experiment. None of the dietary treatments had any significant effect on the incidence of white striping. DL-methionine supplementation increased ( $P<0,05$ ) the breast meat weight and yield in broilers at day 49, however, there was no significant increase at day 39. Other carcass traits (carcass, abdominal fat pad, liver weights and relative weights) were not affected by any treatment. Dietary DL-methionine and L-carnitine levels had no significant effect on breast meat quality except for lightness ( $L^*$ ) that increased ( $P<0,05$ ) in response to dietary L-carnitine at day 49 (72 hours post-slaughter). Addition of L-carnitin to broiler diets decreased ( $P<0,05$ ) the serum total cholesterol levels. Dietary DL-methionine had no influence on serum

triglyceride and total cholesterol levels. Moderate white stripped breast meats exhibited higher fat content ( $P<0,01$ ) and lower protein content ( $P<0,001$ ), in comparison with normal breast meats. Moisture and ash levels in breast meat did not differ significantly with respect to white stripe severity. In this study, a positive effect of feed additives was observed on some performance parameters, however, white striping and meat quality remained unaffected. Firstly, it is necessary to carry out the economic analyses in order to decide the use of feed additives in this context.

**Key words:** Broiler, white striping, DL-methionine, L-carnitine





# 1. GİRİŞ

Dünya nüfusu ve buna bağlı olarak hayvansal kökenli protein gereksinimi gün geçtikçe artmaktadır. Şehirlerde yaşama oranının artması ile birlikte tarım ve hayvancılıkla uğraşan nüfus azalmakta, bu durum özellikle gelişmekte olan ülkelerde hayvansal kökenli protein açığının artmasına neden olmaktadır. Hayvansal kökenli gıda gereksiniminin karşılanmasında kritik öneme sahip olan kanatlı sektörü, hayvancılık alanında en hızlı büyüyen sektördür (Mottet ve Tempio, 2017). Günümüzde üretimi yapılan toplam kanatlı hayvan sayısı 23 milyar kadardır. Bu sayı 50 yıl öncesine göre 5 kat artmış durumdadır (FAO, 2017).

Etlik piliçlerin beslenmesinde, uzun yıllardır yapılan ve günümüzde de devam eden ıslah çalışmalarında başarılı sonuçlar alınmaktadır (Zhao ve ark 2012; Zuidhof ve ark 2014). Göğüs eti verimini arttırmak, etlik piliç endüstrisinde hedef noktalardan biridir (Petracci ve Cavani, 2012).

Bu amaçla, geçtiğimiz 30 yılda göğüs eti verimi yüksek hibritlerin üretimde yoğun olarak kullanılması göğüs eti anormalliklerinin oluşum sıklığını arttırmıştır. (Petracci ve ark, 2015). Modern etlik piliç endüstrisinin günümüzdeki en önemli sorunlarından biri göğüs kasındaki lifler arasında beyaz çizgilerin görülmesi ile karakterize olan beyaz çizgilenme (white striping)'dir (Kuttappan ve ark, 2016). Beyaz çizgi oluşumu etin duyuşal ve fiziksel özelliklerini olumsuz etkilemekte (Petracci ve Cavani, 2012), bunun sonucunda tüketici talebini düşürmekte (Kuttappan ve ark, 2012a) ve etin işlenebilirliğini azaltarak (Petracci ve ark, 2013a; Mudalal ve ark, 2015; Alnahhas ve ark, 2016) ekonomik kayıpların şekillenmesine neden olmaktadır (Kuttappan ve ark, 2016).

Göğüs etinde beyaz çizgi oluşumunun önlenmesi ya da azaltılmasına yönelik, konuyu farklı yönleri ile ele alan araştırmalar yoğun olarak devam etmektedir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Etlik Piliç Yetiştiriciliği ile İlgili Veriler

Geçtiğimiz 50 yılda hayvancılık sektörü hızlı bir büyüme dönemi geçirmiştir. Günümüzdeki büyüme hızı geçmiştekine göre düşüş gösterse de büyüme aralıksız olarak sürmektedir. Son 50 yıllık süreçte kanatlı sektörü yıllık ortalama %5 (besi sığırı %1,5, domuz %3,1, küçükbaş %1,7) büyüme oranıyla başı çekmektedir. Dünya nüfusunun yıllık ortalama %2'lik artışla 2050 yılında 9,6 milyara ulaşması ve nüfusun %70'inin şehirlerde yaşaması beklenmektedir. Bu durum hayvancılık sektörünün büyümeye devam edeceğinin göstergesidir. Hayvansal kökenli yiyecek üretiminin 2050 yılında 2005 yılına göre %70 oranında büyüyeceği tahmin edilmektedir. Etlik piliç sektörünün ise %121 büyüme oranı (yumurta %65, sığır eti %66, domuz eti %43) ile bu alanda öncü olacağı düşünülmektedir (Alexandros ve Bruinsma, 2012).

Etlik piliçlerin üzerinde uzun yıllardır yapılan ve günümüzde de devam eden ıslah ve besleme çalışmalarında başarılı sonuçlar alınmıştır. Kanatlı sektöründe 1940'tan beri süregelen ekonomik, üretimsel ve verimlilikteki (karkas ve parça verimi) büyüme %85-90 oranında genetik iyileştirme ile ilişkilidir, çevresel faktörlerin etkinliği (%10-15) genetiğe kıyasla düşük kalmaktadır (Zhao ve ark, 2012; Zuidhof ve ark, 2014). Çevresel faktörler arasında ise beslenme etki bakımından ilk sırada yer alır (Zhao ve ark, 2012). National Chicken Council (2017) verilerine göre 1925-2015 yılları arasında etlik piliçlerin yetiştirme süresi 112 günden 48 güne, ölüm oranı %18'den %4,8'e ve yemden yararlanma oranı 4,7'den 1,89'a düşürülmüş, aynı süreçte kesim ağırlığı ise yaklaşık 2,5 kat arttırılmıştır (Tablo 1) (Web 7, 2017).

Etlik piliçler, 1953 yılında 70 günlük (10 hafta) besleme süresi sonunda 1,5 kg canlı ağırlığa ulaşırken (Fouad ve El-Senousey, 2014), 1970'lerin sonlarında 2 kg canlı ağırlığa ulaşmak için gereken süre 56 güne (8 hafta) düşmüştür (Gous ve ark, 1999). 2000'li yılların başında ise üretim süresi 42 güne (6 hafta) gerilerken, bitiş canlı ağırlığı 2,5 kg'a yükselmiştir (Fouad ve El-Senousey, 2014).

**Tablo 1.** Etlik piliç yetiştiriciliğine ait bazı parametrelerin yıllara bağlı değişimi

Yıllar	Kesim yaşı (gün)	Kesim ağırlığı (g)	Yemden yararlanma oranı <sup>†</sup>	Ölüm oranı (%)
1925	112	1133	4,70	18,0
1950	70	1397	3,00	8,0
1975	56	1705	2,10	5,0
2000	47	2281	1,95	5,0
2015	48	2775	1,89	4,8
2017*	47	2803	1,85	4,4

\*2017 yılı için beklenen değerler

<sup>†</sup>Yemden yararlanma oranı=1 kg canlı ağırlık artışı için tüketilen kg yem miktarı  
National Chicken Council 2017, (Web 7)

## 2.2. Piliç Eti Üretimi, Tüketimi ve Bunları Etkileyen Etmenler

Dünyada yıllık kanatlı eti üretimi günümüzde 100 milyon tona yaklaşmıştır. Bu üretim içinde ticari etlik piliç üretimi %92'lik payla ilk sırada gelmektedir (GLEAM, 2017). Dünyada, OECD ülkelerinde, Avrupa Birliği'nde ve Türkiye'deki kanatlı eti üretimine ilişkin veriler ve beklentiler Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Kanatlı eti tüketim verileri (bin ton)

Yıl	1990	2000	2010	2015	2020	2025
Dünya	-	67747	100796	112539	122766	131255
OECD*	22348	31613	38622	42651	45493	47314
AB <sup>†</sup>	7345	9995	11767	13036	13592	13696
Türkiye	415	659	1315	1476	1596	1685

\*OECD (Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü) üyesi 34 ülke

<sup>†</sup>Avrupa Birliği üyesi 28 ülke

OECD-FAO Agricultural Outlook (2017)

Kanatlı etine olan talep son 50 yılda hızla artmış ve artmaya da devam etmektedir. Özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde tüketime paralel olarak kanatlı eti üretimi de artmaktadır (Petracci ve ark, 2013b). Kanatlı etine ilişkin üretim ve tüketim verileri ile bunlara ilişkin beklentiler Tablo 3 ve 4'te belirtilmiştir.

**Tablo 3.** 2014-2024 yıllarına ait kanatlı eti üretim verileri ve üretim beklentileri

<b>Kıta / Ülke</b>	<b>2014 (bin ton)</b>	<b>2024 (bin ton)</b>	<b>Değişim (bin ton)</b>	<b>Değişim (%)</b>
Afrika	5354	6069	+715	+13,4
Güney Afrika	1536	1847	+311	+20,2
Mısır	782	1051	+269	+34,4
Asya	36659	46168	+7509	+25,9
Çin	18250	23112	+4862	+26,6
Hindistan	2651	3521	+870	+32,8
İran	2051	2380	+329	+16,0
Endonezya	1809	2312	+503	+27,8
Türkiye	1809	2172	+363	+20,0
Malezya	1394	1859	+465	+33,3
Tayland	1366	1739	+373	+27,3
Japonya	1508	1496	-12	-0,80
Filipinler	1073	1303	+230	+21,4
Kore Cumhuriyeti	734	971	+237	+32,3
Suudi Arabistan	585	613	+28	+4,80
Avrupa	19049	21816	+2767	+14,5
AB (28 ülke)	13049	14355	+1306	+10,0
Rusya Federasyonu	3973	4864	+891	+22,4
Ukrayna	1285	1635	+350	+27,2
Kuzey Amerika	24039	29771	+5732	+23,8
ABD	19918	24424	+4506	+22,6
Meksika	2880	3906	+1026	+35,6
Kanada	1241	1441	+200	+16,1
Orta ve Güney Amerika	21156	25974	+4818	+22,8
Brezilya	12914	15702	+2788	+21,6
Arjantin	1979	2557	+578	+29,2
Kolombiya	1171	1515	+344	+29,4
Şili	689	828	+139	+20,2
Okyanusya	1298	1495	+197	+15,2
Avustralya	1110	1236	+126	+11,4
Yeni Zelanda	188	198	+10	+5,30
Dünya	109403	133786	+24383	+22,3

Windhorst (2017)

**Tablo 4.** 2014-2024 yıllarına ait kanatlı eti tüketim verileri ve tüketim beklentileri

Kıta / Ülke	Toplam (bin ton)		Değişim (%)	Kişi başı (kg)		Değişim (%)
	2014	2024		2014	2024	
Afrika	6827	9559	+40,0	4,03	4,52	+12,2
Güney Afrika	1858	2401	+29,2	30,77	37,48	+21,8
Kuzey Afrika	2305	3008	+37,0	11,65	13,34	+14,5
Sahra Altı Afrika	2664	4150	+55,8	2,57	3,09	+20,2
Asya	39783	51517	+29,5	8,47	10,06	+18,8
Çin	18087	23238	+28,5	11,42	14,13	+23,7
Hindistan	2643	3521	+33,2	1,84	2,20	+19,6
İran	1995	2402	+20,4	22,37	24,21	+8,2
Endonezya	1810	2318	+28,1	6,30	7,30	+15,9
Türkiye	1392	1780	+27,9	16,15	18,86	+16,8
Malezya	1401	1863	+33,0	40,85	47,44	+16,1
Tayland	600	737	+22,8	7,86	9,55	+21,5
Japonya	1966	1885	-4,10	13,62	13,41	-1,50
Filipinler	1189	1518	+27,7	10,45	11,37	+8,80
Kore Cumhuriyeti	866	1029	+18,8	15,39	17,59	+14,3
Suudi Arabistan	1448	1715	+18,4	41,20	41,58	+0,90
Avrupa	18797	20653	+9,90	22,24	24,47	+10,0
AB (28 ülke)	12536	13603	+8,50	21,61	23,14	+7,10
Rusya Federasyonu	4302	4744	+10,3	26,57	30,34	+14,2
Ukrayna	1194	1432	+19,9	23,37	30,08	+28,7
Kuzey Amerika	21150	25385	+20,0	43,35	47,80	+10,3
ABD	16308	19492	+19,5	44,49	49,27	+10,7
Meksika	3507	4364	+24,4	24,93	28,03	+12,4
Kanada	1335	1529	+14,5	33,06	34,61	+4,70
Orta ve Güney Amerika	22012	25519	+15,9	29,95	32,77	+9,40
Brezilya	8888	10407	+17,1	38,71	42,33	+9,40
Arjantin	1668	1948	+16,8	35,11	37,99	+8,20
Kolombiya	1224	1604	+31,0	22,02	25,91	+17,7
Şili	656	806	+22,9	32,47	37,02	+14,0
Okyanusya	1250	1434	+14,7	39,04	39,92	+2,30
Avustralya	1063	1236	+16,3	39,57	40,83	+3,20
Yeni Zelanda	188	198	+5,3	36,29	35,00	-3,60
Dünya	108587	132956	+22,4	13,19	14,60	+10,7

Windhorst (2017)

Yetersiz beslenmeye bağlı şekillenen sağlık sorunları günümüzde önemini korumaktadır (Blössner ve De Onis, 2005). Sahra Altı Afrika'da 215 milyon insanda kronik beslenme yetersizliği görülmekte, bu sayı bölge nüfusunun %43'üne karşılık gelmektedir. Türkiye'nin de içinde bulunduğu gelişmekte olan ülkelerde, özellikle kırsal bölgelerde yaşayan insanların günlük diyeti besleyicilik bakımından yetersizdir (Schönfeldt ve Gibson, 2008).

Beslenme yetersizliğinin yanında aşırı kilo da yıllardır en önemli sağlık sorunları arasında yer almaktadır. Bu durum özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan toplumlarda daha sık görülmektedir (Schönfeldt ve Gibson, 2008). Dünya üzerinde 1,1 milyar aşırı kilolu yetişkin

bulunmakta bu sayı toplam nüfusun %26'sına karşılık gelmektedir. Amerika Birleşik Devletleri Hastalık Koruma ve Kontrol Merkezinin 2016 yılı verilerine göre yetişkin (18 yaş üzeri) nüfusun %35,2'sinin aşırı kilolu, %29,6'sının ise obez olduğu belirlenmiştir (CDC, 2006). Dünya üzerinde hem beslenme yetersizliği hem de aşırı kiloluluk ve bunlara bağlı şekillenen sorunlar birlikte yaşanmaktadır. Örneğin Güney Afrika Cumhuriyeti'nde her iki grupta bulunan insan sayısında da artış gözlenmektedir (Schönfeldt ve Gibson, 2008).

Et ve et ürünlerinin imajı, gelişmiş ülkelerde yüksek prevalans ile seyreden kardiyovasküler sistem hastalıkları, diyabetis mellitus, felç ve kansere neden olan yağ, yağ asitleri, kolesterol, sodyum ve buna benzer bileşenleri içermesi nedeniyle gün geçtikçe kötüleşmektedir (Ferguson, 2010; Micha ve ark, 2010). Kardiyovasküler sistem hastalıkları ve kanser ile hayvansal kökenli doymuş yağ asidi tüketimi arasında bağlantı bulunmaktadır (Schönfeldt ve Gibson, 2008).

İnanç ve kültür de insanların beslenme alışkanlıklarını etkilemektedir. Örneğin İslamiyet ve Yahudilikte domuz eti tüketimi yasakken, Hinduizm ve Budizmde domuz ve sığır eti tüketmek yasaktır. Hıristiyanlıkta ise bu şekilde bir kısıtlama söz konusu değildir. İslamiyet en hızlı büyüyen inançtır. Dünya üzerinde Müslüman nüfus 2008 yılında yaklaşık olarak 1,4 milyardır ve bu sayı dünya nüfusunun %25'ine karşılık gelmektedir (Bonne ve Verbeke, 2008). Bu bağlamda helal gıda (İslamiyet inançlarına göre hazırlanmış yiyecek ve içecekler) tüketiminde artış görülmektedir. Benzer şekilde kosher gıda (Yahudi din kurallarına göre hazırlanmış yiyecek ve içecekler) tüketimi de gün geçtikçe artmaktadır (Needham, 2015; Lever ve Miele, 2012).

Piliç etinin ekonomik ve kolay ulaşılabilir olması yoksul toplumlarda hayvansal protein gereksiniminin karşılanması noktasında önem arz etmektedir. Özellikle gelişmiş ülkelerde gözlenen obezite ve beslenme kaynaklı hastalıklara neden olan bileşenleri kırmızı ete göre daha düşük düzeyde içermesi nedeniyle tüketimi teşvik edilen bir gıdadır. Royal College of Physicians of London (RCP) ve British Cardiac Society (BCS) koroner kalp hastalıklarını azaltmak için kırmızı et yerine daha çok beyaz et tüketilmesini önermiştir (Kuttappan ve ark, 2012b). Bunların yanında inanç ve kültür açısından tüketilmesi ile ilgili bir kısıtlama bulunmamaktadır. Piliç etine olan talep artışının temel nedeni diğer hayvansal protein kaynaklarına göre daha ekonomik olmasıdır. Buna ek olarak nüfusun artması, erişim kolaylığı, sağlık ile ilgili kaygılar ve inanç da piliç eti tüketimi ve buna bağlı olarak üretiminin artmasının nedenleri arasında gösterilmektedir (Cavani ve ark, 2009; Petracci ve Cavani, 2012).

Piliç eti tüketimi ve üretimi birbirini tetikleyen unsurlardır. Tablo 3 ve 4 incelendiğinde 2014 yılında 108 587 bin ton olan toplam tüketimin %22,4'lük artışla 2024 yılında 132 956 bin tona ulaşacağı düşünülmektedir. Benzer şekilde 2014 yılında 109 403 bin ton olan üretimin %22,3'lük artışla 2024 yılında 133 786 bin tona yükselmesi beklenmektedir. Tüketim ve üretim artışı beklentilerinin hem sayısal hem de oransal olarak birbiri ile örtüştüğü görülmektedir. Piliç eti tüketimi artarken, zaman içerisinde tüketicilerin ürün talepleri değişiklik göstermiştir. Buna bağlı olarak üreticilerin kriterleri de değişmiştir (Tablo 5).

**Tablo 5.** Etlik piliç sektöründe tüketici talepleri ve üretici kriterlerinin yıllara bağlı değişimi

	1940	1950	1980	2010
<b>Temel satış formu</b>	-Canlı tavuk	-Tüm karkas	-Parça tavuk	-Parça tavuk -İşlenmiş ürün
<b>Seçim kriteri</b>	-Performans	-Performans -Karkas randımanı	-Performans -Karkas randımanı -Parça verimi	-Performans -Karkas randımanı -Parça verimi -Et verimi

Petracci ve ark. (2015)

Tüm karkas yerine kemiksiz, parça tavuk ve işlenmiş tavuk etine olan talep gün geçtikçe artmaktadır (Fletcher, 2002; Duclos ve ark, 2007). Tüketici taleplerini takiben satışa sunulan tavuk eti formlarında da yıllar içinde değişim olmuştur. Bu değişimin oransal gösterimi Tablo 6'da verilmiştir (Web 6, 2011).

**Tablo 6.** Satışa sunulan piliç eti formlarının yıllara bağlı değişimi

Yıllar	Bütün karkas (%)	Parça (%)	İşlenmiş (%)
1962	83	15	2
1970	70	26	4
1980	50	40	10
1990	18	56	26
2000	10	44	46
2009	12	42	46
2010	12	43	45
2015	11	40	49

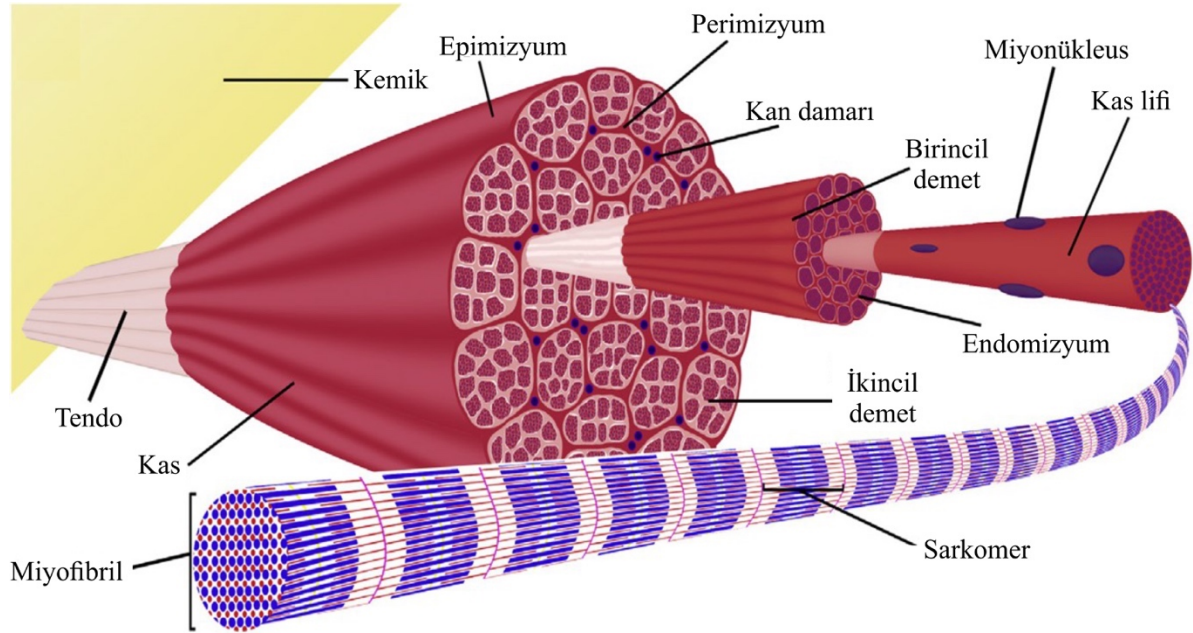
National Chicken Council 2011, (Web 8)

Modern toplumlarda yemek pişirmek için kısıtlı zamanın olması özellikle hızlı pişen göğüs etine olan talebi arttırmıştır (Petracci ve ark, 2013a). Yukarıda belirtilen nedenlerle etlik piliç endüstrisi (üreticiler ve hayvan besleme uzmanları) hayvanların performansının (canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı) iyileştirilmesi, yüksek standartta üretim yapılması, üretimin homojen olması, abdominal yağın azaltılması, parça

verimi ve özellikle göğüs eti veriminin artırılmasına yönelik baskı altındadır (Pettracci ve Cavani, 2012; Pettracci ve ark, 2015).

### 2.3. Kas Dokusu

Kas dokusunun hayvanların hareketinde birincil derecede önemli olduğu kabul edilmektedir. Kas, fizyolojik olarak vücuttaki en karmaşık ve yüksek düzeyde organize olmuş dokular arasındadır. Aynı zamanda kas yüksek uyum yeteneğine sahiptir ve çevresel gereksinimleri karşılayabilmek (uyum sağlayabilmek) için hücrenin büyüklüğünü ve sayısını değiştirebilir. Bir iskelet kası hücresindeki sitoplazmanın çoğu (hacminin yaklaşık %80'i) miyofibril olarak adlandırılan silindirik yapılar tarafından doldurulur (Bailey, 2008). Şekil 1'de görüldüğü üzere miyofibriller bir araya gelerek kas lifini (etrafı endomizyum ile çevrili) oluşturur. Kas lifleri birincil demeti, birincil demetler ise ikincil demeti (etrafı perimizyum ile çevrili) şekillendirir. İkincil demetlerinin etrafı güçlü bir destekleyici olan konektif doku (epimizyum) ile sarılır ve böylelikle kas şekillenir (Clark ve Harding, 2017).



**Şekil 1.** Kas dokusunun yapısı  
Velleman ve McFarland (2015)



### 2.3.1. Kas Dokunun Gelişimi

İskelet kası, embriyonik dönemde mezodermden köken almaktadır (Velleman ve McFarland, 2015). Kas lifi büyümesi iki ana başlıkta ele alınabilir. Bunlar (1) hiperplazi ve (2) hipertrofidir. Hiperplazi, embriyonik dönemi kapsayan bir süreçtir. Embriyonik periyottaki kas gelişimi miyoblastların proliferasyonu ile başlar. Prolifere olan miyoblastlar çok çekirdekli miyotüpleri oluşturur. Çok çekirdekli miyotüplerin oluşumu; kas hücresi proliferasyonunun yanında bunların migrasyonunu, adhezyonunu ve füzyonunu da içeren bir süreçtir (Velleman, 2007). Üç haftalık embriyonik hayatta miyogenezis birbirini izleyen iki dalga şeklinde gerçekleşir ve sırası ile primer ve sekonder miyotüpler oluşur. Primer miyotüpler embriyonik yaşamın 4-7. günlerinde şekillenirken, primer miyotüpleri bir yapı iskelesi olarak kullanan sekonder miyotüpler, embriyonik yaşamın 8-16. günlerinde şekillenir (Al-Musawi ve ark, 2011). Bu miyotüpler daha sonra kas liflerini oluşturur (Velleman, 2007). Kas lifi sayısı kuluçkadan çıkım anında genellikle sabitlenir (Velleman, 2007; Al-Musawi ve ark, 2011; Petracci ve ark, 2015). Kas lifi sayısı genetik ile ilişkilidir (Chen ve ark, 2007).

Embriyodaki miyojenik program, miyojenik regülatör faktör ailesi (MRF's) tarafından kontrol edilir (Al-Musawi ve ark, 2011). Bu ailenin üyelerinden olan myogenic differentiation factor 1 (MyoD1), myogenic factor 5 (Myf5), myogenin, muscle regulatory factor 4 (MRF4), myocyte enhancer factor 2 (MEF2) ve transkripsiyon faktörleri olan myocyte enhancer factor 2A, B, C, D (MEF2A, MEF2B, MEF2C, MEF2D) iskelet kası gelişiminde anahtar role sahip regülatörlerdir (Wen ve ark, 2014a).

Miyojenik regülatör faktörleri, büyüme faktörlerinin etkilerine karşı çok hassastır (Al-Musawi ve ark, 2011). Kas gelişiminde etkili olan büyüme faktörleri insülin benzeri büyüme faktörü (IGF), fibroblast büyüme faktörü (FGF), platelet kökenli büyüme faktörü (PDGF), hepatosit büyüme faktörü (HGF), dönüştürücü büyüme faktörü beta (TGF- $\beta$ ), epidermal büyüme faktörü (EGF) ve myostatindir (Velleman ve McFarland, 2015).

Miyoblast ve uydu hücrelerinin proliferasyonu (çoğalması) ve diferansiyasyon (dönüşümü) için büyüme faktörlerinin uyarıcı ya da baskılayıcı etkileri Tablo 7'de özetlenmiştir.

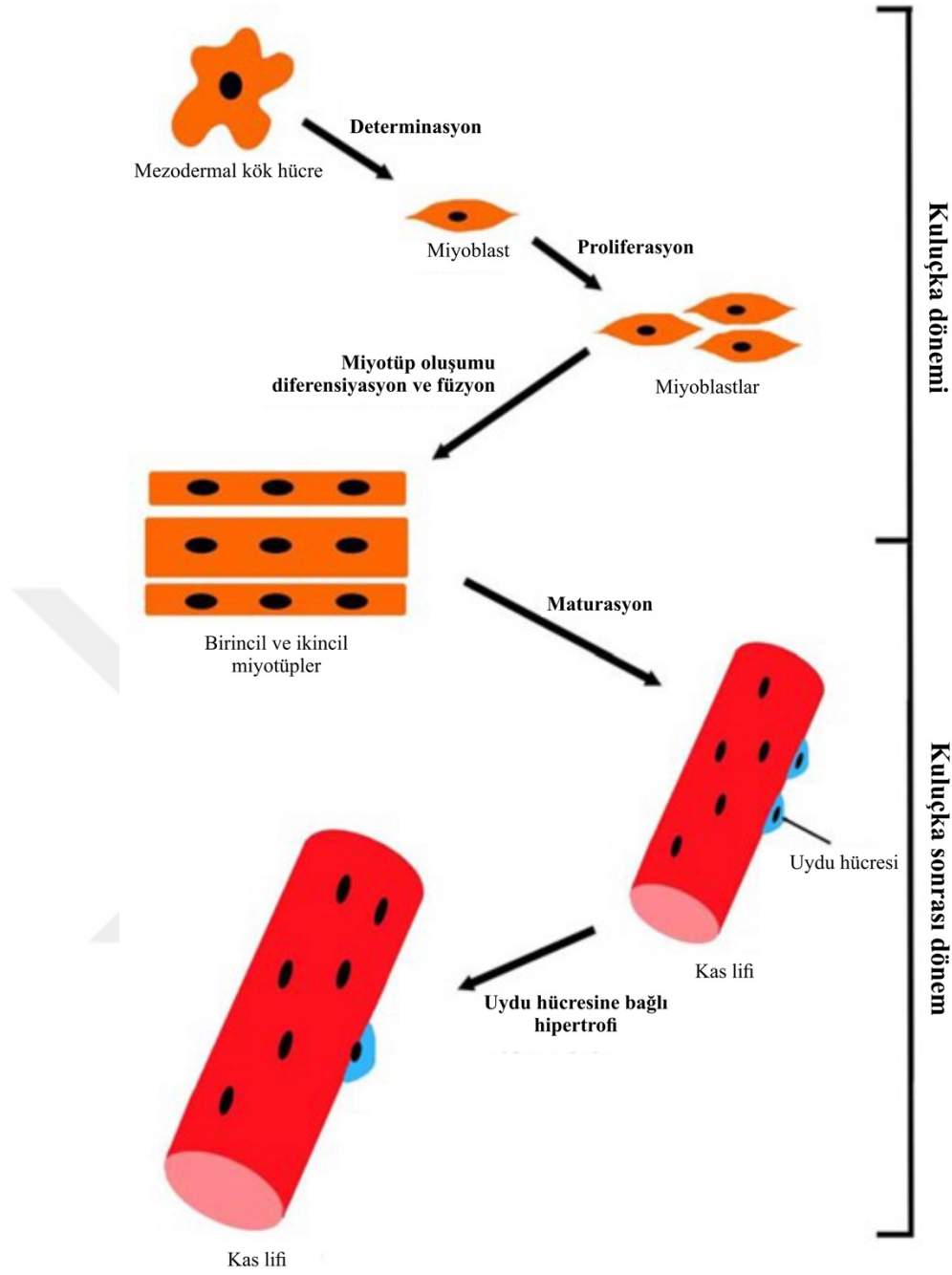
**Tablo 7.** Büyüme faktörlerinin miyoblast ve uydu hücrelerine etkileri

<b>Büyüme faktörü</b>	<b>Proliferasyon</b>	<b>Diferansiyasyon</b>
Hepatosit büyüme faktörü (HGF)	Uyarıcı	Baskılayıcı
Fibroblast büyüme faktörü 2 (FGF-2)	Uyarıcı	Baskılayıcı
İnsülin benzeri büyüme faktörü (IGF)	Uyarıcı	Uyarıcı
Dönüştürücü büyüme faktörü beta (TGF- $\beta$ )	Baskılayıcı	Baskılayıcı
Myostatin	Uyarıcı	Baskılayıcı

Velleman (2007)

Postnatal kas gelişimi protein sentezinin artması ile mümkündür. Kuluçkadan çıkım sonrasında protein sentezi ile sonuçlanan transkripsiyon ve translasyonun artması için kas liflerinde daha fazla DNA'ya gereksinim vardır. DNA sayısının artırılması nükleus sayısının artması ile sağlanır (Velleman, 2007). Olgun kas hücreleri plazma membranının altında birçok nükleusa sahiptir (Bailey, 2008). Kuluçkadan çıkım anında miyoblastlardaki nükleus sayıları sabitlendiğinden yeni nükleuslar başka tip hücrelerden köken almaktadır (Velleman, 2007). Kuluçkadan çıkım öncesi ve sonrası kas gelişimi Şekil 2'de belirtilmiştir.

Allen ve ark (1979) olgun kas liflerindeki nükleusların büyük çoğunluğunun uydu hücreleri (satellite cell) kaynaklı olduğunu bildirmiştir. Kuluçkadan çıkım sonrası uydu hücreleri kas liflerine kaynaşarak (füzyon), kas lifi boyutunda artışa (hipertrofi) neden olur (Picard ve ark, 2010). Ancak kas liflerinin hipertrofisi için yalnızca uydu hücrelerinin füzyonu yeterli değildir. Protein sentezi de bu süreçte kritik öneme sahiptir (Velleman, 2007).



**Şekil 2.** Kuluçkadan çıkım öncesi ve sonrası kas gelişimi  
Clark ve Harding (2017)

Kaslarda üç tane proteolitik sistem vardır. Bunlar; (1) katepsinler (lizozomal), (2) kalpainlar (kalsiyum bağımlı) ve (3) proteozom (ATP/ubiquitin bağımlı)'dur. İlk iki sistem birbirini izleyen (ardışık) spesifik inhibitörlerdir. Protein dönüşüm oranının çoğundan proteozom sorumludur (Dransfield ve Sosnicki, 1999).

Kas kitlesinin artması, protein metabolizmasındaki anabolizma (sentez) ve katabolizma (yıkılma) arasındaki denge ile ilgili bir dinamiktir. Bu dengenin anabolizma yönünde olması sonucunda kas kitlesinde artış görülür. Modern etlik piliç hatlarında büyüme oranının

ve kas kitesinin artması, protein katabolizmasının azalması ile ilişkilidir (Dransfield ve Sosnicki, 1999). Bu ilişki Tablo 8’de gösterilmiştir.

**Tablo 8.** Büyüme oranı ve preteolitik kapasite ilişkisi

Canlı ağırlık*	YYO†	μ-Calpain‡	Cathepsin‡ (B ve L)	Cathepsin‡ (H)
1650	2,527	7,08	3,40	1,44
2400	1,758	0,37	1,53	1,28
2500	1,701	0,57	1,29	1,09

\*6 haftalık yaştaki canlı ağırlık (g), †Yemden yararlanma oranı (kg/kg), ‡μM/g kas/dk  
Dransfield ve Sosnicki (1999)

### 2.3.2. Kas Dokudaki Lif Tipleri

Kanatlı hayvanlarda iskelet kası farklı tipteki liflerden oluşur. Bunlar;

- 1- Yavaş kasılan, oksidatif (SO), tip 1 ya da kırmızı lif,
- 2- Hızlı kasılan, glikolitik (FG), tip 2B ya da beyaz lif,
- 3- Hızlı kasılan, oksidatif/glikolitik (FOG), tip 2A ya da intermediate (ara) liflerdir (Velleman ve McFarland 2015). Bu lif tipleri arasındaki temel fark kasılma hızıdır (Clark ve Harding, 2017).

Kas liflerinin rengi myoglobin düzeyi ile ilişkilidir (Velleman ve McFarland, 2015). Kırmızı kas liflerinin myoglobin düzeyi, beyaz kas liflerine kıyasla çok daha yüksektir. Bu lifler anaerobik (oksidatif) liflerdir ve çapları daha dardır (Dransfield ve Sosnicki, 1999). Enerji gereksinimlerini glikojen ve yağ asitlerini oksidatif olarak yıkımlayarak karşılarlar. Kırmızı kas liflerinin yorgunluğa dirençleri yüksektir (Westerblad ve ark, 2010). Kırmızı kas liflerinin yoğunlukta olduğu kaslar daha iyi vaskülerize olmuş durumdadır. Damarlaşmanın daha yoğun olması oksijen gereksiniminin daha hızlı ve yeterli düzeyde karşılanmasını kolaylaştırmaktadır (Clark ve Harding, 2017).

Beyaz kas lifleri daha geniş çaplı ve anaerobik (glikolitik) liflerdir (Dransfield ve Sosnicki, 1999). Glikojen ve fosfokreatini kullanarak enerji gereksinimlerini karşılarlar (Westerblad ve ark, 2010). Üretilen enerji, hızlı ancak kısa süreli hareket kabiliyeti sağlar. Beyaz liflerin yorgunluğa dirençleri düşüktür. Modern ticari etlik piliç hibritleri hızlı büyüme ve enerji yararlanımı yönünden selekte edildiği için göğüs kası (*M. Pectoralis major* ve *M. Pectoralis minor*) yoğunlukla Tip 2B liflerden oluşmaktadır (Velleman ve McFarland, 2015).

Büyüme oranı ve et veriminin artması, kas çapı ve uzunluğunun artması anlamına gelir (Guernec ve ark, 2003; Chen ve ark, 2007). Hızlı büyüme genel olarak kas lifi sayısı ile

ilişkilidir. Hızlı büyüyen ırkların lif sayıları yavaş büyüyen ırklara kıyasla daha fazladır (Petracci ve ark, 2013b). Modern etlik piliç hibritlerinde hızlı kasılan lif yoğunluğu daha fazladır. Bu liflerin çapları daha geniştir, protein yıkılma oranları ise daha düşüktür (Scheuermann ve ark, 2003; Petracci ve ark, 2015). Günümüzde kullanılan etlik piliç hatlarında kas dokuda dev (giant) lif olarak tanımlanan kas lifleri mevcuttur. Bu liflerin çapları normal liflere göre 3-5 kat daha fazladır (Picard ve ark, 2010). Kanatlılarda kas liflerinin kesit alanı yaşa bağlı olarak artış gösterir. Bunun yanında hızlı büyüyen tavuk ırkları yavaş büyüyenlere kıyasla daha geniş çaplı kas liflerine sahiptir (Tablo 9).

**Tablo 9.** Büyüme hızı ve yaşın kas lifi\* kesit alanına etkisi

Yaş (hafta)	Canlı ağırlık (g)		Lif alanı ( $\mu\text{m}^2$ )	
	Hızlı büyüyen	Yavaş büyüyen	Hızlı büyüyen	Yavaş büyüyen
0	36	31	20	23
11	1882	675	1256	664
55	3285	1883	2755	1946

\*Ölçümler erkek etlik piliçlerin göğüs kasından yapılmıştır.  
Dransfield ve Sosnicki (1999)

Berri ve ark (2007) göğüs kası hipertrofinin, lif boyutu, glikojen içeriği ve kasın fonksiyonel özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada göğüs kasının kesit alanı arttıkça canlı ağırlık ve göğüs eti randımanının da arttığını bildirmiştir (Tablo 10).

**Tablo 10.** Kas lifi çapının canlı ağırlık ve göğüs eti ağırlığına etkisi

Parametre	Kas lifinin ortalama kesit alanı ( $\mu\text{m}^2$ )					P değeri
	1260	1582	1811	2046	2443	
Canlı ağırlık (g)	1861 <sup>d</sup>	2027 <sup>c</sup>	2206 <sup>b</sup>	2248 <sup>b</sup>	2328 <sup>a</sup>	<0,001
Göğüs eti randımanı (%)	16,5 <sup>d</sup>	17,6 <sup>c</sup>	17,7 <sup>c</sup>	18,4 <sup>b</sup>	18,8 <sup>a</sup>	<0,001

#### 2.4. Büyüme Hızı ve Kas Hasarı İlişkisi

Etlik piliçlerde yüksek performansın kas ve iskelet sistemi kusurlarına neden olduğu düşünülmektedir (Sosnicki ve ark, 1991; Mahon, 1999). Kas dokudaki damarlaşmanın azalması, kas hücrelerine yeterli oksijen ve besin maddeleri erişiminde aksama, ara metabolizmada çıkan ürünlerin yeterince uzaklaştırılmaması ve homeostatik dengenin bozulması kas hasarı oluşturabilen etmenler arasındadır (Petracci ve ark, 2015).

Hızlı büyüyen piliç hibritlerinde (yavaş büyüyenlere kıyasla) kas lifi çapları geniş, kapillar / kas lifi oranı düşük, interkapillar mesafe yüksek ve protein yıkılma oranı

düşüktür. Bu durum miyopati oluşma olasılığını arttırmaktadır (Velleman ve Clark, 2015). Yüksek büyüme hızı ve göğüs eti verimine bağlı olarak kapillar yoğunluğun azalması sonucunda oksijen ve besin maddelerinin dokulara taşınmasında yetersizlik oluşmakta, ayrıca karbonhidrat metabolizmasında açığa çıkan laktik asit kastan hızlı şekilde uzaklaştırılamamaktadır. Bu olumsuzluklar kaslarda yapısal ve metabolik anormallikler (myodejenerasyon ve yetersiz rejenerasyon) ile kas hasarına neden olmaktadır (Hoving-Bolink ve ark, 2000; Mudalal ve ark, 2015). Ayrıca kan serumu profilinde de değişikliklere yol açmaktadır (Kuttappan ve ark, 2013b; Amaral ve ark, 2017).

Etlik piliçlerde performans ve kas kitlesinin artmasına bağlı olarak göğüs kası miyopatilerinde artış gözlemlenmektedir (Velleman ve ark, 2003; Lien ve ark, 2012). Bunlar modern miyopatiler olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde kanatlı endüstrisinin en önemli sorunlarından birisi göğüs etinde beyaz çizgi oluşumudur (Kuttappan ve ark, 2016). Beyaz çizgi oluşumu da kas hasarına bağlı olarak artış göstermektedir (Tasoniero ve ark, 2016; Cruz ve ark, 2017).

## 2.5. Göğüs Etinde Beyaz Çizgi Oluşumu ve İnsidensi

Göğüs etinde beyaz çizgi oluşumu ilk olarak Bauermeister ve ark (2009) ve Kuttappan ve ark (2009) tarafından etlik piliçlerin *M. pectoralis major* kasında, kas liflerine paralel seyreden beyaz çizgiler olarak tanımlanmıştır. Beyaz çizgilenme enfeksiyöz olmayan bir kalite kusurudur (Alnahhas ve ark, 2016). Çizgiler *M. pectoralis major* kasında kraniyal kısmın kanat bağlantı noktalarından (kas kalınlığının en fazla olduğu yer) başlar, ilerleyen durumlarda ise göğüsün yüzeyini büyük ölçüde kaplayabilir (Ferreira ve ark, 2014; Dalle Zotte ve ark, 2015). Kuttappan ve ark (2012a) farklı beyaz çizgi yoğunluğuna sahip göğüs etlerinde yaptıkları görsel analizde normal göğüs etlerindeki beyaz alanın göğüs eti yüzeyinin %8,42'sini kaplarken bu alanın çizgi yoğunluğuna bağlı olarak arttığını (orta şiddetli %28,55 ve şiddetli %54,80) bildirmiştir. Beyaz çizgi yoğunluğunun görsel analizi çok zaman alıcı bir süreçtir. Modern kesimhanelerde bir günde kesilen hayvan sayısı göz önüne alındığında, göğüs etlerindeki beyaz çizgi yoğunluğunu görsel analiz ile belirleyebilmek günümüzde mümkün değildir. Ancak beyaz çizgi yoğunluğunu derecelendirebilecek sensör çalışmaları yapılmaktadır (Traffano-Schiffo ve ark, 2017).

Ticari hibritler üzerinde yapılan insidens belirleme çalışmalarında etlik piliçlerde (ticari koşullarda yetiştirilen) beyaz çizgi görülme oranı göz ardı edilemeyecek boyutlardadır. Deneysel çalışmalarda ise bu oran çok daha yüksek olabilmektedir (Alnahhas ve ark, 2016). Etlik piliç yetiştiriciliğinde beyaz çizgi oluşumu civciv döneminde bile gözlemlenmektedir. Kindlein ve ark (2017) 10 günlük yaştaki etlik piliçlerde beyaz çizgi görülme insidensini %2,27 olarak bildirmiştir. Konu ile ilgili yapılmış bazı çalışmaların sonuçları Tablo 11’de belirtilmiştir.

**Tablo 11.** Etlik piliç göğüs etlerinde beyaz çizgi görülme insidensinin belirlenmesine ilişkin bazı çalışmaların sonuçları

Kaynak	Beyaz çizgi görülme yoğunluğu (%)			n
	Orta şiddetli	Şiddetli	Toplam	
Petracci ve ark (2013a)	8,9 (2,4-18,6)	3,1 (0-8,8)	12 (2,4-26,2)	28000
Kuttappan ve ark (2013c)	47,5	8,3	55,8	739
Ferreira ve ark (2014)	7,38	2,46	9,84	25250
Lorenzi ve ark (2014)	36,8	6,2	43	35000
Russo ve ark (2015)	56,9±7,8* 56,8±10,3†	13,3±7,1* 25,7±23,8†	70,2±7,9* 82,51±8,5†	22800
Alnahhas ve ark (2016)	36,7	14,0	50,7	1349

\*Orta ağırlıktaki (2,59±0,13 kg) ve †ağır hibritler (3,64±0,34) için belirlenmiş değerlerdir.

## 2.6. Beyaz Çizgi Oluşumunu Etkileyen Etmenler

Genetik ilerlemeler ve besleme alanındaki gelişmeler sonucunda etlik piliçlerde büyüme hızı artmış, yemden yararlanma oranı iyileşmiştir (Duclos ve ark, 2007). Bunların etkisi ile göğüs eti ağırlığı ve göğüs eti randımanı da günden güne artmaktadır (Cruz ve ark, 2017). Performans artışı için yapılan uygulamalar göğüs kası miyopatilerini arttırmaktadır (Dalle Zotte ve ark, 2015). Günümüzde etlik piliç üreticilerinin önemli sorunlarından biri haline gelen göğüs etinde beyaz çizgi oluşumunun etiyojisi henüz tanımlanabilmiş değildir (Kuttappan ve ark, 2016). Beyaz çizgi üzerine büyüme hızı, canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, göğüs eti ağırlığı, göğüs eti randımanı, cinsiyet ve yaş gibi hayvana bağlı etmenlerin etkilerinin araştırıldığı çalışmalar yapılmıştır (Tablo 12).

**Tablo 12.** Bazı etmenlerin beyaz çizgi oluşumuna etkileri

<b>Kaynak</b>	<b>Etken</b>	<b>Etki</b>
Petracci ve ark (2013a)	Göğüs eti randımanı	yüksek > düşük
Kuttappan ve ark (2013b)	Canlı ağırlık	ağır > hafif
	Göğüs eti ağırlığı	ağır > hafif
Kuttappan ve ark (2013c)	Büyüme hızı	yüksek > düşük
Mudalal ve ark (2014)	Göğüs eti ağırlığı	ağır > hafif
Russo ve ark (2015)	Canlı ağırlık	ağır > hafif
	Günlük canlı ağırlık artışı	yüksek > düşük
Trocino ve ark (2015)	Cinsiyet	erkek > dişi
Bailey ve ark (2015)	Büyüme hızı	yüksek > düşük
	Canlı ağırlık	ağır > hafif
Mudalal ve ark (2015)	Göğüs eti ağırlığı	ağır > hafif
Dalle Zotte ve ark (2015)	Büyüme hızı	yüksek > düşük
	Canlı ağırlık	ağır > hafif
	Göğüs eti ağırlığı	ağır > hafif
	Yaş	büyük > küçük
Sanchez Brambila ve ark (2016)	Göğüs eti ağırlığı	ağır > hafif
Alnahhas ve ark (2016)	Canlı ağırlık	ağır > hafif
	Göğüs eti ağırlığı	ağır > hafif
	Göğüs eti randımanı	yüksek > düşük
	Cinsiyet	erkek > dişi
Kuttappan ve ark (2017b)	Canlı ağırlık	ağır > hafif
	Yaş	büyük > küçük
Baldi ve ark (2018)	Göğüs eti ağırlığı	ağır > hafif

Rasyon bileşiminin ya da besleme programının beyaz çizgi oluşumu üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar da vardır. Yüksek enerjili rasyonlarla beslenen hayvanlarda canlı ağırlığın ve beyaz çizgi oluşumunun daha fazla olduğu bildirilmiştir (Kuttappan ve ark, 2012b; Kindlein ve ark, 2017). Rasyonda lizin düzeyinin artırılmasına bağlı olarak beyaz çizgi oluşumunun arttığını (Cruz ve ark, 2017), rasyon E vitamini düzeyinin ise beyaz çizgi oluşumunu etkilemediğini (Kuttappan ve ark, 2012c) bildiren çalışmalar mevcuttur. Faz besleme veya dinlenme süresi (4 saat – 6 saat) uygulamasının (Kuttappan ve ark, 2013c) ve yem kısıtlaması (13-21. günler arasında %20 kısıtlama) yapılmasının (Trocino ve ark, 2015) beyaz çizgi oluşumuna etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Kas hasarı birçok etmene bağlı olarak şekillenebilmektedir. Bunlar arasında enfeksiyöz ya da yangısal koşullar da vardır. Ancak beyaz çizgilenmenin herhangi bir patojen ile etkisi belirlenmemiştir (Kuttappan ve ark, 2013b).

Yapılan çalışmalarda birçok etmen üzerinde durulmuş, bunların beyaz çizgi oluşumu üzerine etkileri araştırılmış ve araştırılmaya devam edilmektedir. Göğüs etinde beyaz çizgi oluşumu spesifik bir hibrite özgü bir kusur değildir. Ticari olarak kullanılan etlik piliç



hibritlerinin tamamını etkileyen bir durumdur. Ancak özellikle hızlı büyüyen, yüksek canlı ağırlık, göğüs eti ağırlığı ve göğüs eti randımanı gösteren hayvanlarda daha yoğun gözlemlenmekte ve beyaz çizgi oluşumunun temel olarak bu etmenler ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Ferreira ve ark, 2014; Bailey ve ark, 2015; Bowker ve Zhuang, 2016; Cruz ve ark, 2017). Cinsiyet, yaş, rasyon bileşimi, yemleme şekli gibi etmenler canlı ağırlığı, göğüs eti ağırlığını ve göğüs eti randımanını etkileyerek beyaz çizgi oluşumu üzerinde etkili olabilmektedir.

## **2.7. Beyaz Çizgili Göğüs Etlerinde Şekillenene Değişiklikler**

### **2.7.1. Histolojik Değişiklikler**

Beyaz çizgili göğüs etlerinde mikroskopik inceleme sonucunda foliküler/vakuoler dejenerasyon, lizis, yetersiz mineralizasyon, nadiren rejenerasyon, intersitisyel yangı, fibrozis, lipidozis ve yangısal hücre infiltrasyonu gözlemlenmiştir. Beyaz çizgi yoğunluğu arttıkça miyopatik lezyonların görüldüğü lif sayısı, fibrozis ve lipidozis düzeyi artmaktadır (Kuttappan ve ark, 2013a; Sihvo ve ark, 2014; Russo ve ark, 2015).

Orta şiddetli ile şiddetli beyaz çizgi yoğunluğuna sahip göğüs etlerinde dejeneratif miyopati tespit edilmiş ve beyaz çizgilenmenin olduğu bölgelerde yağ hücresi infiltrasyonu, bağ doku artışı ve kas lifi dejenerasyonu olduğu, göğüs etinin kemiğe yakın kısmında makrofaj ve heterofil infiltrasyonu ile kas lifi nekrozu, deriye yakın kısmında ise bunlara ek olarak lenfosit infiltrasyonu olduğu gözlemlenmiştir (Ferreira ve ark, 2014).

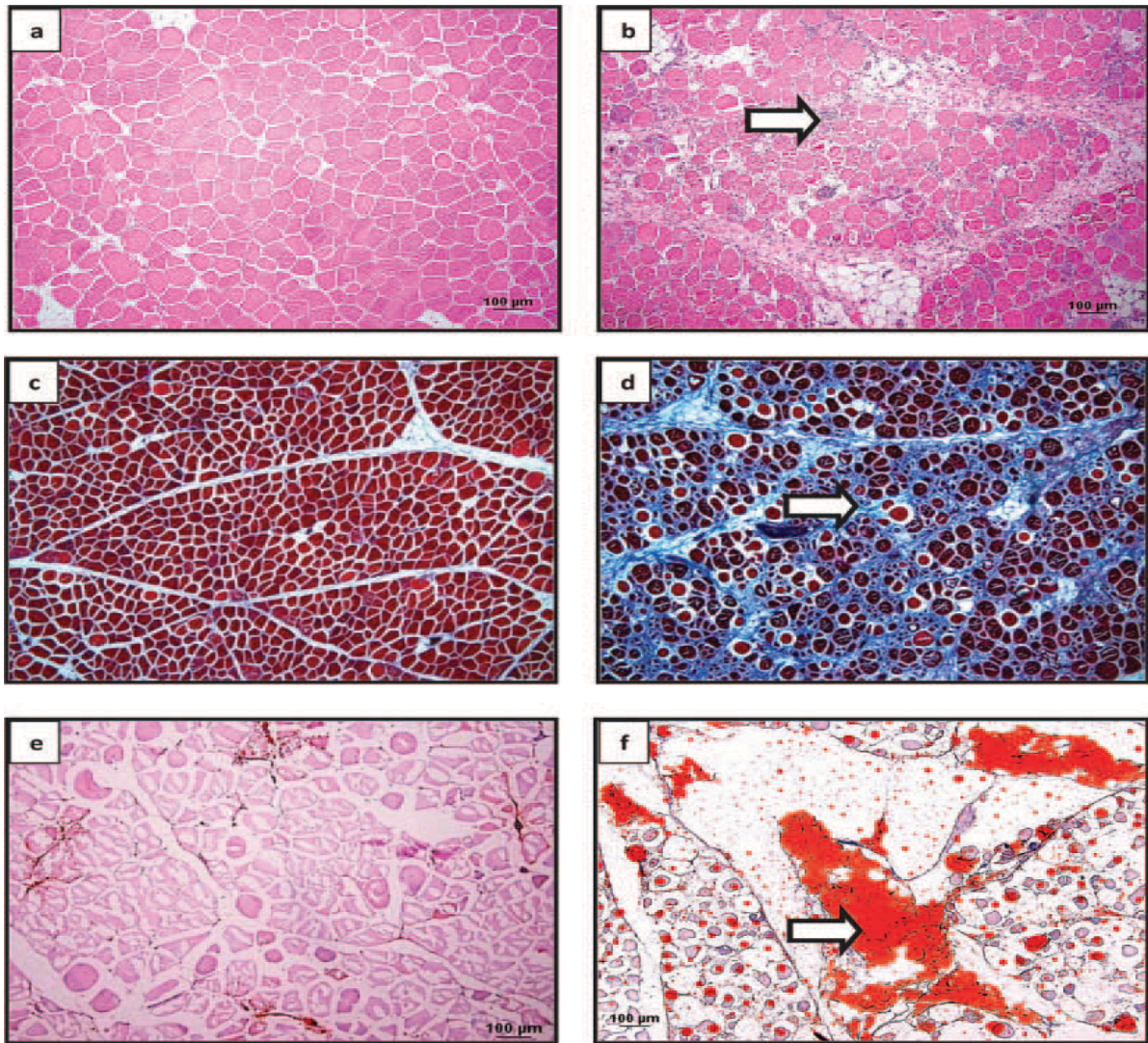
Trocino ve ark (2015) farklı derecelerde (yok, orta dereceli, şiddetli, çok şiddetli) beyaz çizgi yoğunluğuna sahip 64 göğüs eti üzerinde yaptıkları histolojik incelemede göğüs etlerinin %3,1'inde histolojik bulgu olmadığını, %26,6'sında hafif dejenerasyon, %45,3'ünde orta dereceli dejenerasyon ve %25'inde şiddetli dejenerasyon olduğunu saptamıştır.

Kindlein ve ark (2017) beyaz çizgili göğüs etlerinin kas liflerinde, sarkoplazmik retikulumda vakuolizasyon, yüksek interkapillar mesafe, düşük kapillar / kas lifi oranı, hücre yapısında bozulma ve oksijen yetersizliği gibi değişiklikler gözlemlendiğini belirlemiştir.

Göğüs eti myopatilerinde, myopatinin şiddetine bağlı olarak değişen düzeylerde (i) nükleus internalizasyonu, (ii) vakuolar ve hiyalin dejenerasyonu, (iii) kas liflerinde nekroz, lizis, dejenerasyon ve rejenerasyon, (iv) yangısal hücre infiltrasyonu, (v) konektif dokuda

adiposit depolanması (lipidozis) ve (vi) fibrozisin mikroskopik (histolojik) bulgular olarak görülebileceğini bildirilmiştir (Baldi ve ark, 2018).

Orta şiddetli çizgilenme olan göğüs etlerinde yaygın olarak (%86,89) nekroz bulunduğu, şiddetli göğüs etlerinin ise tamamında (%100) diffuz ve güçlü nekroz gözleendiği bildirilmiştir. Kas lifi nekrozu ile beyaz çizgi oluşumu arasında ilişki vardır (Kuttappan ve ark, 2013a). Beyaz çizgili göğüs etlerinde miyodejenerasyon, rejenerasyon, fibrozis ve lipidozisin (Resim 1) karakteristik histolojik bulgular olarak görülmektedir (Ferreira ve ark, 2014; Baldi ve ark, 2018).



**Resim 1.** Beyaz çizgili göğüs etlerinde gözlenen histolojik değişiklikler

Normal (a, c, e) ve şiddetli (b, d, f) beyaz çizgi yoğunluğuna sahip göğüs eti örneklerinde miyopatik lezyonlar (hematoksilen ve eosin - a, b), fibrozis (Mosson's trichrome – c, d) ve lipidozis (Oil red O - e, f) gösterilmiştir. Oklar (b) yangısal hücre infiltrasyonu ile kas lifi dejenerasyonunu, (d) intersitisyel bölgedeki fibröz doku infiltrasyonunu ve (f) yağ dokusunu göstermektedir. Kuttappan ve ark. (2013a)

## 2.7.2. Hematolojik ve Biyokimyasal Değişiklikler

Kas hasarı, plazma ve serumun biyokimyasal profilini değiştirmektedir. Özellikle sarkolem bütünlüğünün bozulması sonucunda çeşitli enzimlerin [kreatin kinaz (CK), alanin aminotransferaz (ALT), aspartat aminotransferaz (AST), laktat dehidrojenaz (LDH) vb.] üretimi ve salınması artmaktadır (Kuttappan ve ark, 2013b). Göğüs etinde şiddetli beyaz çizgilenme olan ve olmayan etlik piliçlerde bazı hematolojik ve biyokimyasal parametrelerinin incelendiği çalışmanın bulguları Tablo 13'te verilmiştir.

**Tablo 13.** Göğüs etinde şiddetli beyaz çizgilenme olan ve olmayan etlik piliçlerde bazı hematolojik ve biyokimyasal parametreler

Parametre	Normal (n=24)	Şiddetli (n=17)	P
WBC ( $\times 10^3/\mu\text{L}$ )	28,04 $\pm$ 2,44	24,28 $\pm$ 2,90	> 0,05
Heterofil (HET %)	36,15 $\pm$ 2,79	36,20 $\pm$ 3,31	> 0,05
Lenfosit (LYM %)	52,50 $\pm$ 3,49	54,85 $\pm$ 4,14	> 0,05
HET/LYM	0,95 $\pm$ 0,13	0,75 $\pm$ 0,16	> 0,05
Monosit (%)	10,51 $\pm$ 0,90	8,54 $\pm$ 1,07	> 0,05
Eozinofil (%)	0,03 $\pm$ 0,01	0,03 $\pm$ 0,01	> 0,05
Bazofil (%)	0,81 $\pm$ 0,16	0,36 $\pm$ 0,19	> 0,05
RBC ( $\times 10^6/\mu\text{L}$ )	2,69 $\pm$ 0,04	2,67 $\pm$ 0,05	> 0,05
Hematokrit (%)	35,88 $\pm$ 0,51	35,82 $\pm$ 0,61	> 0,05
Hemoglobin (g/dL)	8,05 $\pm$ 0,09	8,16 $\pm$ 0,11	> 0,05
MCV (fL)	133,54 $\pm$ 0,74	133,41 $\pm$ 0,88	> 0,05
MCH (pg)	30,00 $\pm$ 0,34	30,71 $\pm$ 0,40	> 0,05
MCHC (g/dL)	24,55 $\pm$ 1,61	22,84 $\pm$ 1,91	> 0,05
RDW (%)	10,99 $\pm$ 0,30	10,69 $\pm$ 0,36	> 0,05
<b>Enzimler (U/L)</b>			
ALT	2,25	4,58	< 0,01
ALP	2169,17	1469,41	= 0,01
AST	607,75	1066,71	= 0,01
CK	51350,00	123973,53	< 0,01
GGT	25,67	25,65	> 0,05
LDH	3101,67	7024,71	= 0,01
<b>Metabolitler</b>			
Albumin (g/dL)	1,45	1,44	> 0,05
BUN (mg/dL)	0,43	0,41	> 0,05
Kolesterol (mg/dL)	117,46	118,18	> 0,05
Kreatin (mg/dL)	0,20	0,22	> 0,05
Glikoz (mg/dL)	205,17	203,24	> 0,05
Toplam protein (g/dL)	3,34	3,27	> 0,05
Trigliserit (mg/dL)	57,79	48,53	> 0,05
Ürik asit (mg/dL)	6,69	5,99	> 0,05

**Tablo 13.** Devamı

<b>Elektrolitler</b>	<b>Normal (n=24)</b>	<b>Şiddetli (n=17)</b>	<b>P</b>
Kalsiyum (mg/dL)	10,05	10,02	> 0,05
Magnezyum (mEq/L)	1,75	1,69	> 0,05
Fosfor (mg/dL)	4,14	4,19	> 0,05
Demir (µg/dL)	200,58	199,18	> 0,05

Kuttappan ve ark. (2013b)

### 2.7.3. Besin Madde Bileşimine İlişkin Değişiklikler

Tavuk eti düşük yağ, sodyum, kolesterol ve yüksek doymamış yağ asidi içeriği için yoğun olarak tercih edilen bir gıdadır. Göğüs eti karkasın diğer kısımlarına kıyasla bu bileşenleri daha düşük düzeyde içermekte ve bu özelliği ile tüketici talepleri noktasında ön plana çıkmaktadır (Cavani ve ark, 2009). Tavuk göğüs ve but etinin bazı bileşenlerine ilişkin değerler Tablo 14’te gösterilmiştir.

**Tablo 14.** Tavuk göğüs ve but etindeki (derisiz) bazı besin maddelerinin düzeyleri

<b>Parça (100 g)</b>	<b>Nem (%)</b>	<b>Protein (%)</b>	<b>Yağ (%)</b>	<b>Enerji (Kkal)</b>	<b>Kolesterol (mg)</b>	<b>Demir (mg)</b>	<b>Sodyum (mg)</b>
<b>Göğüs eti</b>	74,8	23,1	1,2	104	62	0,72	65
<b>But eti</b>	76,1	20,1	3,8	115	80	1,02	86

Cavani ve ark. (2009)

Güncel çalışmalar, tavuk etinin besleyici özelliklerinin geçmişe göre değiştiğini bildirmektedir. Bu durum temel olarak yağ içeriğinin artmasından kaynaklanmaktadır (Kuttappan ve ark, 2012b). Etlik piliçlerde performansı arttırmak için yapılan çalışmalar, yüksek enerjili rasyonların kullanılması, yeme *ad libitum* erişim ve kısıtlı hareket karkastaki yağ düzeyini arttıran nedenler arasında gösterilmektedir (Wang ve ark, 2013).

Kas dokuda dejenerasyonun fazla olması yağ birikimi için alan oluşturmaktadır. Bu durumun beyaz çizgilenmenin nedenlerinden biri olabileceği düşünülmektedir (Vignale ve ark, 2017). Histolojik ve kimyasal analizler beyaz çizgilerin yağ dokudan oluştuğunu göstererek bu görüşü desteklemektedir (Bailey ve ark, 2015). Beyaz çizgilerin bileşimi temel olarak yağ olsa da bu durum sığır etindeki mermerleşme benzeri bir olgu değildir (Kuttappan ve ark, 2016).

Beyaz çizgili göğüs etlerinde besin madde bileşiminin değişimi birçok çalışmada incelenmiştir. Konu ile ilgili bulgular Tablo 15’te gösterilmiştir.

**Tablo 15.** Farklı yoğunluklarda beyaz çizgi içeren göğüs etlerindeki bazı besin madde düzeylerinin değişimi

Yoğunluk	Nem (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Kül (%)	Kaynak
Normal	82,39±0,93	90,03 <sup>a</sup> ±0,57	3,03 <sup>b</sup> ±0,44	4,58±0,03	*Kuttappan ve ark (2012b) (n=35)
Orta şiddetli	81,30±0,90	88,93 <sup>ab</sup> ±0,55	4,47 <sup>ab</sup> ±0,42	4,60±0,03	
Şiddetli	81,99±1,20	87,73 <sup>b</sup> ±0,73	5,56 <sup>a</sup> ±0,56	4,54±0,04	
P değeri	> 0,05	< 0,05	< 0,05	> 0,05	
Normal	73,8±0,24	22,8±0,63	0,98±0,23	1,34±0,04	†Mudalal ve ark (2014) (n=12)
Şiddetli	75,4±0,31	18,7±0,25	2,15±0,40	1,14±0,02	
P değeri	< 0,01	< 0,001	< 0,001	< 0,001	
Normal	75,10±0,13	22,9 <sup>c</sup> ±0,25	0,78 <sup>c</sup> ±0,09	-	†Petracci ve ark (2014) (n=108)
Orta şiddetli	75,16±0,15	22,2 <sup>b</sup> ±0,29	1,46 <sup>b</sup> ±0,11	-	
Şiddetli	74,90±0,16	20,9 <sup>a</sup> ±0,23	2,53 <sup>a</sup> ±0,30	-	
P değeri	> 0,05	< 0,001	< 0,001	-	

\*Protein, yağ ve kül düzeyleri kuru madde bazında verilmiştir.

†Protein, yağ ve kül düzeyleri doğal halde verilmiştir.

Baldi ve ark (2018) göğüs etlerinin farklı bölgelerinde (yüzeysel ve derin) yaptıkları besin madde analizlerinde beyaz çizgili göğüs etlerinin (normale kıyasla) hem yüzeysel hem de derin kısmında daha yüksek yağ, daha düşük protein içerdiğini, nem ve kül düzeyleri bakımından fark bulunmadığını belirlemiştir.

Göğüs etlerinde beyaz çizgi yoğunluğu arttıkça yağ düzeyi yükselmekte, protein düzeyi düşmektedir. Beyaz çizgili göğüs etlerinin yağ ve protein düzeyleri arasında negatif korelasyon olduğu bildirilmiştir (Kuttappan ve ark, 2013a). Beyaz çizgilerin yoğunluğuna bağlı olarak göğüs etindeki yağ / protein oranı artarken, buna bağlı olarak enerji içeriği ve yağdan gelen enerji düzeyi de yükselmektedir (Kuttappan ve ark, 2012b; Petracci ve ark, 2014). Bunlara ek olarak beyaz çizgili göğüs etlerinin yağ asidi profilinde de değişim (Tablo 16) gözlemlenmektedir (Kuttappan ve ark, 2013b).

**Tablo 16.** Normal ve şiddetli beyaz çizgili göğüs etlerinde yağ asidi düzeyleri

	Normal (n=5)	Şiddetli (n=5)	P
<b>Doymuş yağ asitleri</b>	33,09	31,58	< 0,01
Laurik asit (12:0)	0,00	0,01	= 0,01
Miristik asit (14:0)	0,55	0,66	< 0,01
Pentadekanoik asit (15:0)	0,01	0,11	< 0,01
Palmitik asit (16:0)	23,34	22,50	> 0,05
Heptadekanoik asit (17:0)	0,12	0,20	< 0,01
Stearik asit (18:0)	9,04	8,03	< 0,01
Araşidik asit (20:0)	0,03	0,07	> 0,05
<b>Tekli doymamış yağ asitleri</b>	33,69	37,33	< 0,01
Miristoleik asit (14:1)	0,01	0,14	< 0,01
Palmitoleik asit (16:1 c)	3,46	4,07	< 0,01
Palmitelaidik asit (16:1 t)	0,00	0,03	< 0,01
Oleik asit (18:1 c9)	26,55	29,90	< 0,01
Ayrılmaz asitler toplamı (18:1 t)	0,25	0,37	< 0,01
Vaksenik asit (18:1 c11)	3,19	2,55	< 0,01
Gadoleik asit (20:1 c1)	0,23	0,27	< 0,05
<b>Çoklu doymamış yağ asitleri</b>	30,46	28,54	< 0,01
Linoleik asit (18:2n-6)	21,63	22,86	< 0,01
Konjuge linoleik asit 9-c, 11-c (18:2 c9c11)	0,00	0,03	< 0,01
Konjuge linoleik asit 9-c, 11-t (18:2 c9t11)	0,00	0,03	< 0,01
α-Linolenik asit (18:3n-3)	0,64	0,87	< 0,01
γ-Linolenik asit (18:3n-6)	0,19	0,27	< 0,05
Eikosadienoik asit (20:2n-6)	0,45	0,34	< 0,01
Eikosatrienoik asit (20:3n-3)	0,00	0,00	> 0,05
Dihomo-γ-linoleik asit (20:3n-6)	0,66	0,49	= 0,05
Araşidonik asit (20:4n-6)	5,77	3,11	< 0,01
Eikosapentaenoik asit (20:5n-3)	0,08	0,09	> 0,05
Dokosapentaenoik asit (22:5n-3)	0,62	0,30	< 0,01
Dokosaheksaenoik asit (22:6n-3)	0,41	0,17	< 0,01
<b>Diğer yağ asitleri</b>	2,76	2,55	> 0,05

Kuttappan ve ark. 2013b

Kas hücresinde kalsiyum iyonu birikiminin miyopatik değişiklikleri (proteolitik ve lipolitik enzimlerin aktivasyonu sonucunda membran fonksiyonunun bozulması, kreatin kinaz ve laktat dehidrojenaz gibi enzimlerin plazma yoğunluğunun artması) tetikleyen bir faktör olarak beyaz çizgi oluşumu üzerine etkili olduğu düşünülmektedir (Petracci ve ark, 2015; Mutryn ve ark, 2015). Normal ve beyaz çizgili göğüs etlerinin kalsiyum, demir, sodyum, potasyum ve fosfor mineralleri bakımından incelendiği çalışmanın bulguları Tablo 17’de gösterilmiştir. Tüm bu değişiklikler insan sağlığı açısından ele alındığında, beyaz çizgili göğüs etlerini tüketmenin olumsuz etkilerinin olduğuna ilişkin bir bildiri bulunmamaktadır (Cruz ve ark, 2017).

**Tablo 17.** Normal ve beyaz çizgili göğüs etlerinde bazı minerallerin düzeyleri (n=16)

Mineraller (mg/kg)	Normal	Beyaz çizgili	P
Kalsiyum	47,9	55,8	>0,05
Demir	3,23 <sup>b</sup>	4,45 <sup>a</sup>	<0,001
Sodyum	498	566	>0,05
Potasyum	2705	2685	>0,05
Fosfor	2033	1984	>0,05

Tasoniero ve ark. (2016)

#### 2.7.4. Et Kalitesinde Meydana Gelen Değişiklikler

Tavuk ürünleri için duyuşal (renk, çiğnenebilirlik, yumuşaklık, sululuk) ve fiziksel (randıman, su tutma kapasitesi, pişirme kaybı) kalite, büyüme oranı ve vücut bileşimine bağılı olarak değışiklik göstermektedir (Duclos ve ark, 2007). Araştırmalar genetik seleksiyonun (canlı ağırlık ve göğüs eti randımanını arttırmak için) et kalitesini düşürdüğünü öne sürmektedir (Dransfield ve Sosnicki, 1999). Piliç etine olan talebin artması, büyüme oranı ve göğüs eti randımanının arttırılmasına yönelik genetik çalışmaları tetiklemiş, bu çalışmalar sonucunda metabolik stres artmıştır (Kindlein ve ark, 2017). Hayvanlarda oluşan stres kas dokuda histolojik ve biyokimyasal değışikliklere neden olarak bazı et kalitesi özelliklerini etkilemektedir (Petracci ve Cavani, 2012). Etlik piliçlerde aşırı lif hipertrofisi ve dev (giant) liflerin oluşumu ile anormal lif sayısının çoğalması, et kalitesine ilişkin problemlerin artmasındaki güçlü indikatörler olarak gösterilmektedir (Petracci ve ark, 2013a).

Berri ve ark (2007)'nın göğüs kası hipertrofisinin, lif boyutu, glikojen içeriğı ve kasın fonksiyonel özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmanın bulguları Tablo 18'de verilmiştir.

**Tablo 18.** Kas lifi çapının canlı ağırlık ve göğüs etine ilişkin bazı parametrelere etkisi

	Kas lifinin ortalama kesit alanı ( $\mu\text{m}^2$ )					P
	1260 (n=120)	1582 (n=120)	1811 (n=120)	2046 (n=120)	2443 (n=120)	
Canlı ağırlık (g)	1861 <sup>d</sup>	2027 <sup>c</sup>	2206 <sup>b</sup>	2248 <sup>b</sup>	2328 <sup>a</sup>	<0,001
<i>M. pectoralis major</i> (g)	119,7 <sup>e</sup>	139,0 <sup>d</sup>	152,5 <sup>c</sup>	160,6 <sup>b</sup>	171,3 <sup>a</sup>	<0,001
*†Laktat düzeyi	36,2 <sup>a</sup>	34,8 <sup>a</sup>	34,1 <sup>a</sup>	31,3 <sup>b</sup>	28,8 <sup>c</sup>	<0,001
†Glikolitik potansiyel	111,6 <sup>ab</sup>	113,8 <sup>a</sup>	107,8 <sup>bc</sup>	105,0 <sup>cd</sup>	102,4 <sup>d</sup>	<0,001
pH <sub>15dk</sub>	6,39 <sup>d</sup>	6,42 <sup>cd</sup>	6,44 <sup>c</sup>	6,48 <sup>b</sup>	6,53 <sup>a</sup>	<0,001
pH <sub>24s</sub>	5,61 <sup>b</sup>	5,61 <sup>b</sup>	5,65 <sup>a</sup>	5,66 <sup>a</sup>	5,68 <sup>a</sup>	<0,001

\*Postmortem 15. dakikada ölçülmüştür.

† $\mu\text{M/g}$

Kas liflerinin kesim anındaki fizyolojik ve nutrisyonel durumu, rigor mortis oluşumunda rol olarak et kalitesini etkilemektedir (Zhao ve ark, 2012). Kaslar intramuskuler glikojen deposundan ATP (adenozin trifosfat) üretmek için anaerobik glikolitik yolağı kullanır. Bu olay sonucunda kasta laktik asit birikimi olur. Asidifikasyon olayları glikojen depolama düzeyine bağlıdır (Duclos ve ark, 2007). Rasyonun bileşimi kaslarda depolanan enerji düzeyini etkileyerek, rigor mortis oluşumu ve et kalitesi üzerine etki göstermektedir (Zhao ve ark, 2009). Tavuk etinin kesim sonrası 15. dk pH'sı 6,2-6,5 arasındadır. Bunun altına düşmesi durumunda protein denatürasyonu şekillenir, su tutma kapasitesi düşer ve renk değişikliği olur. Son (24. saat) pH ise 5,8 civarındadır. Son pH'nın daha düşük olması etin işlenebilirliğini düşürürken, yüksek olması durumunda ise renk kusurları ve su tutma kapasitesinde artma ve mikrobiyal üremeye yatkınlık gözlenir. Kas kitlesi arttıkça kastaki hem pigmenti ve glikojen deposu azalmaktadır. Kas lifi boyutunun artışına bağlı olarak kesim anındaki glikojen deposu (glikolitik potansiyel) ve kastaki postmortem glikolitik aktivite düşüş göstermektedir. Tavuk vücudunda en geniş liflere sahip olan göğüs kası 15. dk ve 24. saat pH'sı en yüksek olan kastır (Duclos ve ark, 2007).

Etlik piliçlerde göğüs eti miyopatileri, karbonhidrat depolama ve kullanma kapasitesinin düşmesiyle ilişkilendirilmektedir. Miyopatili (beyaz çizgili) göğüs etlerinin 6-8. saat (Bowker ve Zhuang, 2016) ve 24. saat (Petracci ve ark, 2013a; Mudalal ve ark, 2015; Baldi ve ark, 2018) pH'sının normal göğüs etlerine göre daha yüksek olması bu durumu desteklemektedir. Glikojen düzeyi ve pH'ya ek olarak beyaz çizgili göğüs etlerinde görülen lipidozis ve fibrozis de birçok kalite parametresini etkilemektedir (Kuttappan ve ark, 2013c).

Et rengi tüketiciler tarafından öncelikli olarak dikkat edilen kalite özelliğidir (Fanatico ve ark, 2005). Et rengini (1) hem pigmentleri (miyogloblin, hemoglobin, hem pigmentleri ile bileşik oluşturan ligandlar), (2) kesim öncesi etmenler (genetik, yem, hayvanların yakalanması ve taşınması, hava koşulları), (3) kesim, kesim sonrası bekletme ve sonrasında uygulanan işlemler (nitrat varlığı, katkı maddeleri, pH, haşlama kazanındaki suyun sıcaklığı vb.) değiştirmektedir. Tavuk etinin beyazlık ( $L^*$ ) derecesi yüksek değişkenliğe sahiptir ve pH ile negatif güçlü korelasyon göstermektedir (Fletcher, 2002). Etin yağ düzeyi ise sarılık ( $b^*$ ) derecesini etkilemektedir (Fanatico ve ark, 2005). Beyaz çizgilenmenin göğüs etinin beyazlık ( $L^*$ ) (Alnahhas ve ark. 2016), kırmızılık ( $a^*$ ) (Petracci ve ark, 2013a) ve sarılık ( $b^*$ ) (Petracci ve ark, 2013a; Baldi ve ark, 2018; Kuttappan ve ark, 2017b) derecesini etkilediğini bildiren çalışmalar vardır.

Et proteinleri, etin işlenebilirliği üzerine büyük etki göstermektedir. Etin, görünüş tekstür gibi özellikleri ise proteinlerin işlevselliği ile ilişkilidir. Miyofibriler proteinlerin (aktin,



miyozin) su tutma kapasitesi ve tekstür üzerine büyük etkileri varken sarkoplazmik proteinlerin etkisi daha düşüktür (Mudalal ve ark, 2014). Etteki suyun %80'i miyofibriler proteinler tarafından tutulmaktadır (Offer ve Cousins, 1992). Miyofibriler ve sarkoplazmik proteinlerin çözünübilirliği ile su retensiyonu arasında güçlü korelasyon vardır (Mudalal ve ark, 2014). Kas liflerindeki dejenerasyon miyofibriler yapıyı bozarak su tutma kapasitesini azaltmaktadır (Mudalal ve ark, 2013). Beyaz çizgilenmenin, göğüs etinde su tutma kapasitesini azalttığı (Mudalal ve ark, 2015; Alnahhas ve ark, 2016) ve pişirme kaybını arttırdığı (Petracci ve ark, 2013a; Mudalal ve ark, 2015; Alnahhas ve ark, 2016) bildirilmiştir.

## **2.8. Beyaz Çizgi Oluşumunun Tüketici Taleplerine Etkisi**

Ürün kalitesi; organoleptik kalite, gıda güvenliği, sosyokültürel kabul edilebilirlik ve besin madde bileşimi gibi etmenleri içeren çok yönlü bir kavramdır (Kuttappan ve ark, 2013c). Bu bileşenler arasında görünüş, tüketiciler için birincil ve en önemli kalite özelliğidir (Fletcher, 2002; Kuttappan ve ark, 2012a). Tüketiciler çiğ etlerin (işlenmiş ürünlere kıyasla) et kalitesi hakkında daha fazla bilgi verdiğini düşündükleri için çiğ et satın alma eğilimindedirler (Kennedy ve ark, 2004). National Chicken Council (2006) marketlerden tavuk eti alan müşterilerin %65'inin derisiz ve kemiksiz göğüs eti tercih ettiğini bildirmiştir (Web 8, 2011). Bu durum (1) hazırlama ve pişirme süresinin düşük olması, (2) çok yönlü kullanılabilmesi, (3) yemek hazırlama aşamasında israf olmaması gibi durumlardan kaynaklanmaktadır (Kuttappan ve ark, 2012a).

Beyaz çizgiler, piliç karkasının en değerli parçası olan göğüs etinin yüzeyinde rahatlıkla görülebildiği için müşteri yönelimi azalmaktadır (Kuttappan ve ark, 2012a). Özellikle beyaz çizgi yoğunluğu şiddetli olan göğüs etleri doğrudan tüketime sunulmadığı için işlenmiş ürün (sisis, nugget vb.) ya da yan ürün üretiminde kullanılmaktadır (Lorenzi ve ark, 2014; Dalle Zotte ve ark, 2015; Baldi ve ark, 2018).

Kuttappan ve ark (2012a) farklı yaş gruplarından (18-25, 25-35, 36-45, 46-54, 55-65, 65 ve üzeri) toplam 75 kişi ile yaptıkları çalışmada panelistlerin beyaz çizgili göğüs etlerinin yağlılığı, rengi, görünüşü, tekstürü, boyutu ve üniformitesi hakkında normal etlere kıyasla olumsuz görüş bildirdiğini belirtmiştir. Çalışmaya ilişkin diğer veriler Tablo 19'da verilmiştir.

**Tablo 19.** Beyaz çizgi yoğunluğunun tüketicilerin satın alma eğilimlerine etkisi

Beyaz çizgi yoğunluğu	Hedonik skoru *	Satın alma eğilimi†
Normal	6,9 <sup>a</sup>	3,6 <sup>a</sup>
Orta şiddetli	6,1 <sup>b</sup>	2,4 <sup>b</sup>
Şiddetli	4,5 <sup>c</sup>	2,5 <sup>b</sup>

\*Gıda alanında kullanılan bir beğeni cetvelidir.

\*1-9 arası puanlanmaktadır (1=Son derece kötü – 9=Son derece iyi, n=300)

†1-5 arası puanlanmaktadır (1=kesinlikle almam – 5=kesinlikle alırım, n=300)

Shancez Brambila ve ark (2016) farklı beyaz çizgi yoğunluğuna sahip 105 göğüs eti örneği (35'er adet normal, orta şiddetli ve şiddetli) kullanarak yaptıkları bazı tekstür özelliklerinin değerlendirilmesine ilişkin çalışmanın sonuçları Tablo 20'de gösterilmiştir.

**Tablo 20.** Farklı beyaz çizgi yoğunluğuna sahip göğüs etlerinde bazı tekstür özelliklerinin değerlendirilmesi

Nitelik	Normal	Orta şiddetli	Şiddetli	P değeri
Kohezyon *	6,3 <sup>ab</sup>	5,8 <sup>b</sup>	6,8 <sup>a</sup>	0,005
Sertlik	6,1 <sup>b</sup>	6,0 <sup>b</sup>	6,6 <sup>a</sup>	0,003
Sululuk	3,5	4,0	3,9	0,163
Çiğnenabilirlik	4,9 <sup>a,b</sup>	4,6 <sup>b</sup>	5,4 <sup>a</sup>	0,014

\*Et liflerinin birbirine bağlanma kuvvetidir.

Göğüs eti örnekleri iç sıcaklıkları 78°C'ye ulaşana kadar pişirilmiştir.

Göğüs etinde beyaz çizgi oluşumu etin satın alınabilirliğini, tüketilebilirliğini ve işlenebilirliğini düşürerek ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Kuttappan ve ark, 2016). Amerika Birleşik Devletleri'nde göğüs eti miyopatilerinin neden olduğu ekonomik kayıp yıllık 200 milyon doların üzerinde olabilmektedir (Kuttappan ve ark, 2017a). Çalışmalar bu miyopatilerin arttığını ve buna bağlı ekonomik kayıpların daha da yükselebileceğini göstermektedir (Cruz ve ark, 2017).

## 2.9. Metiyonin

Vücut proteinlerinin önemli yapı taşlarından biri olan metiyonin, özellikle etlik piliçlerin beslemede kritik öneme sahip bir amino asittir (Dinkins ve ark, 2001; Ravanel ve ark, 2004; Yuan ve ark, 2012). Metiyonin, protein yapısının önemli bir bileşeni olmasının yanında organizmada çeşitli metabolik tepkimelerin gerçekleşmesinde, hayvan sağlığının korunmasında ve ürün kalitesinin artırılmasında özgün görevleri olan birçok bileşiğin de yapı taşıdır (Rahman, 2005; Kalbande ve ark, 2009).

Hayvansal organizmalarda proteinlerin yapı taşı olarak esansiyel bir amino asit olan metiyonin etlik piliç rasyonlarında sınırlayıcı bir amino asittir (Dinkins ve ark, 2001; Ravanel ve ark, 2004; Yuan ve ark, 2012). Protein sentezi yanında hücre bölünmesi, büyüme, doku onarımı, üreme, aktif taurin sentezi, metil grubu sağlanması gibi birçok metabolik olayda da yaşamsal öneme sahiptir (Rahman, 2005; Kalbande ve ark, 2009). Bunların dışında tüylerin şekillenmesi ve büyümesi, vücudun inorganik kükürt gereksiniminin karşılanması, esansiyel iz elementlerin metabolizmasında rol alması, toksik metabolitlerin detoksifikasyonu, karaciğer üzerinde koruyucu etkisinin olması, lipolitik bir madde olarak yağ metabolizmasında rol alması, perozis ve kas distrofinin önlenmesi, E vitamininden tasarruf edilmesi gibi fizyolojik işlevlere sahiptir (Bunchasak, 2009).

### 2.9.1. Metiyoninin Protein Sentezindeki Rolü

Kükürtlü amino asitlerin proteinlerde bulunma düzeyi %3-6 arasında değişmektedir (Nimni ve ark, 2006). Metiyoninin proteinlerde bulunma düzeyi, 1150 farklı protein üzerinde yapılan çalışmada %2,3 olarak belirlenmiştir (Web 9, 2006). Metiyoninin etlik civcivlerde kas proteinlerinin sentezine olan etkisi Tablo 21’de verilmiştir.

**Tablo 21.** Metiyoninin etlik civcivlerde kas proteinlerinin sentezine olan etkisi

	Bazal rasyon*	Bazal rasyon + %0,2 metiyonin	P
Canlı ağırlık artışı (g/gün)	15,1 ± 0,3	24,9 ± 0,3	<0,01
Fraksiyonel protein sentezi (%/gün)			
<i>M. gastrocnemius</i>	5,6 ± 1,1	13,6 ± 1,1	<0,01
<i>M. pectoralis</i>	12,1 ± 1,6	21,8 ± 1,6	<0,05

\*TSAA düzeyi %0,5, Barnes ve ark (1995)

Vücut proteinlerinin sentezinde görev alan metiyonin organizmada protein sentezinde kullanılan bir amino asit olan sistinin sentezinde de kullanılır. Bu sentezdeki temel yolak metiyoninin sisteine transsülfürasyonudur. Sisteinin yalnızca kükürtlü metiyonin kaynaklıdır, karbon iskeleti serinden gelir (Fuller, 2004). Daha sonra iki mol sistein, disülfüt bağı oluşturmak için okside olarak sistini şekillendirir (D’Mello, 2003; Web 3, 2016).

Metiyonin mesajcı ribonükleik asit (mRNA) translasyonuna öncülük etmesi bakımından da çok önemli bir amino asittir (Rahman, 2005). Tüm hücrelerde polipeptid başlangıcını, metiyonin birimlerini de kodlayan AUG kodonu başlatmaktadır. Başka bir deyişle metiyonin protein sentezini başlatan amino asittir (Web 9, 2006).

## 2.9.2. Etlik Piliçlerde Metiyonin Gereksinimi

Uzun yıllar boyunca rasyon hazırlamada kullanılan ham protein kavramı, geçtiğimiz 20 yıl içinde önemini kaybetmiştir (Dalibard ve ark, 2014). Etlik piliçlerde, özel olarak bir ham protein gereksiniminden bahsetmek yerine amino asitlere olan gereksinimi tek tek ele almak daha doğru bir yaklaşımdır (Mulyantini ve ark, 2010; Goulart ve ark, 2011). Tavukların vücut proteinlerindeki ile ticari etlik piliç beslemede rasyonların temelini oluşturan mısır ve soya fasulyesi küspesinin amino asit düzeyleri Tablo 22' de verilmiştir.

Analitik tekniklerin gelişmesi sonucunda yararlanılabilir amino asit miktarının hesaplanabilmesi rasyon hazırlamada pratik ve ekonomik yönden bir dönüm noktası olmuştur (Dalibard ve ark, 2014). Amino asitlerin sindirilme dereceleri üzerinden yapılan hesaplamalar; (1) sürü ve ürün homojenitesinin artmasını, (2) performans hedefi tahminlerinde doğruluk oranının yükselmesini, (3) uzun vadede yem maliyetinin düşmesini ve (4) azot atılımının azalmasını sağlar (Web 1, 2008).

**Tablo 22.** Tavukların vücut proteinleri ve bazı yem maddelerindeki amino asit düzeyleri

Amino asit	Tavuk*		Mısır†	Soya fasulyesi küspesi‡
	mg/g KM	% lizin	g/100g	g/100g
Alanin	66,3	108	0,71	1,95
Arjinin	68,5	111	0,38	3,18
Asparajin	36,5	59,3	0,35	2,10
Aspartat	43,1	70,1	0,43	3,14
Fenilalanin	34,8	56,5	0,46	2,21
Glisin	115	187	0,40	2,30
Glutamat	82,9	135	0,64	4,17
Glutamin	50,5	82,1	1,02	3,80
Hidroksiprolin	34,8	56,6	0,00	0,09
Histidin	21,1	34,3	0,23	1,13
İzolöysin	35,9	58,4	0,34	2,03
Lizin	61,5	100	0,25	2,80
Löysin	69,2	113	1,13	3,44
Metiyonin	18,9	30,7	0,21	0,60
Prolin	85,3	139	1,06	2,40
Serin	45,0	73,2	0,45	2,12
Sistein	15,0	24,4	0,20	0,70
Tirozin	26,6	43,3	0,43	1,66
Treonin	36,3	59,0	0,31	1,76
Triptofan	11,6	18,9	0,07	0,62
Valin	41,8	68,0	0,44	2,09

Lizin dışındaki tüm amino asitler L- formundadır. Hesaplamalar moleküler ağırlık bazlı yapılmıştır.

\*10 günlük civcivlerde vücut protein düzeyi (14,3g/100g yaş doku)

†%89 KM, %9,3 HP, ‡%89 KM, %43,6 HP

Wu (2014)

Etlik piliç üretiminde, üretim süresini kısaltmak adına uzun yıllardır başarılı çalışmalar yapılmaktadır. Kısalan üretim süreci ise amino asitlere olan gereksinim düzeyini değiştirmiştir (Web 1, 2008). Tablo 23'te etlik piliçlerde erken döneme ilişkin metiyonin gereksinimi üzerine yapılmış çalışmaların sonuçları verilmiştir.

**Tablo 23.** Etlik piliçlerde 0-3 haftalık dönemde metiyonin ve sistin gereksinimleri

<b>Kaynak</b>	<b>Metiyonin (%)</b>	<b>Metiyonin (% lizin)</b>	<b>Sistin (%)</b>	<b>Sistin (% lizin)</b>
Dean ve Scott (1965)	0,55	49,1	0,35	31,3
Huston ve Scott (1968)	0,35	36,8	0,35	36,8
Sasse ve Baker (1973)	0,35	38,5	0,35	38,5
Baker ve Han (1994)	0,325	36,1	0,325	36,1

Wu (2014)

Metiyonin, metabolizmada transsülfürasyon sonucu sistine dönüştüğü için metiyonin ve sistin rasyon hesaplamalarında ya tek tek ya da toplam kükürtlü amino asitler (TSAA) olarak birlikte ele alınabilmektedir (Goulart ve ark, 2011). Rasyonda metiyonin / sistin oranı 60/40 olmalıdır. Etlik piliçlerin beslenmesinde lizin genellikle referans amino asit olarak kullanılmaktadır ve diğer amino asitler lizin değeri üzerinden rölatif olarak hesaplanabilmektedir (Web 5, 2015; Web 3, 2016). Vieira ve ark (2004) büyümekte olan etlik piliç rasyonlarında, TSAA / lizin oranının 0,77 olması gerektiğini ve bu oranın rasyonun ham protein düzeyine bağlı olarak değişiklik gösterebileceğini bildirmiştir. NRC (1994) ve üretimde yoğun olarak kullanılan farklı etlik piliç hibriti üreticilerinin önerdiği metiyonin ve TSAA gereksinimlerine ilişkin bilgiler Tablo 24'te verilmiştir. NRC'nin öngördüğü metiyonin ve TSAA gereksinimlerinin ticari üretimde kullanılan düzeylere kıyasla düşük olduğu görülmektedir. Diğer bir ifadeyle NRC'nin etlik piliç rasyonları için önerdiği metiyonin ve TSAA düzeyleri ticari üretimde zaten aşılmış durumdadır (Skrivan ve ark, 2011).

**Tablo 24.** TSAA ve metiyonin gereksinimine ilişkin NRC ve bazı etlik piliç hibriti üreticilerinin katalog değerleri

Kaynak	Dönem	Günler	Besin maddesi (%)			
			TSAA		Metiyonin	
			Toplam	Sindirilebilir	Toplam	Sindirilebilir
NRC (1994)	Başlangıç	0-21	0,90	-	0,50	-
	Büyütme	22-42	0,72	-	0,38	-
	Bitirme	42-kesim	0,60	-	0,32	-
Ross 308* (2014)	Başlangıç	0-10	1,08	0,95	0,56	0,51
	Büyütme	11-24	0,99	0,87	0,51	0,47
	Bitirme 1	25-39	0,90	0,80	0,47	0,43
	Bitirme 2	40-kesim	0,85	0,75	0,44	0,40
Cobb 500 (2015)	Başlangıç	0-10	0,98	0,88	0,50	0,45
	Büyütme	11-22	0,89	0,80	0,48	0,42
	Bitirme 1	23-42	0,82	0,74	0,43	0,39
	Bitirme 2	42-kesim	0,78	0,70	0,41	0,37
Arbor Acres* (2014)	Başlangıç	0-10	1,08	0,95	0,56	0,51
	Büyütme	11-24	0,99	0,87	0,51	0,47
	Bitirme 1	25-39	0,90	0,80	0,47	0,43
	Bitirme 2	40-kesim	0,85	0,75	0,44	0,40

\*Kesim canlı ağırlığı 2,5-3,0 kg olarak hedeflenen piliçlere ait veriler.

Metiyonin gereksinimi, istenen karkas yağ oranı ya da pilicin büyüme hızı gibi çeşitli etmenlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Karkas yağ oranı düşük olan etlik piliçlerde metiyonin yararlanımı ve TSAA değerlendirme oranı yağlı karkaslılara göre daha yüksektir (Bunchasak, 2009).

Metiyoninin 40 g/kg düzeyinde ya da bu düzeyin üzerinde kullanılması durumunda büyümeyi en çok baskılayan amino asit olduğu bildirilmiştir (D'Mello, 2003). Fazla miktarda kullanılması yem tüketimini azaltır (Web 2, 2007), diğer amino asitlerin eksikliğine yol açar (Cengiz ve ark, 2008).

Rasyonlar hazırlanırken metiyoninin diğer amino asitlerle olan etkileşimleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Konu ile ilgili olarak yapılmış bir çalışmada Chamruspollert ve ark (2002) metiyoninin arjinin ve lizin ile canlı ağırlık, yem tüketimi ( $P<0,05$ ) ve kas kreatin düzeyi ( $P<0,01$ ) bakımından üçlü etkileşim içinde olduğunu ve bu etkileşimin kreatin biyosentezi ile ilişkili olabileceğini bildirmiştir. Aynı çalışmada rasyonda gereksinim düzeyinin üzerinde (20

g/kg) kullanılan arjininin büyüme ve yem tüketimini baskıladığı, bu etkiyi azaltmak için rasyon metiyonin düzeyinin (2 mg/kg) de yükseltilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Başka bir çalışmada ise Jiao ve ark (2010) metiyonin ile arjininin etkileşim içinde olan amino asitler olduğunu ve metiyoninin NRC (1994)'de belirtilen düzeyin %20 üzerinde kullanılması halinde göğüs eti miktarının arjinin düzeyine bağlı olarak arttığını bildirmiştir.

Azami büyüme için rasyonda tüm amino asitler bir denge içinde ve yeterli düzeyde olmalıdır (Vieira ve ark, 2004). Amino asitler arasındaki uygun oranların sağlanması yanında hayvanın genetik potansiyeli de göz önünde bulundurulmalıdır (Farkhoy ve ark, 2012).

### **2.9.3. Etlik Piliçlerde Metiyoninin Göğüs Eti ve Abdominal Yağ Düzeyine Etkisi**

Etlik piliç üretiminde daha ağır karkas üretebilmeye yönelik yapılan çalışmalar sonucunda karkas ağırlığı arttırılmış, fakat artan ağırlığa bağlı olarak vücut ve abdominal yağ düzeyleri de yükselmiştir. Bu durum karkas kalitesinde düşüşe neden olan istenmeyen bir durum olmasının yanında insan sağlığı açısından da olumsuz bir durum olarak değerlendirilmektedir (Andi, 2012; Fouad ve El-Senousey, 2014). Karkas kalitesi; genotip, cinsiyet, yaş ve rasyon gibi birçok etmeden etkilenmektedir (Conde-Aguilera ve ark, 2013).

Yapılan çalışmalarda karkas kalite özellikleri olarak en çok araştırılan iki konu göğüs eti ve vücut / karın yağı düzeyleridir (Kıraz ve Şengül, 2005; Ahmed ve Abbas, 2011; Conde-Aguilera ve ark, 2013). Metiyoninin, etlik piliçlerde göğüs eti miktarını arttırdığı ve abdominal yağ miktarını azalttığı bilinmektedir (Andi, 2012). Metiyonin, karkas kalitesine etki bakımından üzerinde en çok araştırma yapılmış amino asittir (Takahashi ve Akiba, 1995).

Genel olarak rasyonlarda artan amino asit düzeylerine bağlı olarak büyüme performansı da artış gösterir. Fakat bu artış amino asitler arasındaki denge gibi birçok faktörden etkilenir. Başka bir deyişle gözlemlenen artış doğrusal (linear) değildir (Farkhoy ve ark, 2012). Wen ve ark (2014a) etlik piliçlerde yaptıkları çalışmada başlama ve bitiş rasyonlarında sırası ile %0,5 ve %0,43 olan metiyonin düzeylerinin %0,6 ve %0,53'e yükseltilmesinin göğüs eti miktarını (175 g'dan 188 g'a) arttırdığını (P<0,05) bildirmiştir.

Esteve-Garcia ve Llaoradó (1997) rasyona gereksinim düzeyinin üzerinde (1,5 g/kg'a kadar) katılan DL-metiyonin ve sıvı metiyonin hidroksi analogun göğüs eti miktarını 225 g'dan sırası ile 287 ve 282 g'a yükselttiğini belirtmiştir. Aynı çalışmada, metiyonin katkısının göğüs etinin karkas ağırlığına oranını %11,90'dan %12,68'e kadar yükselttiği vurgulanmıştır. Benzer şekilde Esteve-Garcia ve Mack (2000) gereksinim düzeyinin 0,6 g/kg ve 1,2 g/kg üzerinde

kullanılan metiyoninin, 201 g olan ortalama göğüs eti miktarını sırası ile 255,9 g (+54,9 g) ve 272,4 g (+71,4 g) düzeyine çıkarttığını bildirmiştir.

Metiyoninin, kas dokudaki amino asit profilini değiştirmeden etlik piliçlerde göğüs eti miktarını arttırdığı bilinmektedir (Web 4, 2015). Ancak metiyoninin iskelet kası gelişimde önemli rol oynayan miyojen faktörlerle [Myogen differation factor 1 (MyoD1), Myogenic factor 5 (myf5), Myogenin, Muscle regulatory factor 4 (MRF4), Myocyte enhancer factor 2 (MEF2), Transcription faktör ailesi (MEF 2A, B, C, D)] olan ilişkisi hakkında yeterli bilgi bulunmadığından metiyoninin göğüs eti miktarını arttırmadaki mekanizması henüz aydınlatılabilmemiş değildir (Wen ve ark, 2014a).

Etlik piliçlerin, canlı ağırlığının %15-20'sini yağ oluşturmaktadır. Vücuttaki yağın ortalama %15'i kan ve organlardadır, kalan %85'lik kısmı ise yağ dokuda depolanmaktadır. Başka bir deyişle toplam yağın %85'lik kısmı fizyolojik olarak gerekli değildir. Karın yağı canlı ağırlığın ortalama olarak %2-3'ü düzeyindedir (Kıraz ve Şengül, 2005; Fouad ve El-Senousey, 2014). Kanatlılarda yağ asitlerinin büyük çoğunluğu karaciğerde sentezlenir ve düşük yoğunluktaki lipoprotein (LDL) ya da şilomikronlar şeklinde yağ dokulara taşınır ve trigliserit olarak depolanır. karın yağı, diğer yağ dokulara göre daha hızlı yağ birikimi sağlaması bakımından oldukça önemlidir. Bunun yanında vücut yağı oranı ve ürün kalitesinin değerlendirilmesinde de önemli bir belirteçtir (Fouad ve El-Senousey, 2014).

Metiyonin, yağ metabolizmasında görevli olan (karnitin gibi) önemli bileşiklerin sentezinde görev alır (Kikusato ve ark, 2015). Metiyonin lipolitik bir maddedir. Yapılan çalışmalarda metiyoninin serum trigliserit ve karın yağı düzeyini düşürdüğü bildirilmiştir (Ahmed ve Abbas, 2011; Andi, 2012).

Takahashi ve Akiba (1995), metiyonin katkısının metabolizmada lipogenizisi azalttığını, lipolizisi ise arttırdığını ve bunun sonucu olarak karkas yağ oranını düşürdüğünü vurgulamıştır. Metiyonin yetersizliğinde ise karın yağı düzeyinin arttığı belirtilmiştir (Kıraz ve Şengül, 2005; Fouad ve El-Senousey, 2014). Metiyonin yetersizliği yetiştirmenin erken dönemlerinden itibaren etkisini göstermektedir. Kikusato ve ark (2015), metiyonin yetersizliğinin (kontrol %0,52, deneme %0,25) 10 günlük civcivlerde yağ metabolizmasını bozduğunu ve karaciğerde yağ birikimini arttırdığını bildirmiştir.

Büyütme döneminde (21-42. günler arasında) metiyonin bakımından yetersiz beslemenin (kontrol %0,45, deneme %0,31) karkas randımanını düşürdüğünü (P=0,004) ve göğüs eti miktarını azalttığını (P≤0,001) (Corzo ve ark, 2006), rasyonda gereksinim düzeyinin üzerinde kullanılan metiyoninin karın yağı miktarını azalttığını (P<0,05), göğüs etinin (mutlak ve rölatif) miktarını ise arttırdığını (P<0,05) (Ahmed ve Abbas, 2011) bildiren çalışmalar vardır.



Goulart ve ark (2011), etlik piliçlere yetiştirme dönemlerinde (1-7. günler başlama öncesi, 8-21. günler başlangıç, 22-35. günler büyütme, 35-42. günler bitirme) altı farklı düzeyde metiyonin+sistin içeren rasyon ile beslemiştir. Rasyonların metiyonin+sistin düzeyleri dönem sırasına göre ilk grupta %0,734 - %0,604 - %0,563 - %0,522, ikinci grupta %0,794 - %0,664 - %0,623 - %0,582, üçüncü grupta %0,854 - %0,724 - %0,683 - %0,642, dördüncü grupta %0,914 - %0,784 - %0,743 - %0,702, beşinci grupta %0,974 - %0,844 - %0,803 - %0,762 ve altıncı grupta %1,034 - %0,904 - %0,863 - %0,822'dir. Değişen sindirilebilir metiyonin ve sistin düzeyinin canlı ağırlık, karkas parça ağırlıkları ve bunların rölatif düzeylerini istatistiksel olarak etkilemediğini bildirdiği çalışmanın sonuçları Tablo 25'te verilmiştir.

Andi (2012), rasyona gereksinim düzeyinin %0,2 veya %0,3 üzerinde metiyonin katkısı yapılan rasyonla beslemenin 42 günlük etlik piliçlerde kanda düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) düzeyini (kontrol ve %0,1 katkı yapılan gruba kıyasla) düşürdüğünü ( $P<0,05$ ), ayrıca %0,2 oranında metiyonin katkısı yapılan grupta karın yağı miktarını kontrol grubuna göre azalttığını ( $P<0,05$ ) belirlemiştir.

**Tablo 25.** Rasyonda değişen sindirilebilir metiyonin ve sistin düzeyine göre canlı ağırlık, karkas parça ağırlıkları ve bunların rölatif düzeylerinin değişimi (n=540)

	<b>Bitirme dönemi sindirilebilir metiyonin + sistin düzeyi (%)</b>					
	<b>0,552</b>	<b>0,582</b>	<b>0,642</b>	<b>0,702</b>	<b>0,762</b>	<b>0,822</b>
<b>Mutlak ağırlık (g)</b>						
Karkas	2204,6	2224,7	2206,5	2164,9	2164,9	2224,6
Göğüs	735,7	733,1	721,9	746,5	701,9	754,9
Karaciğer	45,6	47,4	46,7	46,8	45,9	47,4
Abdominal yağ	45,6	39,8	40,1	38,6	43,4	37,9
<b>Rölatif ağırlık (%karkas*)</b>						
Karkas	78,7	78,5	77,8	78,9	78,5	78,9
Göğüs	33,4	33,0	32,7	33,4	32,4	33,9
Karaciğer	1,63	1,67	1,64	1,65	1,66	1,68
Abdominal yağ	1,63	1,40	1,41	1,37	1,57	1,35

\*Baş ve ayaklar karkas ağırlığına dahildir.

## 2.10. L-Karnitin

L-karnitin ( $\beta$ -hidroksi- $\gamma$ -N-trimetilamino bütirat) suda çözünebilen, dört bileşenli, vitamin benzeri bir maddedir (Bremer, 1983). Plazma ve dokularda serbest ya da yağ asitlerine bağlı (acyl karnitin) formda bulunabilir. Karnitinin D ve L formları bulunmaktadır ancak metabolik olarak L formu aktiftir. Organizmadaki temel görevi uzun zincirli yağ asitlerinin mitokondriyal iç zarlardan geçişini sağlamaktır (Golzar Adabi ve ark, 2011; Michalczuk ve ark, 2012; Hrncar ve ark, 2015). Birincil etkisi enerji ve yağ metabolizmalarında olsa da toksik bileşiklerin mitokondriden uzaklaştırılmasında, immun sistemde ve üreme sisteminde de rol oynamaktadır. Bunların yanında antioksidan bir madde olduğu, embriyo gelişimi ve çıkım gücü üzerine etkili olduğu da bilinmektedir. (Rehvan ve ark, 2017; Ringseis ve ark, 2018).

### 2.10.1 Etlik Piliçlerde L-Karnitin Gereksinimi

L-karnitin endojen olarak karaciğerde (kanatlılarda) sentezlenebilir (Bremer, 1983). L-karnitin sentezinde iki esansiyel amino asit (metiyonin, lizin), üç vitamin (askorbat, piridoksin ve nikotin amid adenin dinükleotid dormundaki niyasin) ve bir mineral [indirgenmiş demir iyonu ( $Fe^{+2}$ )] görev alır (Rehvan ve ark, 2017). L-karnitin sentezinde karbon zinciri ve azot atomu lizinden, metil grubu ise metiyoninden gelmektedir (Ringseis ve ark, 2018).

Etlik piliçlerde L-karnitin endojen sentezi düşük miktarda yapılabilmektedir. Bu düzey normal koşullar altındaki gereksinimi karşılamak için yeterlidir. Ancak stres, yüksek performans ya da rasyonun yağ düzeyinin yüksek olması gibi durumlarda organizmada sentezlenen L-karnitin gereksinimi karşılamada yetersiz kalır (Golzar Adabi ve ark, 2011). Etlik piliçlerde spesifik olarak L-karnitin gereksiniminden bahsedebilmek mümkün değildir. Ancak yapılan çalışmalar rasyon L-karnitin düzeyinin 15-20 mg/kg'ın altında olduğu durumlarda hayvanların performansının düştüğünü göstermektedir (Arslan, 2006).

Etlik piliç rasyonlarında yoğun olarak kullanılan bitkisel kökenli yemler ve özellikle de tahıl taneleri L-karnitin bakımından yetersizdir (Rehvan ve ark, 2017). Bazı yem hammaddelerinin L-karnitin düzeyleri Tablo 26'da verilmiştir.

**Tablo 26.** Bazı yem hammaddelerinin L-karnitin düzeyleri

Hammadde	L-karnitin (mg/kg)	Hammadde	L-karnitin (mg/kg)
Mısır	5	Soya fasulyesi küspesi	12-15
Arpa	7	Ayçiçeği küspesi	5
Buğday	5	Keten tohumu küspesi	15
Yulaf	5	Kolza küspesi	5
Çavdar	5	Aspir küspesi	10
Tritikale	5	Palm küspesi	5
Sorgum	5	Yer fıstığı küspesi	10
Buğday kepeği	15	Kan unu	10-15
Arpa kepeği	15	Tüy unu	120
Mısır gluteni	5	Balık unu	120-150
Mısır ruşeymi	15	Et-kemik unu*	100
Pamuk tohumu	20	Et unu†	150
Hayvansal yağlar	0	Kanatlı mezbaha artıkları unu	120
Bitkisel yağlar	0	Melas	10

\*%40 HP, †%62 HP  
Arslan (2006)

Yapılan derlemelerde etlik piliçlerin L-karnitin gereksiniminin 50 mg/kg yem olduğu (Arslan, 2006) ve rasyonlara 50-200 mg/kg L-karnitin katılmasının pozitif etkileri desteklediği (Golzar Adabi ve ark, 2011) bildirilmiştir.

### 2.10.2. Etlik Piliçlerde L-Karnitin Performans, Ürün Kalitesi ve Bazı Kan Parametrelerine Etkileri

Kanatlılarda hücrel enerji üretiminin %90'ı mitokondride gerçekleşmektedir (Golzar Adabi ve ark, 2011). L-karnitin tarafından mitokondriyal iç zarlardan transportu sağlanan uzun zincirli yağ asitleri burada  $\beta$ -oksidasyona tabi olur ve enerji üretimi gerçekleştirilir (Buyse ve ark, 2001). Teorik olarak L-karnitin yağ metabolizması üzerine etkili olarak enerji üretimini artırır. Enerji üretiminin artması etlik piliçlerde performansı da artırır. Bunun yanında L-karnitin performans artırıcı etkisi üzerine iki farklı hipotez vardır. (I) Yukarıda da belirtildiği gibi L-karnitin organizmada metiyonin ve lizin kullanılarak sentezlenebilmektedir. Rasyonda yeterli düzeyde L-karnitin bulunması durumunda etlik piliçler için sınırlayıcı amino asitler olan metiyonin ve lizinden tasarruf sağlanır. Bu amino asitler protein sentezinde kullanılabilir. (II) Özellikle ham protein bakımından yetersiz kanatlı rasyonlarında L-karnitin (1000 mg/kg) kullanılması insülin benzeri büyüme faktörü (IGF) konsantrasyonunu artırarak büyümeyi uyarır (Rehvan ve ark, 2017).

Etlik piliç rasyonlarında L-karnitin kullanılması yağ asitlerinin oksidayonunu arttırarak, vücut yağ düzeyini düşürmektedir (Michalczuk ve ark, 2012; Hrncar ve ark, 2015). Enerji ve yağ metabolizmalarındaki aktivitesine bağlı olarak performans (canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yemden yararlanma oranı) ürün kalitesi (karkas ağırlığı, parça verimi, yağ düzeyi) ve bazı kan parametreleri (serum trigliserit ve kolesterol düzeyleri) üzerine de etkileri vardır (Golzar Adabi ve ark, 2011).

Etlik piliç rasyonlarında L-karnitin kullanılmasının canlı ağırlığı arttırdığını (Hrncar ve ark, 2015; Golrokh ve ark, 2016), canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranını iyileştirdiğini (Rabie ve Szilagyi, 1998; Taklimi ve ark, 2015), karkas ağırlığını arttırdığını (Golrokh ve ark, 2016), göğüs eti verimini arttırdığını (Xu ve ark, 2003; Parsaeimehr ve ark, 2014; Golrokh ve ark, 2016), vücut yağ düzeyinin önemli bir belirteci olan abdominal yağ düzeyini düşürdüğünü (Xu ve ark, 2003; Zhang ve ark, 2010; Zhang ve ark, 2014; Parsaeimehr ve ark, 2014), karaciğer ağırlığını arttırdığını (Golrokh ve ark, 2016), serum toplam kolesterol (Zhang ve ark, 2010; Hosseintabar ve ark, 2015; Golrokh ve ark, 2016) ve trigliserit düzeyini azalttığını (Lien ve Horng, 2001; Buyse ve ark, 2001; Xu ve ark, 2003; Zhang ve ark, 2010; Golrokh ve ark, 2016) bildiren çalışmalar vardır.

Bu bölümde yer alan kaynakça aktarımlarında da vurgulandığı gibi DL-metiyonin ve L-karnitin metabolizmada lipolitik etkinliği olan maddelerdir. Etlik piliçlerde vücutta depolanan yağın performans, karkas özellikleri, et kalitesi ve serum lipid profili üzerine doğrudan ya da dolaylı etkileri vardır. Göğüs kasında gözlenen beyaz çizgiler de yağ temelli oluşumlardır. Göğüs kasındaki beyaz çizgi oluşumlarının neden şekillendiği, bu oluşumların beslenme ile ilişkileri veya bunları önlemek/azaltmak için beslemede yapılabilecek değişikliklere yönelik net bilgi birikimi henüz mevcut değildir. Bu noktadan hareketle, tez çalışmasında DL-metiyonin ve/veya L-karnitin göğüs etinde beyaz çizgi oluşumunu azaltmada/önlemede etkinliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 3. GEREÇ ve YÖNTEM

### 3.1. Gereç

Araştırmada kullanılan hayvan ve yem gereçleri hakkındaki bilgiler aşağıda verilmiştir.

#### 3.1.1. Hayvan

Araştırmada hayvan materyali olarak özel bir tavukçuluk işletmesinden (Keskinoğlu Tavukçuluk ve Damızlık İşletmesi San. Tic. A.Ş., Manisa, Türkiye) alınan 480 adet bir günlük yaştaki Ross 308 ticari hibrit erkek etlik civciv kullanıldı.

#### 3.1.2. Yem ve Yem Katkı Maddeleri

Araştırmada kullanılan rasyonlar Ross 308 Ticari Hibrit Besleme Kataloğu'nun (Ross 308, 2014) kesim ağırlığı 2,5-3,0 kg olan hayvanlar için önerdiği farklı besleme dönemlerine (0-10. gün başlangıç, 11-24. gün büyütme, 25-39. gün bitirme 1 ve 40-49. gün bitirme 2) ve bu dönemlerdeki enerji ile besin madde gereksinimlerine uygun olacak şekilde mısır ve soya fasulyesi küspesi temeline dayalı olarak hazırlandı (Tablo 27).

Rasyonları oluşturan yem hammaddeleri Aydın ilinde bulunan özel bir yem fabrikasından (Yöre Yem ve Besin Maddeleri San. ve Tic. A.Ş., Aydın, Türkiye) temin edildi. Rasyonlar hayvanların birer haftalık tüketimlerini karşılayacak miktarda, azdan çoğa doğru ön karışımlar yapılarak hazırlandı. Rasyonların metiyonin düzeyini ayarlamak için %99 saflıktaki DL-metiyoninden (MetAMINO<sup>®</sup>, Evonik Industries AG, Essen, Germany) yararlanıldı. Deneme gruplarında %98 saflıkta olan ve %68 L-karnitin içeren ticari yem katkısı (Canipure<sup>®</sup>, Lonza Ltd., Basel, Switzerland) kullanıldı.

**Tablo 27.** Araştırmada kullanılan rasyonlar

Yem Hammaddesi (%)	Deneme Grupları							
	A Grubu <sup>†</sup>				B Grubu <sup>‡</sup>			
	Başlangıç	Büyütme	Bitirme 1	Bitirme 2	Başlangıç	Büyütme	Bitirme 1	Bitirme 2
Mısır	54,43	55,70	61,60	65,35	54,43	55,70	61,60	65,35
Soya fasulyesi küspesi	39,50	37,50	31,22	28,30	39,50	37,50	31,22	28,30
Bitkisel yağ	2,05	3,27	3,90	3,30	2,05	3,27	3,90	3,30
Dikalsiyum fosfat	1,90	1,65	1,50	1,40	1,90	1,65	1,50	1,40
Kireç taşı	1,28	1,20	1,08	1,07	1,28	1,20	1,08	1,07
DL-metiyonin	0,20	0,16	0,15	0,13	0,20	0,16	0,15	0,13
L-lizin	0,19	0,07	0,10	0,00	0,19	0,07	0,10	0,00
Tuz	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Vitamin-mineral karması*	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
<b>Hesaplama ile bulunan değerler</b>								
ME (Kkal/kg)	3003,2	3104,1	3204,1	3206,1	3003,2	3104,1	3204,1	3206,1
HP (%)	23,07	21,51	19,58	18,38	23,07	21,51	19,58	18,38
Ca (%)	0,96	0,87	0,78	0,75	0,96	0,87	0,78	0,75
Py (%)	0,48	0,43	0,39	0,37	0,48	0,43	0,39	0,37
Metiyonin (%)	0,56	0,51	0,47	0,44	0,56	0,51	0,47	0,44
Lizin (%)	1,44	1,29	1,15	1,00	1,44	1,29	1,15	1,00

\*Vitamin mineral karmasının içeriği; Retinol 9000000 IU/kg, Kolekalsiferol 4000000 IU/kg,  $\alpha$  Tokoferol 50000 mg/kg, Menadion 2000 mg/kg, Tiamin 2000 mg/kg, Riboflavin 5000 mg/kg, Niyasinamid 40000 mg/kg, Pantotenik asit 16000 mg/kg, Piridoksin 2000 mg/kg, Siyanokobalamin 10 mg/kg, Folik asit 1500 mg/kg, D-Biyotin 100 mg/kg, Kolin klorid 25000 mg/kg, Mangan 120000 mg/kg, Demir 40000 mg/kg, Çinko 100000 mg/kg, Bakır 16000 mg/kg, İyot 1250 mg/kg, Kobalt 200 mg/kg, Selenyum 300 mg/kg, Etoksiquin 125000 mg/kg, Kalsiyum karbonat %21.

<sup>†</sup> Rasyonda gereksinim düzeyinde metiyonin kullanılmış ve L-karnitin katkısı yapılmamıştır.

<sup>‡</sup> Rasyonda gereksinim düzeyinde metiyonin kullanılmış ve 100 mg/kg (14,7 g/100kg Canipure<sup>®</sup>) L-karnitin katkısı yapılmıştır.

**Tablo 27 devam.** Araştırmada kullanılan rasyonlar

Yem Hammaddesi (%)	Deneme Grupları							
	C Grubu <sup>†</sup>				D Grubu <sup>‡</sup>			
	Başlangıç	Büyütme	Bitirme 1	Bitirme 2	Başlangıç	Büyütme	Bitirme 1	Bitirme 2
Mısır	54,53	57,36	61,58	65,50	54,53	57,36	61,58	65,50
Soya fasulyesi küspesi	39,20	35,80	31,00	28,04	39,20	35,80	31,00	28,04
Bitkisel yağ	2,10	3,10	4,00	3,30	2,10	3,10	4,00	3,30
Dikalsiyum fosfat	1,90	1,67	1,50	1,40	1,90	1,67	1,50	1,40
Kireç taşı	1,28	1,20	1,10	1,07	1,28	1,20	1,10	1,07
DL-metiyonin	0,34	0,29	0,27	0,24	0,34	0,29	0,27	0,24
L-lizin	0,20	0,13	0,10	0,00	0,20	0,13	0,10	0,00
Tuz	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
Vitamin-mineral karması*	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
<b>Hesaplama ile bulunan değerler</b>								
ME (Kkal/kg)	3003,5	3103,3	3206,8	3204,8	3003,5	3103,3	3206,8	3204,8
HP (%)	23,08	21,58	19,59	18,38	23,08	21,58	19,59	18,38
Ca (%)	0,96	0,87	0,79	0,75	0,96	0,87	0,79	0,75
Py (%)	0,48	0,43	0,39	0,37	0,48	0,43	0,39	0,37
Metiyonin (%)	0,70	0,63	0,59	0,55	0,70	0,63	0,59	0,55
Lizin (%)	1,44	1,29	1,14	0,99	1,44	1,29	1,14	0,99

\*Vitamin mineral karmasının içeriği; Retinol 9000000 IU/kg, Kolekalsiferol 4000000 IU/kg,  $\alpha$  Tokoferol 50000 mg/kg, Menadion 2000 mg/kg, Tiamin 2000 mg/kg, Riboflavin 5000 mg/kg, Niyasinamid 40000 mg/kg, Pantotenik asit 16000 mg/kg, Piridoksin 2000 mg/kg, Siyanokobalamin 10 mg/kg, Folik asit 1500 mg/kg, D-Biyotin 100 mg/kg, Kolin klorid 25000 mg/kg, Mangan 120000 mg/kg, Demir 40000 mg/kg, Çinko 100000 mg/kg, Bakır 16000 mg/kg, İyot 1250 mg/kg, Kobalt 200 mg/kg, Selenyum 300 mg/kg, Etoksiquin 125000 mg/kg, Kalsiyum karbonat %21.

<sup>†</sup> Rasyonda gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde metiyonin kullanılmış ve L-karnitin katkısı yapılmamıştır.

<sup>‡</sup> Rasyonda gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde metiyonin kullanılmış ve 100 mg/kg (14,7 g/100kg Canipure®) L-karnitin katkısı yapılmıştır.

### 3.2. Yöntem

#### 3.2.1. Deneme Deseni

Rasyonların metiyonin ve L-karnitin düzeyleri göz önüne alınarak, araştırmada 2x2 faktöriyel deneme deseni uygulandı (Tablo 28). Çalışmada her birinde 120 adet erkek etlik civciv bulunan dört deneme grubu oluşturuldu. Deneme grupları için her birinde 15 hayvan bulunan sekiz tekrar grubu düzenlendi.

**Tablo 28.** Deneme deseni

Deneme grupları	Rasyonun metiyonin düzeyi	Rasyona L-karnitin katkısı
A grubu	Gereksinim düzeyinde	Yok
B grubu	Gereksinim düzeyinde	100 mg/kg
C grubu	Gereksinim düzeyinin %25 fazlası	Yok
D grubu	Gereksinim düzeyinin %25 fazlası	100 mg/kg

Ross 308 Ticari Hibrit Besleme Kataloğu'nun (Ross 308, 2014) besleme dönemleri için önerdiği toplam ve sindirilebilir metiyonin düzeyleri ile metiyonin düzeyi gereksinimin %25 fazlası kadar arttırılan rasyonların metiyonin düzeyleri Tablo 29'daki gibidir.

**Tablo 29.** Rasyonların metiyonin düzeyleri

Dönem (günler)	Gereksinim düzeyinde		Gereksinim düzeyinin %25 fazlası	
	Toplam (%)	Sindirilebilir (%)	Toplam (%)	Sindirilebilir (%)
Başlangıç (0-10)	0,56	0,51	0,70	0,63
Büyütme (10-24)	0,51	0,47	0,63	0,78
Bitirme 1 (24-39)	0,47	0,43	0,59	0,72
Bitirme 2 (39-49)	0,44	0,40	0,55	0,50

#### 3.2.2. Deneme Hayvanlarının Bakımı

Araştırma Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Kanatlı Araştırma Birimi'nde yürütüldü. Hayvanlar araştırma boyunca boyutları 150x110 cm (1,65 m<sup>2</sup>) olan, altlık malzemesi olarak odun talaşı (8-10 cm yüksekliğinde) kullanılan yer bölmelerinde barındırıldı. Bölme içindeki yerleşim yoğunluğu 0-39. günler arasında 10 hayvan/m<sup>2</sup> iken 39. günde yapılan kesimler sonrasında (39-49. günler arasında) 6 hayvan/m<sup>2</sup>'ye düşmüştür.

Araştırmanın ilk 10 günü plastik civciv yemlikleri, 10-49. günler arasında ise askılı plastik piliç yemlikleri kullanıldı. Çalışma süresince her bölme için eşit sayıda damlalıklı sulama sistemi kullanılarak taze suya ve yeme erişim *ad libitum* olarak sağlandı. Yemlik ve



sulukların boyları hayvanların büyümelerine paralel olarak yükseltildi. Yemlik ve sulukların bölme içindeki konumları çalışma boyunca sabit tutuldu.

Ortam sıcaklığının ayarlanmasında termostatlı elektrikli ısıtıcılardan yararlanıldı. İlk hafta civciv seviyesindeki sıcaklığın  $33\pm 2^{\circ}\text{C}$  olmasına özen gösterildi ve ortam sıcaklığı haftalık olarak ortalama  $2^{\circ}\text{C}$  azaltılarak 7. haftada  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  seviyesine düşürüldü. Aydınlatma gündüz gün ışığından gece ise floresan ampullerden yararlanılarak 24 saat kesintisiz olarak uygulandı. Araştırma ünitesine ilişkin görseller Resimlerde (1.1, 1.2, 1.3, 1.4) verilmiştir.



**Resim 2.1.** Deneme ünitesinin genel görünümü



**Resim 2.2.** Hayvanların barındırıldığı bölmeler



**Resim 2.3.** Araştırmanın başlangıç günü



**Resim 2.4.** Araştırmanın son günü

Araştırma süresince bölmeler günde en az iki kez kontrol edildi. Kontroller sırasında bölme içindeki yemlik ve sulukların durumu incelendi, kümes içi ortalama sıcaklık ve nem düzeyleri kaydedildi. Ölen hayvanların grupları, ağırlıkları, ölüm günleri ve saatleri not edilerek sonraki hesaplamalarda dikkate alındı.

### **3.2.3. Canlı Ağırlık ve Canlı Ağırlık Artışının Belirlenmesi**

Civcivler deneme başlangıcında (0. gün), 10, 24, 39 ve 49. günlerde bireysel olarak tartılarak canlı ağırlıkları belirlendi. Deneme başlangıcı ve 10. günde yapılan tartımlarda 0,1

grama hassas terazi (XP-3000 RS 232, Denver Instrument Co. Ltd., Colorado, USA), diğer tartımlar 1 grama hassas terazi (UWE HGM-20K; Universal Weight Enterprise Co. Ltd., Taipei, Taiwan) ile yapıldı. Canlı ağırlık ortalamaları arasındaki farktan dönemlik canlı ağırlık artışları hesaplandı.

#### **3.2.4. Yem Tüketimi ve Yemden Yararlanma Oranının Belirlenmesi**

Araştırmanın 10, 24, 39 ve 49. günlerinde yemliklerde kalan yem miktarı dönem içerisinde tekrar gruplarına verilen toplam yem miktarından çıkartılarak her tekrar grubunun dönem içinde tükettiği yem miktarı hesaplandı. Bu miktar hayvan sayısına bölünerek hayvanların yem tüketimleri, tekrar gruplarının ve deneme gruplarının ortalama yem tüketimleri belirlendi.

Hayvanların çalışma başlangıcından itibaren iki tartım arasında tükettikleri ortalama yem miktarı, yine bu iki tartım arasında belirlenen canlı ağırlık artışı ortalamasına bölünerek iki tartım arasındaki yemden yararlanma oranı aşağıdaki gibi hesaplandı:

$$\text{Yemden yararlanma oranı} = \frac{\text{İki tartım arasındaki yem tüketimi (g)}}{\text{İki tartım arasındaki canlı ağırlık artışı (g)}}$$

#### **3.2.5. Kesim İşlemi**

Araştırmanın 39. gününde tüm hayvanlar bireysel olarak tartıldıktan sonra her tekrar grubundan beş olmak üzere her grup için 40 hayvan (toplam 160 hayvan) rastgele seçilip numaralandırılmasını takiben kesime gönderildi. Denemenin 49. gününde bireysel tartım sonrası gruplarda kalan tüm hayvanlar numaralandırıldı. Kesim öncesi yeniden tartım yapıldı.

Kesim işlemi; hayvanların başlarının kesilmesi, kanın akıtılması, başlarının ayrılması, su sıcaklığı  $53 \pm 2^\circ\text{C}$  olan haşlama kazanında 120 saniye bekletilmesi, tüylerin makine ile yolunması, ayak ve kanat uçlarının ayrılması ile iç organların çıkartılması şeklinde tamamlandı.

#### **3.2.6. Kan Örneklerinin Alınması, Serum Trigliserit ve Toplam Kolesterol Düzeylerinin Belirlenmesi**

Araştırmanın 49. gününde her tekrar grubundan kesilen ilk beş hayvandan olmak üzere her deneme grubu için toplam 40 kan örneği; kesim sırasında (jugular venler ve carotid

arterlerden) alındı. Alınan kan örnekleri 4000 rpm hızda 15 dakika boyunca santrifüj (NF 200; Nüve Sanayi Malzemeleri İmalat ve Ticaret A.Ş., Ankara, Türkiye) edildi. Santrifüj sonrası tüplerden alınan serum örnekleri 2 mL'lik eppendorf tüplerine aktarılarak daha sonra yapılacak olan serum kolesterol ve trigliserit analizlerinde kullanılmak üzere -20°C'de bekletildi.

Serum trigliserit ve toplam kolesterol düzeyleri ticari test kiti (Erba Diagnostics Mannheim GmbH, Mannheim, Germany) kullanılarak, fotometrik ölçüm yapan yarı otomatik biyokimyasal test cihazı (Chem 5 Plus; Erba Diagnostics Mannheim GmbH, Mannheim, Germany) ile analiz edildi.

### 3.2.7. Sıcak Karkas Randımanının Belirlenmesi

Karkaslar kesim işlemi tamamlandıktan hemen sonra tartılarak sıcak karkas ağırlığı belirlendi. Sıcak karkas ağırlığının kesim ağırlığına bölünmesiyle sıcak karkas randımanı aşağıdaki gibi hesaplandı:

$$\text{Sıcak karkas randımanı (\%)} = \frac{\text{Sıcak karkas ağırlığı (g)}}{\text{Kesim ağırlığı (g)}} \times 100$$

### 3.2.8. Göğüs Eti, Karaciğer ve Abdominal Yağ Ağırlıklarının Belirlenmesi

Kesilen hayvanlara ait abdominal yağ ve karaciğerler 0,1 grama hassas terazide (XP-3000 RS 232; Denver Instrument Co. Ltd., Colorado, USA), derisiz, kemiksiz göğüs etleri 1 grama hassas terazide (UWE HGM-20K; Universal Weight Enterprise Co. Ltd., Taipei, Taiwan) tartılarak ağırlıklar belirlendi. Karın yağı, karaciğer ve göğüs etlerinin görece oranları aşağıdaki gibi hesaplandı.

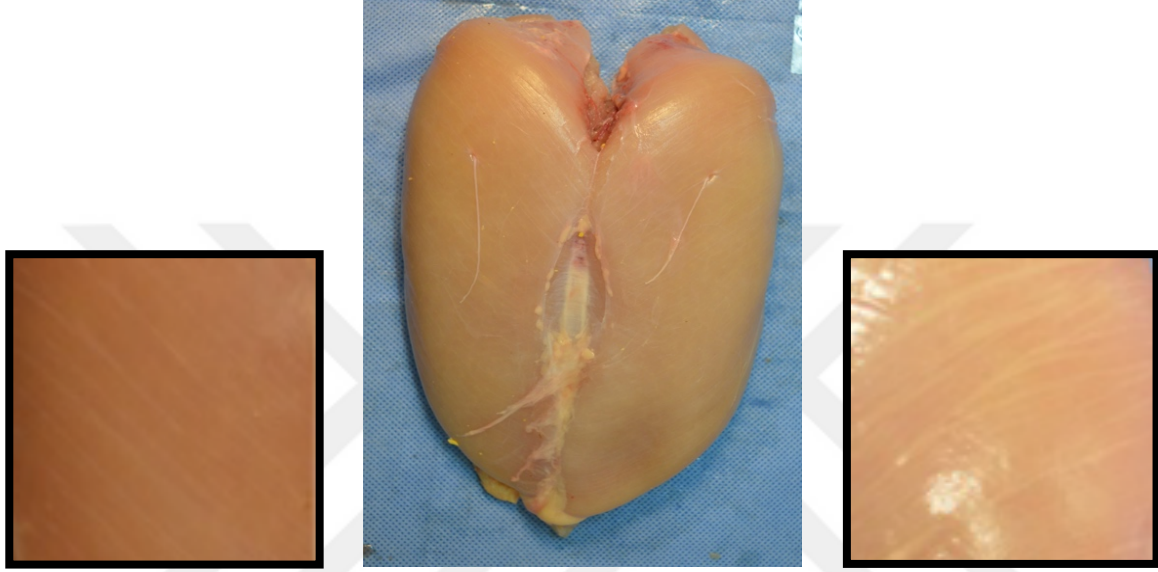
$$\text{Görece karaciğer düzeyi (\%)} = \frac{\text{Karaciğer ağırlığı (g)}}{\text{Canlı ağırlık (g)}} \times 100$$

$$\text{Görece abdominal yağ düzeyi (\%)} = \frac{\text{Karın yağı ağırlığı (g)}}{\text{Canlı ağırlık (g)}} \times 100$$

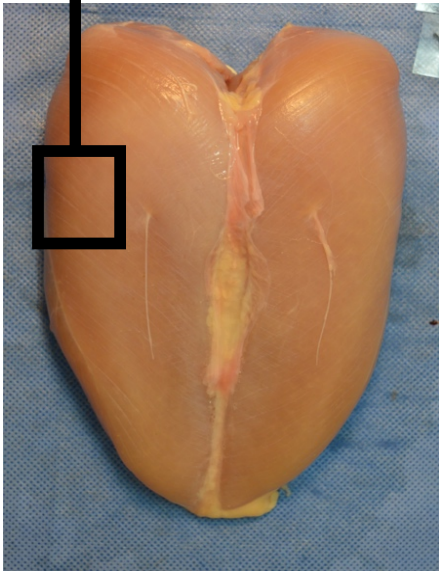
$$\text{Göğüs eti randımanı (\%)} = \frac{\text{Göğüs eti ağırlığı (g)}}{\text{Canlı ağırlık (g)}} \times 100$$

### 3.2.9. Beyaz Çizgi Skorunun Belirlenmesi

Araştırmada 39 ve 49. günde kesilen tüm hayvanların göğüs etleri, kesim işlemi tamamlandıktan sonra karkastan ayrılarak fotoğrafları (D3200; Nikon Co., Tokyo, Japan) çekildi. Fotoğraflar incelenerek göğüs eti üzerindeki çizgilenmeler Kuttappan ve ark. (2013c)'nin belirtmiş olduğu aşağıdaki kriterlere göre skorlandı (Resim 3.1, 3.2, 3.3).



**Resim 3.1.** Skor 0 (çizgi yok):  
Yüzeyinde beyaz çizgi olmayan  
göğüs eti



**Resim 3.2.** Skor 1 (orta şiddetli  
çizgilenme): Yüzeyinde 1 mm'den  
daha ince beyaz çizgiler olan göğüs eti



**Resim 3.3.** Skor 2 (şiddetli çizgilenme):  
Yüzeyinde yaygın gözlenen 1 mm'den  
daha kalın beyaz çizgiler olan göğüs eti

### 3.2.10. Göğüs Eti Kalitesinin Belirlenmesi

Çalışmada göğüs etinde kalite parametreleri olarak pH, renk, su tutma kapasitesi ve pişirme kaybı incelendi.

#### 3.2.10.1. pH

Göğüs eti pH değeri kesim sonrası 15. dakika ve 24. saat olmak üzere iki kez ölçüldü. Kesim sonrası 24. saat ölçümleri için örnekler +4°C'deki soğutucuda (450 NF; Indesit Company S.p.A., Pero, Italy) bekletildi. Ölçümlerde pH 4 ve pH 7 stok çözeltilerinde kalibre edilmiş el tipi pH metre (Testo 205; Testo Inc, Lenzkirch, Germany) kullanıldı. Ölçümler göğüs eti üzerindeki (proximal 1/3) üç farklı bölgeden yaklaşık olarak 2-2,5 cm derinlikten (pH metre probunun göğüs eti dışına çıkmamasına ve kemiğe denk gelmemesine özen gösterilerek) yapıldı. Bu üç farklı değerlerin ortalaması alınarak bu değer, ilgili ölçüm için göğüs eti pH değeri olarak belirlendi.

#### 3.2.10.2. Renk

Et rengi ölçümü için  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  koordinat sistemine göre ölçüm yapan kromametre (Minolta CR400; Konica Minolta Sensing inc., Osaka, Japan) kullanıldı. Yapılan ölçümlerle üç temel renk parametresinin rakamsal olarak belirlendiği bu yöntemde  $L^*$  renk açıklığını ( $L^*=0$  siyah,  $L^*=100$  beyaz),  $a^*$  kırmızı ( $a^*=+60$  kırmızı,  $a^*=-60$  yeşil),  $b^*$  değeri de sarı ( $b^*=+60$  sarı,  $b^*=-60$  mavi) renk indekslerini ifade etmektedir.

Et rengi, soğuk karkaslardan ayrılıp +4°C'deki soğutucuda (450 NF; Indesit Company S.p.A., Pero, Italy) bekletilen derisiz göğüs etleri üzerindeki üç farklı bölgeden kesim sonrası 24, 72 ve 120 saatlerde ölçüldü. Göğüs etlerinin üç farklı bölgesinden alınan renk değerlerinin ortalaması alınarak ilgili ölçüm için göğüs etlerinin  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk değerleri olarak belirlendi.

#### 3.2.10.3. Su tutma kapasitesi

Araştırmanın 39 ve 49. günlerinde kesilen hayvanlardan alınan göğüs eti örnekleri kesim sonrası 24 ve 72. saatlerde yapılan su tutma kapasitesi analizleri için +4°C'deki soğutucuda (450 NF; Indesit Company S.p.A., Pero, Italy) bekletildi. Analizlerde Hamm (1960) tarafından bildirilen basınç metodu kullanıldı.

Analizde kullanılacak 100 cm<sup>2</sup> (10x10 cm) alana sahip olan iki adet kaba filtre kâğıdı tartılarak ilk ağırlıkları kaydedildikten sonra göğüs etlerinden 5 parça halinde alınan (yaklaşık 5 gramlık) örnekler tartılarak filtre kâğıtları arasına yerleştirildi. Filtre kâğıtları arasına koyulan örnekler daha sonra 15x15 cm (225 cm<sup>2</sup>) boyutlarındaki iki adet cam plaka arasına yerleştirildi. Cam plakaların üzerine 2250 gram ağırlık koyularak 10 g/cm<sup>2</sup> basınç oluşturuldu. Örnekler 5 dakika boyunca bu basınç altında bekletildikten sonra ağırlıklar kaldırılarak filtre kâğıtları arasındaki et örnekleri uzaklaştırıldı. Filtre kâğıtları tekrar tartılarak son ağırlıkları kaydedildi. Tartım işlemlerinde 0,0001 grama hassas terazi (TP-214; Denver Instrument Co. Ltd., Colorado, USA) kullanıldı. Göğüs etlerinin su tutma kapasitesi aşağıdaki gibi hesaplandı:

$$\text{Su tutma kapasitesi (\%)} = \frac{\text{Filtre kâğıdının son ağırlığı (g)} - \text{İlk ağırlığı (g)}}{\text{Göğüs eti örneğinin ağırlığı (g)}} \times 100$$

#### 3.2.10.4. Pişirme kaybı

Pişirme kaybı analizi kesim sonrası 24 ve 72. saatlerde Honikel (1998) tarafından bildirilen yöntemle yapıldı. Pişirme kaybının belirlenmesi amacıyla 39 ve 49. günde kesilen tüm hayvanlardan alınan göğüs eti örnekleri +4°C'deki soğutucuda (450 NF; Indesit Company S.p.A., Pero, Italy) bekletildi. Bu amaçla göğüs etinden alınan (20-25 gramlık) örnekler tartıldıktan sonra naylon poşet içerisine koyuldu. Poşetlerin ağızları su girişi engellenecek biçimde kapatıldıktan sonra içindeki örnekler sıcaklığı 75°C olan su banyosunda (NB 20; Nüve Sanayi Malzemeleri İmalat ve Ticaret A.Ş., Ankara, Türkiye) 45 dakika pişirildi. Pişirme sonrası et örnekleri önce akan su altında, daha sonra +4°C'de soğutuldu. Soğuyan et örnekleri poşetlerinden çıkartılarak kağıt havluyla kurutulup tekrar tartıldı. Pişirme kaybı, et örneklerinin pişirme öncesi ve sonrası ağırlıkları arasındaki farkın, pişirme öncesi ağırlığa oranı olarak aşağıdaki gibi hesaplandı:

$$\text{Pişirme kaybı (\%)} = \frac{\text{Pişirme öncesi ağırlık (g)} - \text{Pişirme sonrası ağırlık (g)}}{\text{Pişirme öncesi ağırlık (g)}} \times 100$$

### **3.2.11. Göğüs Eti Besin Madde Bileşiminin Belirlenmesi**

Araştırma sonunda (49. gün) gereksinim düzeyinde metiyonin ile beslenen ve rasyonlarına L-karnitin katkısı yapılmayan gruptan 15 adet orta şiddetli beyaz çizgi bulunan ve 15 adet beyaz çizgi bulunmayan göğüs eti örneği alındı. Analizler için göğüs etinin proksimal 1/3'lük kısmından örnekler alındı. Göğüs etlerinin besin madde bileşiminin (nem, kül, protein ve yağ) belirlenmesinde Association of Official Agricultural Chemists (AOAC)'deki metodlar kullanıldı (AOAC 2012).

### **3.2.12. İstatistiksel Analizler**

Araştırmada elde edilen performans (canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı), karkas özellikleri (sıcak karkas ağırlığı, göğüs eti ağırlığı, abdominal yağ ağırlığı, karaciğer ağırlığı, sıcak karkas randımanı, göğüs eti randımanı, görece abdominal yağ düzeyi ve görece karaciğer düzeyi) ve göğüs eti kalite özelliklerine (pH, su tutma kapasitesi, pişirme kaybı, renk) ilişkin verilerde GLM (General Linear Model) prosedürü, göğüs eti beyaz çizgi skoru verilerinde Kruskal-Wallis testi, farklı beyaz çizgi yoğunluğuna sahip göğüs etlerinin besin madde (nem, kül, protein ve yağ) düzeylerine ilişkin verilerde ise Student-t Testi kullanılarak SPSS 22.0 (Inc., Chicago, II, USA) paket programı ile istatistik analizler yapıldı (Özdamar 2004).

## 4. BULGULAR

Bu bölümde; yapılan çalışma sonunda elde edilen performans (canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı), göğüs etinde beyaz çizgi yoğunluğu, karkas özellikleri (karkas ağırlığı, göğüs eti ağırlığı, abdominal yağ ağırlığı, karaciğer ağırlığı, sıcak karkas randımanı, göğüs eti randımanı, görece abdominal yağ düzeyi ve görece karaciğer düzeyi), serum trigliserit ve kolesterol düzeyleri, göğüs eti kalitesi özellikleri (su tutma kapasitesi, pişirme kaybı, pH, renk) ve farklı beyaz çizgi yoğunluğuna sahip göğüs etlerinde besin madde bileşimine (nem, kül, yağ, protein) ilişkin bulgular tablolarda yukarıda belirtilen sıra ile sunulmuştur.

### 4.1. Performans

#### 4.1.1. Canlı Ağırlık

Etlik piliçlerin rasyonlarına L-karnitin (100 mg/kg) ve/veya yetiştirme dönemi gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde DL-metiyonin katkısı yapılması ya da yapılmamasının canlı ağırlık ortalamaları üzerine olan etkilerine ilişkin bulgular olarak Tablo 30.1'de, etkileri incelenen katkı maddelerinin etki payları Tablo 30.2'de gösterilmiştir.

Rasyonlara L-karnitin katılmasının dönemlik canlı ağırlık ortalamaları üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Tüm deneme boyunca en yüksek canlı ağırlık ortalamaları, rasyonda yetiştirme dönemi gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde metiyonin katkısında gözlenmiştir. Metiyoninin gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde kullanılmasının 10. gün canlı ağırlık ortalamasını önemli düzeyde arttırdığı ( $P<0,05$ ), 39. canlı ağırlık ortalamasını ise artırma eğiliminde olduğu ( $P=0,074$ ) belirlenmiştir.

Çalışmada L-karnitin x metiyonin etkileşiminin dönemlik canlı ağırlık ortalamaları üzerine bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir.

Faktörlerin etki payları değerlendirildiğinde, rasyona gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde metiyonin katılmasının canlı ağırlık ortalamasını her dönemde attırdığı, L-karnitin katkısının 49. gün dışında canlı ağırlık ortalaması üzerine olumlu etki gösterdiği saptanmıştır.





**Tablo 30.2.** Canlı ağırlık (g) üzerine etkisi incelenen faktörlerin etki payları

	Günler							
	10. gün		24. gün		39. gün		49. gün	
n	480		479		477		314	
Beklenen ortalama	239,28		1119,30		2510,48		3215,97	
Faktörler	n	Etki payı	n	Etki payı	n	Etki payı	n	Etki payı
<b>Metiyonin katkısı</b>								
%0*	240	-4,649	240	-15,958	239	-26,060	157	-33,586
%25†	240	+4,649	239	+15,958	238	+26,060	157	+33,586
<b>L-Karnitin katkısı</b>								
0 mg/kg	240	-3,515	240	-3,491	239	-0,182	157	+1,010
100 mg/kg	240	+3,525	239	+3,491	238	+0,182	157	-1,010

Rasyon metiyonininin \* gereksinim düzeyinde ve † gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

#### 4.1.2. Canlı Ağırlık Artışı

Araştırmada etlik piliçlerin canlı ağırlık artışları Tablo 31.1’de ve etkisi incelenen faktörlerin etki payları Tablo 31.2’de verilmiştir.

Gereksinim düzeyinin %25’i üzerinde metiyonin katkısının tüm dönemlerde daha yüksek canlı ağırlık artışı sağladığı gözlemlenirse de bu fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Rasyonlara 100 mg/kg L-karnitin katılmasının, yetiştirme dönemlerinde canlı ağırlık artışı üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Metiyonin x L-karnitin etkileşiminin canlı ağırlık artışı üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

İlgili faktörlerin etki payları değerlendirildiğinde rasyona gereksinim düzeyinin %25’i üzerinde metiyonin katkısının tüm dönemlerde, L-karnitin katkısının ise 25-39. gün (bitirme 1) dışındaki dönemlerde canlı ağırlık artışı üzerine olumlu etkilerinin olduğu görülmektedir. İncelenen dönemlerde (40-49. günler dışında) metiyoninin canlı ağırlık artışı üzerine olan olumlu etkisinin L-karnitine göre daha fazla olduğu gözlemlenmiştir.



**Tablo 31.2.** Canlı ağırlık artışı (g) üzerine etkisi incelenen faktörlerin etki payları

	<b>Günler</b>									
	<b>0 – 10. gün</b>		<b>11 – 24. gün</b>		<b>25 – 39. gün</b>		<b>40 – 49. gün</b>		<b>0 – 49. gün</b>	
<b>n</b>	32		32		32		32		32	
<b>Beklenen ortalama</b>	205,856		880,154		1398,832		705,151		3189,993	
<b>Faktörler</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>
<b>Metiyonin katkısı</b>										
<b>%0*</b>	16	-4,652	16	-11,438	16	-11,589	16	-2,205	16	-29,883
<b>%25†</b>	16	+4,652	16	+11,438	16	+11,589	16	+2,205	16	+29,883
<b>L-Karnitin katkısı</b>										
<b>0 mg/kg</b>	16	-3,856	16	-0,106	16	+4,621	16	-7,057	16	-6,057
<b>100 mg/kg</b>	16	+3,856	16	+0,106	16	-4,621	16	+7,057	16	+6,057

Rasyon metiyonininin \* gereksinim düzeyinde ve † gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

### 4.1.3. Yem Tüketimi

Araştırmada incelenen faktörlerin deneme gruplarının yetiştirme dönemlerine göre yem tüketimi ortalamalarına olan etkileri Tablo 32.1’de yem tüketimi üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları Tablo 32.2’de gösterilmiştir.

Gereksinim düzeyinin %25 üzerinde kullanılan metiyoninin 11-24. günler arasında (büyütme dönemi) yem tüketimini arttırdığı ( $P<0,05$ ), diğer dönemlerde ise yem tüketimi üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Rasyonda L-karnitin varlığının 0-10. günler (başlangıç dönemi) ve 40-49. günler (bitirme 2 dönemi) arasında yem tüketimini düşürme eğiliminde olduğu (sırası ile  $P=0,063$  ve  $P=0,089$ ) görülse de bu faktörün dönemlik yem tüketimi ortalamalarına etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı saptanmıştır.

İlgili faktörlerin etkileşiminin yem tüketimini etkilemediği gözlenmiştir.

Faktörlerin etki payları dönemler arasında dalgalanma göstermektedir. Yetiştirme periyodu (0-49 gün) boyunca olan etkileri göz önüne alındığında L-karnitin varlığının yem tüketimini düşürdüğü, gereksinim düzeyinin üzerinde kullanılan metiyoninin ise yem tüketimini arttırdığı gözlemlenmiştir.



**Tablo 32.2.** Yem tüketimi (g) üzerine etkisi incelenen faktörlerin etki payları

	<b>Günler</b>									
	<b>0 – 10. gün</b>		<b>11 – 24. gün</b>		<b>25 – 39. gün</b>		<b>40 – 49. gün</b>		<b>0 – 49. gün</b>	
<b>n</b>	32		32		32		32		32	
<b>Beklenen ortalama</b>	269,617		1192,639		2393,660		1910,157		5766,073	
	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>
<b>Metiyonin katkısı</b>										
<b>%0*</b>	16	+3,188	16	-21,032	16	+2,021	16	-7,097	16	-22,920
<b>%25†</b>	16	-3,188	16	+21,032	16	-2,021	16	+7,097	16	+22,920
<b>L-Karnitin katkısı</b>										
<b>0 mg/kg</b>	16	+4,410	16	-2,836	16	+4,009	16	+26,873	16	+32,457
<b>100 mg/kg</b>	16	-4,410	16	+2,836	16	-4,009	16	-26,873	16	-32,457

Rasyon metiyonininin \* gereksinim düzeyinde ve † gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.



#### 4.1.4. Yemden Yararlanma Oranı

Çalışmada kullanılan etlik piliçlerin yetiştirme dönemlerine göre yemden yararlanma oranları Tablo 33.1’de, yemden yararlanma oranı üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları ise Tablo 33.2’de gösterilmiştir.

Gereksinim düzeyinin %25’i üzerinde kullanılan DL-metiyonin ilk 10 günlük (başlangıç) dönemde yemden yararlanma oranını iyileştirdiği ( $P<0,05$ ) belirlenmiştir.

Benzer şekilde araştırmanın ilk 10 günlük (başlangıç) döneminde rasyona L-karnitin (100 mg/kg) katkısının da yemden yararlanma oranını iyileştirdiği ( $P<0,05$ ), diğer dönemlerde ise etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Tüm deneme dönemi (0-49. gün) değerlendirildiğinde rasyona L-karnitin (100 mg/kg) ilavesinin yemden yararlanma oranını iyileştirdiği ( $P<0,05$ ), DL-metiyonin gereksinim düzeyinin %25’i üzerinde kullanılmasının ise yemden yararlanma oranını iyileştirme eğilimi gösterdiği ( $P=0,064$ ) gözlemlenmiştir.

Faktörlerin etkileşimleri dönemlik olarak değerlendirildiğinde istatistiksel önem bulunmamış, ancak tüm deneme dönemi (0-49 gün) göz önüne alındığında faktörlerin etkileşiminin yemden yararlanma oranını iyileştirdiği ( $P<0,05$ ) saptanmıştır.

Faktörlerin etki payları incelendiğinde L-karnitin katkısının 0-10. (başlangıç), 40-49. (bitirme 2) ve 0-49. (tüm deneme dönemi) günler arasında yemden yararlanma oranı üzerine olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir. Gereksinim düzeyinin %25’i üzerinde verilen DL-metiyoninin ise 10-24. günler (büyütme) arasındaki dönem dışında yemden yararlanma oranı üzerine olumlu etki gösterdiği belirlenmiştir.

**Tablo 33.1.** Araştırma gruplarının yetiştirme dönemlerindeki ortalama yemden yararlanma oranları (kg yem tüketimi/kg canlı ağırlık artışı)

Faktörler	n	Günler									
		0 – 10. gün		11 – 24. gün		25 – 39. gün		40 – 49. gün		0 – 49. gün	
		$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$
<b>Beklenen ortalama</b>	32	1,319	0,022	1,355	0,004	1,713	0,009	2,729	0,041	1,808	0,005
<b>Metiyonin katkısı</b>											
<b>%0*</b>	16	1,372	0,031	1,349	0,005	1,729	0,013	2,731	0,058	1,818	0,007
<b>%25†</b>	16	1,266	0,031	1,361	0,005	1,697	0,013	2,727	0,058	1,799	0,007
<b>L-Karnitin katkısı</b>											
<b>0 mg/kg</b>	16	1,365	0,031	1,351	0,005	1,711	0,013	2,792	0,058	1,823	0,007
<b>100 mg/kg</b>	16	1,274	0,031	1,358	0,005	1,716	0,013	2,666	0,058	1,794	0,007
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>											
<b>%0 – 0 mg/kg</b>	8	1,441	0,043	1,341	0,007	1,738	0,019	2,832	0,082	1,845	0,010
<b>%25 – 0 mg/kg</b>	8	1,289	0,043	1,361	0,007	1,684	0,019	2,751	0,082	1,801	0,010
<b>%0 – 100 mg/kg</b>	8	1,304	0,043	1,356	0,007	1,721	0,019	2,629	0,082	1,791	0,010
<b>%25 – 100 mg/kg</b>	8	1,244	0,043	1,360	0,007	1,710	0,019	2,702	0,082	1,796	0,010
		<b>P değeri</b>									
<b>Metiyonin</b>		0,021		0,124		0,091		0,964		0,064	
<b>L-Karnitin</b>		0,045		0,366		0,790		0,135		0,007	
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>		0,296		0,124		0,262		0,353		0,022	
<b>R<sup>2</sup></b>		0,216		0,047		0,045		0,008		0,329	

Rasyon metiyonininin \* gereksinim düzeyinde ve † gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

**Tablo 33.2.** Yemden yararlanma oranı (kg yem tüketimi/kg canlı ağırlık artışı) üzerine etkisi incelenen faktörlerin etki payları

	<b>Günler</b>									
	<b>0 – 10. gün</b>		<b>11 – 24. gün</b>		<b>25 – 39. gün</b>		<b>40 – 49. gün</b>		<b>0 – 49. gün</b>	
<b>n</b>	32		32		32		32		32	
<b>Beklenen ortalama</b>	1,319		1,355		1,713		2,729		1,808	
	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>
<b>Metiyonin katkısı</b>										
<b>%0*</b>	16	+0,053	16	-0,006	16	+0,016	16	+0,022	16	+0,010
<b>%25†</b>	16	-0,053	16	+0,006	16	-0,016	16	-0,022	16	-0,010
<b>L-Karnitin katkısı</b>										
<b>0 mg/kg</b>	16	+0,046	16	-0,003	16	-0,002	16	+0,063	16	+0,015
<b>100 mg/kg</b>	16	-0,046	16	+0,003	16	+0,002	16	-0,063	16	-0,015

Rasyon metiyonininin \*gereksinim düzeyinde ve †gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

## 4.2. Beyaz Çizgi Görülme Oranı

Araştırmanın farklı dönemlerinde (39. ve 49. gün) kesilen hayvanların göğüs etlerinde gözlemlenen beyaz çizgi yoğunluğuna ilişkin skorlama Tablo 34’te verilmiştir. Deneme gruplarından kesilen tüm hayvanlar göz önüne alındığında beyaz çizgi görülme oranı 39. günde %53,55, 49. günde %52,86 olarak bulunmuştur.

Çalışmanın 39. ve 49. günlerinde normal (skor 0), orta şiddetli (skor 1) ve şiddetli (skor 2) beyaz çizgili göğüs etine sahip hayvanların görülme oranı bakımından gruplar arasında istatistiksel fark bulunmamıştır.



**Tablo 34.** Deneme gruplarında farklı günlerdeki beyaz çizgi görülme oranları

39. gün							
Faktörler	n	Beyaz çizgi görülme sayısı ve oranı				$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$
		0	1	2	T		
Kontrol	40	18 (%45,0)	20 (%50,0)	2 (%5,0)	22 (%55,0)	0,60	0,093
Metiyonin <sup>*</sup>	40	19 (%47,5)	20 (%50,0)	1 (%2,5)	21 (%52,5)	0,55	0,087
L-Karnitin <sup>†</sup>	40	18 (%45,0)	20 (%50,0)	2 (%5,0)	22 (%55,0)	0,60	0,093
Metiyonin <sup>*</sup> + L-Karnitin <sup>†</sup>	40	19 (%47,5)	19 (%47,5)	2 (%5,0)	21 (%52,5)	0,58	0,094
P				0,984			
49. gün							
Faktörler	n	Beyaz çizgi görülme sayısı ve oranı				$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$
		0	1	2	T		
Kontrol	79	36 (%45,6)	40 (%50,6)	3 (%3,8)	43 (%54,4)	0,58	0,064
Metiyonin <sup>*</sup>	78	39 (%50,0)	38 (%48,7)	1 (%1,3)	39 (%50,0)	0,51	0,060
L-Karnitin <sup>†</sup>	78	37 (%47,4)	39 (%50,0)	2 (%2,6)	41 (%52,6)	0,55	0,062
Metiyonin <sup>*</sup> + L-Karnitin <sup>†</sup>	79	36 (%45,6)	42 (%53,2)	1 (%1,2)	43 (%54,4)	0,56	0,059
P				0,911			

\* Rasyon metiyonininin gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

†100 mg/kg L-karnitin

### 4.3. Karkas Özellikleri

Araştırmada kesilen hayvanların sıcak karkas, göğüs eti, abdominal yağ ve karaciğer ağırlıkları Tablo 35.1 (39. gün) ve Tablo 37.1'de (49. gün) verilmiştir. Sıcak karkas randımanı, göğüs eti randımanı, görel abdominal yağ düzeyi ve görel karaciğer oranı Tablo 36.1 (39. gün) ve Tablo 38.1'de (49. gün) belirtilmiştir. Araştırmada incelenen faktörlerin ağırlıklar üzerine olan etki payları Tablo 35.2 (39. gün) ve Tablo 37.2'de (49. gün), sıcak karkas randımanı, göğüs eti randımanı, görel abdominal yağ düzeyi ve görel karaciğer düzeyi üzerine olan etki payları ise Tablo 36.2 (39. gün) ve Tablo 38.2'de (49. gün) gösterilmiştir.

Etkisi incelenen faktörlerin sıcak karkas ağırlığı ve sıcak karkas randımanını etkilemediği belirlenmiştir.

Rasyona gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde metiyoninin katılmasının 39. gün göğüs eti ağırlığı ve göğüs eti randımanı üzerine etkisinin olmadığı, 49. günde ise hem göğüs eti ağırlığı hem de göğüs eti randımanını arttırdığı ( $P<0,05$ ) saptanmıştır. L-karnitin katkısının ne 39. günde ne de 49. günde göğüs eti ağırlığı ve randımanı üzerine etkisi olmamıştır.

L-karnitin ve gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde kullanılan metiyoninin abdominal yağ ağırlığı ve görel abdominal yağ düzeyini düşürdüğü gözlenirse de bu etki istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Faktörlerin 39. gün karaciğer ağırlığı ve görel karaciğer düzeyi üzerine etkisi gözlenmezken, L-karnitin katkısının 49. günde karaciğer ağırlığını azalttığı ( $P=0,05$ ) ancak görel karaciğer düzeyi üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Rasyon metiyonin düzeyinin 49. gün karaciğer ağırlığı ve görel karaciğer düzeyini etkilemediği belirlenmiştir.

Araştırmada metiyonin x L-karnitin etkileşiminin karkas özellikleri üzerine etkisi olmamıştır.

Faktörlerin etki payları incelendiğinde rasyonda ilave metiyonin kullanılmasının sıcak karkas ağırlığı, göğüs eti ağırlığı, sıcak karkas randımanı ve göğüs eti randımanını arttırdığı, abdominal yağ ağırlığını ve görel abdominal yağ düzeyini azalttığı görülmektedir. Rasyona L-karnitin katılmasının ise sıcak karkas ağırlığını, görel karaciğer düzeyini, abdominal yağ ağırlığını ve görel abdominal yağ düzeyini azalttığı belirlenmiştir.

**Tablo 35.1.** Araştırma gruplarının (39. gün) sıcak karkas, göğüs eti, abdominal yağ ve karaciğer ağırlığı ortalamaları (g)

Faktörler	n	Sıcak karkas		Göğüs eti		Abdominal yağ		Karaciğer	
		$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$
<b>Beklenen ortalama</b>	160	2008,844	9,770	596,221	4,718	35,588	0,587	47,521	0,524
<b>Metiyonin katkısı</b>									
<b>%0*</b>	80	2001,300	13,817	589,634	6,672	35,753	0,830	47,079	0,741
<b>%25<sup>†</sup></b>	80	2016,388	13,817	602,809	6,672	35,424	0,830	47,963	0,741
<b>L-Karnitin katkısı</b>									
<b>0 mg/kg</b>	80	2020,150	13,817	597,900	6,672	36,170	0,830	47,922	0,741
<b>100 mg/kg</b>	80	1997,538	13,817	594,542	6,672	35,006	0,830	47,119	0,741
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>									
<b>%0 – 0 mg/kg</b>	40	2009,000	19,541	589,737	9,436	36,363	1,174	47,147	1,048
<b>%25 – 0 mg/kg</b>	40	2031,300	19,541	606,063	9,436	35,978	1,174	48,698	1,048
<b>%0 – 100 mg/kg</b>	40	1993,600	19,541	589,530	9,436	35,143	1,174	47,010	1,048
<b>%25 – 100 mg/kg</b>	40	2001,475	19,541	599,555	9,436	34,870	1,174	47,228	1,048
					<b>P değeri</b>				
<b>Metiyonin</b>		0,441		0,165		0,780		0,400	
<b>L-Karnitin</b>		0,249		0,722		0,323		0,444	
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>		0,713		0,739		0,962		0,526	
<b>R<sup>2</sup></b>		-0,006		-0,005		-0,012		-0,008	

Rasyon metiyonininin \* gereksinim düzeyinde ve <sup>†</sup> gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

**Tablo 35.2.** Sıcak karkas, göğüs eti, abdominal yağ ve karaciğer ağırlığı (g) üzerine etkileri incelenen faktörlerin (39. gün) etki payları

	<b>Sıcak karkas</b>		<b>Göğüs eti</b>		<b>Abdominal yağ</b>		<b>Karaciğer</b>	
<b>n</b>	160		160		160		160	
<b>Beklenen ortalama</b>	2008,844		596,221		35,588		47,521	
<b>Faktörler</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>
<b>Metiyonin katkısı</b>								
<b>%0*</b>	80	-7,544	80	-6,598	80	+0,164	80	-0,442
<b>%25†</b>	80	+7,544	80	+6,598	80	-0,164	80	+0,442
<b>L-Karnitin katkısı</b>								
<b>0 mg/kg</b>	80	+11,306	80	+1,679	80	+0,582	80	+0,402
<b>100 mg/kg</b>	80	-11,306	80	-1,679	80	-0,582	80	-0,402

Rasyon metiyonininin \*gereksinim düzeyinde ve †gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.



**Tablo 36.1.** Araştırma gruplarının (39. gün) sıcak karkas randımanı, göğüs eti randımanı, görel abdominal yağ düzeyi ve görel karaciğer düzeyi ortalamaları (%)

Faktörler	n	Sıcak karkas randımanı		Göğüs eti randımanı		Görel abdominal yağ düzeyi		Görel karaciğer düzeyi	
		$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$
<b>Beklenen ortalama</b>	160	71,729	0,161	21,275	0,127	1,270	0,200	1,697	0,017
<b>Metiyonin katkısı</b>									
<b>%0*</b>	80	71,725	0,228	21,113	0,180	1,281	0,028	1,688	0,024
<b>%25†</b>	80	71,734	0,228	21,443	0,180	1,259	0,028	1,705	0,024
<b>L-Karnitin katkısı</b>									
<b>0 mg/kg</b>	80	71,727	0,228	21,217	0,180	1,283	0,028	1,700	0,024
<b>100 mg/kg</b>	80	71,731	0,228	21,333	0,180	1,258	0,028	1,693	0,024
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>									
<b>%0 – 0 mg/kg</b>	40	71,716	0,323	21,030	0,255	1,299	0,040	1,684	0,034
<b>%25 – 0 mg/kg</b>	40	71,738	0,323	21,403	0,255	1,266	0,040	1,717	0,034
<b>%0 – 100 mg/kg</b>	40	71,733	0,323	21,197	0,255	1,264	0,040	1,692	0,034
<b>%25 – 100 mg/kg</b>	40	71,729	0,323	21,469	0,255	1,251	0,040	1,693	0,034
<b>P değeri</b>									
<b>Metiyonin</b>			0,978		0,207		0,575		0,619
<b>L-Karnitin</b>			0,990		0,649		0,529		0,819
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>			0,968		0,844		0,800		0,645
<b>R<sup>2</sup></b>			-0,019		-0,007		-0,014		-0,016

Rasyon metiyonininin \*gereksinim düzeyinde ve †gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

**Tablo 36.2.** Sıcak karkas randımanı, göğüs eti randımanı, görel abdominal yağ düzeyi ve görel karaciğer düzeyi (%) üzerine etkileri incelenen faktörlerin (39. gün) etki payları

	Sıcak karkas randımanı		Göğüs eti randımanı		Görel abdominal yağ düzeyi		Görel karaciğer düzeyi	
<b>n</b>	160		160		160		160	
<b>Beklenen ortalama</b>	71,729		21,275		1,270		1,697	
<b>Faktörler</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>
<b>Metiyonin katkısı</b>								
<b>%0*</b>	80	-0,004	80	-0,162	80	+0,011	80	-0,009
<b>%25†</b>	80	+0,004	80	+0,162	80	-0,011	80	+0,009
<b>L-Karnitin katkısı</b>								
<b>0 mg/kg</b>	80	-0,002	80	-0,058	80	+0,013	80	+0,004
<b>100 mg/kg</b>	80	+0,002	80	+0,058	80	-0,013	80	-0,004

Rasyon metiyonininin \* gereksinim düzeyinde ve † gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

**Tablo 37.1.** Araştırma gruplarının (49. gün) karkas, göğüs eti, abdominal yağ ve karaciğer ağırlığı ortalamaları (g)

Faktörler	n	Sıcak karkas		n	Göğüs eti		n	Abdominal yağ		n	Karaciğer	
		$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$		$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$		$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$		$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$
<b>Beklenen ortalama</b>	160	2529,431	17,005	314	725,138	6,469	160	46,213	1,052	160	60,044	0,850
<b>Metiyonin katkısı</b>												
<b>%0*</b>	80	2510,725	24,049	157	710,265	9,148	80	46,838	1,487	80	60,325	1,202
<b>%25<sup>†</sup></b>	80	2548,138	24,049	157	740,010	9,148	80	45,588	1,487	80	59,763	1,202
<b>L-Karnitin katkısı</b>												
<b>0 mg/kg</b>	80	2543,813	24,049	157	724,414	9,148	80	47,900	1,487	80	61,725	1,202
<b>100 mg/kg</b>	80	2515,050	24,049	157	725,861	9,148	80	44,525	1,487	80	58,363	1,202
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>												
<b>%0 – 0 mg/kg</b>	40	2512,500	34,010	79	705,392	12,896	40	49,650	2,103	40	61,125	1,701
<b>%25 – 0 mg/kg</b>	40	743,436	34,010	78	743,436	12,978	40	46,150	2,103	40	62,325	1,701
<b>%0 – 100 mg/kg</b>	40	715,138	34,010	78	715,138	12,978	40	44,025	2,103	40	59,525	1,701
<b>%25 – 100 mg/kg</b>	40	736,584	34,010	79	736,584	12,896	40	45,025	2,103	40	57,200	1,701
<b>P değeri</b>												
<b>Metiyonin</b>		0,399			0,022			0,553			0,741	
<b>L-Karnitin</b>		0,273			0,911			0,111			0,050	
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>		0,460			0,522			0,286			0,302	
<b>R<sup>2</sup></b>		-0,003			0,009			0,007			0,013	

Rasyon metiyonininin \* gereksinim düzeyinde ve <sup>†</sup> gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

**Tablo 37.2.** Sıcak karkas, göğüs eti, abdominal yağ ve karaciğer ağırlığı (g) üzerine etkileri incelenen faktörlerin (49. gün) etki payları

	<b>Sıcak karkas</b>		<b>Göğüs eti</b>		<b>Abdominal yağ</b>		<b>Karaciğer</b>	
<b>n</b>	160		314		160		160	
<b>Beklenen ortalama</b>	2529,431		725,138		46,213		60,044	
<b>Faktörler</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>
<b>Metiyonin katkısı</b>								
<b>%0*</b>	80	-18,706	157	-18,706	80	+0,626	80	+0,281
<b>%25†</b>	80	+18,706	157	+18,706	80	-0,625	80	-0,281
<b>L-Karnitin katkısı</b>								
<b>0 mg/kg</b>	80	+14,381	157	+0,723	80	+1,688	80	-1,681
<b>100 mg/kg</b>	80	-14,381	157	-0,723	80	-1,688	80	+1,681

Rasyon metiyonininin \*gereksinim düzeyinde ve †gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

**Tablo 38.1.** Araştırma gruplarının (49. gün) sıcak karkas randımanı, göğüs eti randımanı, görel abdominal yağ düzeyi ve görel karaciğer düzeyi ortalamaları (%)

Faktörler	n	Sıcak karkas randımanı		n	Göğüs eti randımanı		n	Görel abdominal yağ düzeyi		n	Görel karaciğer düzeyi	
		$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$		$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$		$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$		$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$
<b>Beklenen ortalama</b>	160	73,893	0,112	314	22,478	0,102	160	1,346	0,028	160	1,753	0,022
<b>Metiyonin katkısı</b>												
<b>%0*</b>	80	73,882	0,158	157	22,243	0,145	80	1,380	0,039	80	1,778	0,032
<b>%25<sup>†</sup></b>	80	73,904	0,158	157	22,712	0,145	80	1,312	0,039	80	1,728	0,032
<b>L-Karnitin katkısı</b>												
<b>0 mg/kg</b>	80	73,896	0,158	157	22,482	0,145	80	1,390	0,039	80	1,793	0,032
<b>100 mg/kg</b>	80	73,904	0,158	157	22,473	0,145	80	1,302	0,039	80	1,714	0,032
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>												
<b>%0 – 0 mg/kg</b>	40	73,887	0,233	79	22,247	0,204	40	1,464	0,055	40	1,802	0,045
<b>%25 – 0 mg/kg</b>	40	73,905	0,233	78	22,718	0,206	40	1,315	0,055	40	1,783	0,045
<b>%0 – 100 mg/kg</b>	40	73,877	0,233	78	22,240	0,206	40	1,295	0,055	40	1,755	0,045
<b>%25 – 100 mg/kg</b>	40	73,904	0,233	79	22,705	0,204	40	1,309	0,055	40	1,674	0,045
<b>P değeri</b>												
<b>Metiyonin</b>		0,919			0,023			0,225			0,486	
<b>L-Karnitin</b>		0,963			0,981			0,116			0,080	
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>		0,987			0,983			0,144			0,486	
<b>R<sup>2</sup></b>		-0,007			0,007			0,019			0,011	

Rasyon metiyonininin \* gereksinim düzeyinde ve <sup>†</sup> gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

**Tablo 38.2.** Sıcak karkas randımanı, göğüs eti randımanı, görel abdominal yağ düzeyi ve görel karaciğer düzeyi (%) üzerine etkileri incelenen faktörlerin (49. gün) etki payları

	Sıcak karkas randımanı		Göğüs eti randımanı		Görel abdominal yağ düzeyi		Görel karaciğer düzeyi	
<b>n</b>	160		314		160		160	
<b>Beklenen ortalama</b>	<b>73,893</b>		22,478		1,346		1,753	
<b>Faktörler</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>
<b>Metiyonin katkısı</b>								
<b>%0*</b>	80	-0,011	157	-0,023	80	+0,034	80	+0,025
<b>%25†</b>	80	+0,011	157	+0,023	80	-0,034	80	-0,025
<b>L-Karnitin katkısı</b>								
<b>0 mg/kg</b>	80	+0,003	157	+0,005	80	+0,044	80	+0,039
<b>100 mg/kg</b>	80	-0,003	157	-0,005	80	-0,044	80	-0,039

Rasyon metiyonininin \*gereksinim düzeyinde ve †gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

#### 4.4. Serum Trigliserit ve Toplam Kolesterol Düzeyleri

Araştırmanın 49. gününde kesilen hayvanların serum trigliserit ve kolesterol düzeyleri Tablo 39.1’de, etkisi incelenen faktörlerin etki payları Tablo 39.2’de gösterilmiştir.

Gereksinim düzeyinde metiyonin ile beslenen ve rasyonlarına L-karnitin katkısı yapılmayan grubun serum trigliserit ve kolesterol düzeylerinin diğer gruplara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Rasyona gereksinim düzeyinin %25 üzerinde metiyonin katılmasının serum trigliserit ve kolesterol düzeylerini düşürdüğü gözlene de bu fark istatistiksel olarak önemlilik göstermemektedir. Benzer şekilde etlik piliç rasyonlarına 100 mg/kg L-karnitin katılmasının serum trigliserit ve kolesterol düzeylerini azaltıcı etki gösterdiği, ancak yalnız serum kolesterol düzeyi üzerine olan etkinin istatistiksel olarak önemli olduğu ( $P<0,05$ ) belirlenmiştir.

Faktörlerin etkileşiminin serum trigliserit ve kolesterol düzeyleri üzerine etkisi olmamıştır ( $P>0,05$ ).

Etki payı tablosu incelendiğinde faktörlerin ikisinin de etlik piliçlerde serum trigliserit ve kolesterol düzeyini düşürücü etkisinin olduğu gözlenmiştir.

**Tablo 39.1.** Araştırma gruplarının ortalama serum trigliserit (mg/dL) ve toplam kolesterol (mg/dL) düzeyleri

Faktörler	n	Trigliserit (mg/dL)		Kolesterol (mg/dL)	
		$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$
<b>Beklenen ortalama</b>	160	45,422	1,078	125,050	1,601
<b>Metiyonin katkısı</b>					
<b>%0*</b>	80	45,707	1,526	126,574	2,264
<b>%25†</b>	80	45,137	1,526	123,526	2,264
<b>L-Karnitin katkısı</b>					
<b>0 mg/kg</b>	80	45,589	1,526	128,614	2,264
<b>100 mg/kg</b>	80	45,255	1,526	121,486	2,264
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>					
<b>%0 – 0 mg/kg</b>	40	46,964	2,100	132,403	3,202
<b>%25 – 0 mg/kg</b>	40	44,214	2,100	124,825	3,202
<b>%0 – 100 mg/kg</b>	40	44,449	2,100	120,745	3,202
<b>%25 – 100 mg/kg</b>	40	46,061	2,100	122,226	3,202
			<b>P değeri</b>		
<b>Metiyonin</b>			0,792		0,342
<b>L-Karnitin</b>			0,877		0,027
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>			0,314		0,159
<b>R<sup>2</sup></b>			-0,013		0,030

Rasyon metiyonininin \*gereksinim düzeyinde ve †gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.



**Tablo 39.2.** Serum trigliserit (mg/dL) ve toplam kolesterol (mg/dL) düzeyleri üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları

		<b>Trigliserit (mg/dL)</b>		<b>Kolesterol (mg/dL)</b>	
<b>n</b>		160		160	
<b>Beklenen ortalama</b>		125,050		45,422	
<b>Faktörler</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>		<b>n</b>	<b>Etki payı</b>
<b>Metiyonin katkısı</b>					
<b>%0*</b>	80	+0,285		80	+1,524
<b>%25†</b>	80	-0,285		80	-1,524
<b>L-Karnitin katkısı</b>					
<b>0 mg/kg</b>	80	+0,167		80	+3,564
<b>100 mg/kg</b>	80	-0,167		80	-3,564

Rasyon metiyonininin \*gereksinim düzeyinde ve †gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

## 4.5. Göğüs Eti Kalite Özellikleri

### 4.5.1. Su Tutma Kapasitesi

Araştırmanın 39. ve 49. günlerinde kesilen hayvanların göğüs etlerinde, kesim sonrası 24. ve 72. saatlerde yapılan su tutma kapasitesi analizlerine ilişkin veriler Tablo 40.1’de, faktörlerin göğüs etinin su tutma kapasitesi üzerine etki payları Tablo 40.2’de verilmiştir.

Rasyon metiyonin düzeyinin ya da rasyona L-karnitin katkısının ve belirtilen faktörlerin etkileşiminin yukarıda belirtilen saatlerdeki su tutma kapasiteleri üzerine etkisi olmamıştır.

### 4.5.2. Pişirme Kaybı

Deneme gruplarından 39. ve 49. günlerde kesilen hayvanların göğüs etlerinin kesim sonrası 24. ve 72. saatlerdeki pişirme kaybı değerleri Tablo 41.1’de, pişirme kaybı üzerine etkileri incelenen faktörlerin etki payları Tablo 41.2’de gösterilmiştir.

Etlik piliç rasyonlarına gereksinim düzeyinin %25’i üzerinde metiyonin ve/veya 100 mg/kg L-karnitin katılması, göğüs eti pişirme kayıpları üzerinde istatistiksel fark oluşturmamıştır.

Söz edilen faktörlerin etkileşiminin de ilgili parametre üzerinde etkisi gözlenmemiştir.

Faktörlerin farklı kesim günü ve bekletme sürelerinde ölçülen göğüs eti pişirme kaybı üzerine bir etkisi tespit edilmemiştir.

### 4.5.3. pH

Araştırmanın 39. ve 49. günlerinde kesilen hayvanların göğüs etlerinde kesimden 15 dakika ve 24 saat sonra ölçülen pH değerlerine ilişkin veriler Tablo 42.1’de, göğüs eti pH değeri üzerine etkileri araştırılan faktörlerin etki payları Tablo 42.2’de verilmiştir.

Etkisi araştırılan faktörlerin ve faktörlerin etkileşiminin yukarıda belirtilen dönemlerde ölçülen göğüs eti pH’sı üzerine istatistiksel etkisi gözlemlenmemiştir.

**Tablo 40.1.** Araştırma gruplarında farklı kesim günlerinde ve bekletme sürelerindeki göğüs eti su tutma kapasitesi ortalamaları (%)

Kesim günü	39. gün				49. gün				
		24. saat		72. saat		24. saat		72. saat	
Faktörler	n	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$
<b>Beklenen ortalama</b>	160	10,443	0,235	10,950	0,232	11,570	0,201	11,856	0,225
<b>Metiyonin katkısı</b>									
<b>%0*</b>	80	10,323	0,332	10,938	0,328	11,213	0,285	11,918	0,318
<b>%25<sup>†</sup></b>	80	10,564	0,332	10,962	0,328	11,926	0,285	11,798	0,318
<b>L-Karnitin katkısı</b>									
<b>0 mg/kg</b>	80	10,679	0,332	11,013	0,328	11,617	0,285	12,196	0,318
<b>100 mg/kg</b>	80	10,208	0,332	10,887	0,328	11,522	0,285	11,515	0,318
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>									
<b>%0 – 0 mg/kg</b>	40	10,500	0,469	11,214	0,464	11,273	0,403	12,158	0,450
<b>%25 – 0 mg/kg</b>	40	10,857	0,469	10,813	0,464	11,962	0,403	12,234	0,450
<b>%0 – 100 mg/kg</b>	40	10,145	0,469	10,663	0,464	11,152	0,403	11,678	0,450
<b>%25 – 100 mg/kg</b>	40	10,270	0,469	11,111	0,464	11,891	0,403	11,352	0,450
<b>P değeri</b>									
<b>Metiyonin</b>		0,608		0,960		0,078		0,781	
<b>L-Karnitin</b>		0,317		0,785		0,812		0,133	
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>		0,805		0,361		0,949		0,656	
<b>R<sup>2</sup></b>		-0,011		-0,013		0,001		-0,003	

Rasyon metiyonininin \*gereksinim düzeyinde ve <sup>†</sup>gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

**Tablo 40.2.** Göğüs eti su tutma kapasitesi (%) üzerine etkisi incelenen faktörlerin etki payları

Kesim günü	39. gün				49. gün			
	24. saat		72. saat		24. saat		72. saat	
<b>Bekletme süresi</b>	24. saat		72. saat		24. saat		72. saat	
<b>n</b>	160		160		160		160	
<b>Beklenen ortalama</b>	10,443		10,950		11,570		11,856	
<b>Faktörler</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>
<b>Metiyonin katkısı</b>								
<b>%0*</b>	80	-0,121	80	-0,012	80	-0,357	80	+0,063
<b>%25<sup>†</sup></b>	80	+0,121	80	+0,012	80	+0,357	80	-0,063
<b>L-Karnitin katkısı</b>								
<b>0 mg/kg</b>	80	+0,235	80	+0,063	80	+0,048	80	+0,340
<b>100 mg/kg</b>	80	-0,235	80	-0,063	80	-0,048	80	-0,340

Rasyon metiyonininin \* gereksinim düzeyinde ve <sup>†</sup> gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

**Tablo 41.1.** Araştırma gruplarının farklı kesim günlerinde ve bekletme sürelerindeki göğüs eti pişirme kaybı ortalamaları (%)

Kesim günü	39. gün				49. gün				
	24. saat		72. saat		24. saat		72. saat		
Bekletme süresi	n	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$
<b>Beklenen ortalama</b>	160	35,073	0,412	34,347	0,205	34,855	0,361	34,318	0,209
<b>Metiyonin katkısı</b>									
%0*	80	35,115	0,583	34,373	0,291	34,642	0,510	34,255	0,295
%25 <sup>†</sup>	80	35,031	0,583	34,321	0,291	35,067	0,510	34,382	0,295
<b>L-Karnitin katkısı</b>									
0 mg/kg	80	35,522	0,583	34,229	0,291	34,214	0,510	34,165	0,295
100 mg/kg	80	34,625	0,583	34,465	0,291	35,495	0,510	34,741	0,295
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>									
%0 – 0 mg/kg	40	36,051	0,825	34,126	0,411	33,511	0,722	34,058	0,417
%25 – 0 mg/kg	40	34,992	0,825	34,322	0,411	34,917	0,722	34,273	0,417
%0 – 100 mg/kg	40	34,180	0,825	34,620	0,411	35,774	0,722	34,451	0,417
%25 – 100 mg/kg	40	35,070	0,825	34,311	0,411	35,217	0,722	34,492	0,417
<b>P değeri</b>									
<b>Metiyonin</b>		0,919		0,900		0,557		0,761	
<b>L-Karnitin</b>		0,278		0,566		0,078		0,465	
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>		0,239		0,532		0,176		0,836	
<b>R<sup>2</sup></b>		-0,003		-0,014		0,015		-0,015	

Rasyon metiyonininin \*gereksinim düzeyinde ve <sup>†</sup>gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

**Tablo 41.2.** Göğüs eti pişirme kaybı (%) üzerine etkisi incelenen faktörlerin etki payları

Kesim günü	39. gün				49. gün			
	24. saat		72. saat		24. saat		72. saat	
<b>Bekletme süresi</b>	24. saat		72. saat		24. saat		72. saat	
<b>n</b>	160		160		160		160	
<b>Beklenen ortalama</b>	35,073		34,347		34,855		34,318	
<b>Faktörler</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>
<b>Metiyonin katkısı</b>								
<b>%0*</b>	80	+0,042	80	+0,026	80	-0,212	80	-0,064
<b>%25<sup>†</sup></b>	80	-0,042	80	-0,026	80	+0,212	80	+0,064
<b>L-Karnitin katkısı</b>								
<b>0 mg/kg</b>	80	+0,449	80	-0,118	80	-0,641	80	-0,153
<b>100 mg/kg</b>	80	-0,449	80	+0,118	80	+0,641	80	+0,153

Rasyon metiyonininin \* gereksinim düzeyinde ve <sup>†</sup> gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

**Tablo 42.1.** Araştırma gruplarında farklı kesim günlerinde ve bekletme sürelerinde ölçülen göğüs eti pH değeri ortalamaları

Kesim günü	39. gün				49. gün				
		15. dakika		24. saat		15. dakika		24. saat	
Bekletme süresi	n	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$
<b>Beklenen ortalama</b>	160	6,267	0,018	5,799	0,007	6,430	0,016	5,724	0,007
<b>Metiyonin katkısı</b>									
<b>%0*</b>	80	6,267	0,026	5,798	0,010	6,432	0,022	5,736	0,010
<b>%25<sup>†</sup></b>	80	6,267	0,026	5,809	0,010	6,429	0,022	5,713	0,010
<b>L-Karnitin katkısı</b>									
<b>0 mg/kg</b>	80	6,296	0,026	5,802	0,010	6,444	0,022	5,735	0,010
<b>100 mg/kg</b>	80	6,239	0,026	5,796	0,010	6,417	0,022	5,713	0,010
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>									
<b>%0 – 0 mg/kg</b>	40	6,311	0,037	5,793	0,015	6,417	0,031	5,752	0,015
<b>%25 – 0 mg/kg</b>	40	6,281	0,037	5,812	0,015	6,471	0,031	5,719	0,015
<b>%0 – 100 mg/kg</b>	40	6,224	0,037	5,786	0,015	6,447	0,031	5,720	0,015
<b>%25 – 100 mg/kg</b>	40	6,254	0,037	5,805	0,015	6,386	0,031	7,706	0,015
<b>P değeri</b>									
<b>Metiyonin</b>		0,989		0,194		0,911		0,120	
<b>L-Karnitin</b>		0,120		0,640		0,396		0,128	
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>		0,410		0,993		0,068		0,512	
<b>R<sup>2</sup></b>		0,001		-0,007		0,007		0,014	

Rasyon metiyonininin \*gereksinim düzeyinde ve <sup>†</sup>gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

**Tablo 42.2.** Göğüs eti pH değeri üzerine etkisi incelenen faktörlerin etki payları

Kesim günü	39. gün				49. gün			
	15. dakika		24. saat		15. dakika		24. saat	
<b>Bekletme süresi</b>	15. dakika		24. saat		15. dakika		24. saat	
<b>n</b>	160		160		160		160	
<b>Beklenen ortalama</b>	6,267		5,799		6,430		5,724	
<b>Faktörler</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>
<b>Metiyonin katkısı</b>								
<b>%0*</b>	80	0,000	80	-0,010	80	+0,002	80	+0,011
<b>%25<sup>†</sup></b>	80	0,000	80	+0,010	80	-0,002	80	-0,011
<b>L-Karnitin katkısı</b>								
<b>0 mg/kg</b>	80	+0,029	80	+0,003	80	+0,013	80	+0,011
<b>100 mg/kg</b>	80	-0,029	80	-0,003	80	-0,013	80	-0,011

Rasyon metiyonininin \* gereksinim düzeyinde ve <sup>†</sup> gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.



#### 4.5.4. Renk

Araştırmada 39 ve 49. günlerde kesilen hayvanların göğüs etlerinden kesim sonrası 24., 72. ve 120. saatlerde ölçülen parlaklık ( $L^*$ ), kırmızılık ( $a^*$ ) ve sarılık ( $b^*$ ) değerleri sırası ile Tablo 43.1, 44.1 ve 45.1’de, göğüs eti rengi üzerine etkisi incelenen faktörlerin etki payları sırası ile Tablo 43.2, 44.2 ve 45.2’de verilmiştir.

Rasyonlarına 100 mg/kg L-karnitin katılan hayvanların 49. gün 72. saat göğüs eti parlaklığı katılmayanlara göre daha yüksek bulunmuştur ( $P<0,05$ ). Bunun dışındaki parlaklık değerleri gruplar arasında farklılık göstermemektedir. Faktörlerin etkileşiminin de parlaklık değerlerine etkisi olmamıştır.

Etlik piliç rasyonlarında gereksinim düzeyinin %25’i üzerinde metiyonin bulunmasının ve/veya 100 mg/kg L-karnitin eklenmesinin yukarıda belirtilen zaman dilimlerinde yapılan ölçümlerde göğüs eti kırmızılık ve sarılık değerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Benzer şekilde incelenen faktörlerin etkileşiminin de kırmızılık ve sarılık değerleri üzerine etkisi olmamıştır.

Faktörlerin etki payı tablosu incelendiğinde etlik piliç rasyonlarında dönemlik gereksinim düzeyinin %25’i üzerinde metiyonin bulunmasının ya da rasyonlara 100 mg/kg L-karnitin katılmasının göğüs eti parlaklığı, kırmızılığı ve sarılığı üzerine olumlu ya da olumsuz bir etkisinin olmadığı görülmektedir.

**Tablo 43.1.** Araştırma gruplarında farklı kesim günü ve bekletme sürelerinde ölçülen göğüs eti parlaklık değeri (L\*) ortalamaları

Kesim günü	39. gün						49. gün										
	24. saat			72. saat			120. saat			24. saat			72. saat			120. saat	
Faktörler	n	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$				
<b>Beklenen ortalama</b>	160	57,715	0,189	58,173	0,184	57,519	0,194	58,059	0,195	59,227	0,201	58,498	0,175				
<b>Metiyonin katkısı</b>																	
<b>%0*</b>	80	57,768	0,267	58,104	0,260	57,404	0,274	57,807	0,276	59,035	0,284	58,448	0,247				
<b>%25†</b>	80	57,693	0,267	58,242	0,260	57,634	0,274	58,312	0,276	59,419	0,284	58,549	0,247				
<b>L-Karnitin katkısı</b>																	
<b>0 mg/kg</b>	80	57,746	0,267	58,368	0,260	57,559	0,274	58,758	0,276	58,773	0,284	58,341	0,247				
<b>100 mg/kg</b>	80	57,715	0,267	57,978	0,260	57,479	0,274	58,361	0,276	59,681	0,284	58,656	0,247				
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>																	
<b>%0 – 0 mg/kg</b>	40	57,837	0,377	58,090	0,368	57,554	0,388	57,390	0,391	58,449	0,402	58,184	0,350				
<b>%25 – 0 mg/kg</b>	40	57,654	0,377	58,646	0,368	57,565	0,388	58,126	0,391	59,097	0,402	58,499	0,350				
<b>%0 – 100 mg/kg</b>	40	57,699	0,377	58,117	0,368	57,255	0,388	58,225	0,391	59,621	0,402	58,712	0,350				
<b>%25 – 100 mg/kg</b>	40	57,732	0,377	57,838	0,368	57,702	0,388	58,497	0,391	59,741	0,402	58,600	0,350				
<b>P değeri</b>																	
<b>Metiyonin</b>		0,842		0,708		0,556		0,199		0,342		0,772					
<b>L-Karnitin</b>		0,936		0,291		0,836		0,125		0,025		0,370					
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>		0,774		0,259		0,575		0,553		0,513		0,543					
<b>R<sup>2</sup></b>		-0,018		-0,003		-0,015		0,009		0,021		-0,011					

Rasyon metiyonininin \* gereksinim düzeyinde ve † gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

**Tablo 43.2.** Göğüs eti parlaklık değeri (L\*) üzerine etkisi incelenen faktörlerin etki payları

Kesim günü	39. gün						49. gün					
	24. saat		72. saat		120. saat		24. saat		72. saat		120. saat	
<b>Bekletme süresi</b>	24. saat		72. saat		120. saat		24. saat		72. saat		120. saat	
<b>n</b>	160		160		160		160		160		160	
<b>Beklenen ortalama</b>	57,715		58,173		57,519		58,059		59,227		58,498	
<b>Faktörler</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>
<b>Metiyonin katkısı</b>												
<b>%0*</b>	80	+0,038	80	-0,069	80	-0,115	80	-0,252	80	-0,192	80	-0,051
<b>%25†</b>	80	-0,038	80	+0,069	80	+0,115	80	+0,252	80	+0,192	80	+0,051
<b>L-Karnitin katkısı</b>												
<b>0 mg/kg</b>	80	+0,015	80	+0,195	80	+0,040	80	-0,301	80	-0,454	80	-0,157
<b>100 mg/kg</b>	80	-0,015	80	-0,195	80	-0,040	80	+0,301	80	+0,454	80	+0,157

Rasyon metiyonininin \*gereksinim düzeyinde ve †gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

**Tablo 44.1.** Araştırma gruplarında farklı kesim günü ve bekletme sürelerinde ölçülen göğüs eti kırmızılık değeri (a\*) ortalamaları

Kesim günü	39. gün						49. gün						
	24. saat		72. saat		120. saat		24. saat		72. saat		120. saat		
Faktörler	n	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$
<b>Beklenen ortalama</b>	160	2,612	0,079	2,403	0,070	2,009	0,069	1,975	0,078	1,992	0,163	1,458	0,102
<b>Metiyonin katkısı</b>													
<b>%0*</b>	80	2,647	0,111	2,385	0,099	1,995	0,098	1,968	0,111	2,226	0,231	1,406	0,144
<b>%25†</b>	80	2,577	0,111	2,420	0,099	2,023	0,098	1,983	0,111	1,758	0,231	1,511	0,144
<b>L-Karnitin katkısı</b>													
<b>0 mg/kg</b>	80	2,654	0,111	2,439	0,099	1,978	0,098	1,929	0,111	2,099	0,231	1,316	0,144
<b>100 mg/kg</b>	80	2,570	0,111	2,366	0,099	2,040	0,098	2,022	0,111	1,885	0,231	1,601	0,144
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>													
<b>%0 – 0 mg/kg</b>	40	2,727	0,157	2,505	0,141	1,918	0,139	1,918	0,157	2,501	0,326	1,414	0,204
<b>%25 – 0 mg/kg</b>	40	2,580	0,157	2,374	0,141	2,049	0,139	1,939	0,157	1,698	0,326	1,217	0,204
<b>%0 – 100 mg/kg</b>	40	2,566	0,157	2,266	0,141	2,082	0,139	2,017	0,157	1,952	0,326	1,398	0,204
<b>%25 – 100 mg/kg</b>	40	2,573	0,157	2,466	0,141	1,997	0,139	2,026	0,157	1,818	0,326	1,805	0,204
<b>P değeri</b>													
<b>Metiyonin</b>		0,656		0,808		0,839		0,953		0,153		0,605	
<b>L-Karnitin</b>		0,595		0,604		0,656		0,554		0,554		0,163	
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>		0,624		0,241		0,415		0,971		0,307		0,141	
<b>R<sup>2</sup></b>		-0,015		-0,008		-0,013		-0,017		0,003		0,009	

Rasyon metiyonininin \* gereksinim düzeyinde ve † gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

**Tablo 44.2.** Göğüs eti kırmızılık değeri (a\*) üzerine etkisi incelenen faktörlerin etki payları

Kesim günü	39. gün						49. gün					
	24. saat		72. saat		120. saat		24. saat		72. saat		120. saat	
<b>Bekletme süresi</b>	24. saat		72. saat		120. saat		24. saat		72. saat		120. saat	
<b>n</b>	160		160		160		160		160		160	
<b>Beklenen ortalama</b>	2,162		2,403		2,009		1,975		1,992		1,458	
<b>Faktörler</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>
<b>Metiyonin katkısı</b>												
<b>%0*</b>	80	+0,035	80	-0,017	80	-0,014	80	-0,008	80	+0,234	80	-0,053
<b>%25†</b>	80	-0,035	80	+0,017	80	+0,014	80	+0,008	80	-0,234	80	+0,053
<b>L-Karnitin katkısı</b>												
<b>0 mg/kg</b>	80	+0,042		+0,037		-0,031		-0,046		+0,107		-0,143
<b>100 mg/kg</b>	80	-0,042		-0,037		+0,031		+0,046		-0,107		+0,143

Rasyon metiyonininin \*gereksinim düzeyinde ve †gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

**Tablo 45.1.** Araştırma gruplarında farklı kesim günü ve bekletme sürelerinde ölçülen göğüs eti sarılık değeri (b\*) ortalamaları

Kesim günü	39. gün						49. gün						
	24. saat		72. saat		120. saat		24. saat		72. saat		120. saat		
Faktörler	n	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$
<b>Beklenen ortalama</b>	160	9,735	0,133	10,229	0,120	9,137	0,124	9,716	0,140	10,264	0,227	10,472	0,144
<b>Metiyonin katkısı</b>													
<b>%0*</b>	80	9,710	0,188	10,106	0,170	9,134	0,175	9,599	0,197	10,123	0,321	10,333	0,203
<b>%25†</b>	80	9,759	0,188	10,351	0,170	9,140	0,175	9,833	0,197	10,405	0,321	10,612	0,203
<b>L-Karnitin katkısı</b>													
<b>0 mg/kg</b>	80	9,680	0,188	10,034	0,170	9,010	0,175	9,707	0,197	10,418	0,321	10,729	0,203
<b>100 mg/kg</b>	80	9,789	0,188	10,423	0,170	9,263	0,175	9,725	0,197	10,111	0,321	10,215	0,203
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>													
<b>%0 – 0 mg/kg</b>	40	9,751	0,266	9,938	0,241	9,118	0,248	9,490	0,279	10,530	0,454	10,557	0,287
<b>%25 – 0 mg/kg</b>	40	9,609	0,266	10,130	0,241	8,903	0,248	9,925	0,279	10,306	0,454	10,902	0,287
<b>%0 – 100 mg/kg</b>	40	9,699	0,266	10,273	0,241	9,150	0,248	9,708	0,279	9,717	0,454	10,108	0,287
<b>%25 – 100 mg/kg</b>	40	9,909	0,266	10,573	0,241	9,377	0,248	9,742	0,279	10,504	0,454	10,322	0,287
<b>P değeri</b>													
<b>Metiyonin</b>		0,853		0,308		0,981		0,402		0,536		0,333	
<b>L-Karnitin</b>		0,684		0,108		0,310		0,951		0,499		0,076	
<b>Metiyonin x L-Karnitin</b>		0,474		0,825		0,375		0,473		0,267		0,820	
<b>R<sup>2</sup></b>		-0,015		0,004		-0,007		-0,011		-0,006		0,007	

Rasyon metiyonininin \* gereksinim düzeyinde ve † gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

**Tablo 45.2.** Göğüs eti sarılık değeri (b\*) üzerine etkisi incelenen faktörlerin etki payları

Kesim günü	39. gün						49. gün					
	24. saat		72. saat		120. saat		24. saat		72. saat		120. saat	
<b>Bekletme süresi</b>	24. saat		72. saat		120. saat		24. saat		72. saat		120. saat	
<b>n</b>	160		160		160		160		160		160	
<b>Beklenen ortalama</b>	9,735		10,229		9,137		9,716		10,264		10,472	
<b>Faktörler</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>	<b>n</b>	<b>Etki payı</b>
<b>Metiyonin katkısı</b>												
<b>%0*</b>	80	-0,025	80	-0,123	80	-0,003	80	-0,117	80	-0,141	80	-0,140
<b>%25†</b>	80	+0,025	80	+0,123	80	+0,003	80	+0,117	80	+0,141	80	+0,140
<b>L-Karnitin katkısı</b>												
<b>0 mg/kg</b>	80	-0,054	80	-0,195	80	-0,126	80	-0,009	80	+0,154	80	+0,257
<b>100 mg/kg</b>	80	+0,054	80	+0,195	80	+0,126	80	+0,009	80	-0,154	80	-0,257

Rasyon metiyonininin \*gereksinim düzeyinde ve †gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde olmasını ifade etmektedir.

#### 4.6. Göğüs Eti Besin Madde Bileşimi

Farklı düzeyde beyaz çizgi yoğunluğuna (skor 0 ve skor 1) sahip göğüs etlerinde yapılan nem, kül, yağ ve protein analizi sonuçları Tablo 46’da verilmiştir.

**Tablo 46.** Farklı beyaz çizgi yoğunluğuna sahip göğüs etlerinin ortalama nem, kül, yağ ve protein düzeyleri (%)

	Normal (Skor 0)			Orta şiddetli (Skor 1)			P değeri
	n	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	n	$\bar{X}$	$S_{\bar{x}}$	
<b>Nem</b>	15	76,051	0,282	15	76,105	0,236	0,886
<b>Kül</b>	15	4,578	0,055	15	4,489	0,413	0,204
<b>Yağ</b>	15	5,757	0,332	15	8,290	0,513	0,000
<b>Protein</b>	15	86,653	0,455	15	84,410	0,469	0,002

Yapılan analizler sonucunda beyaz çizgi olmayan (skor 0) ve orta şiddette beyaz çizgi olan (skor 1) göğüs etlerinin nem ve kül düzeyleri arasında istatistiksel fark olmadığı belirlenmiştir.

Orta şiddetli beyaz çizgi skoruna sahip göğüs etlerinde yağ düzeyinin, normal göğüs etlerine kıyasla daha yüksek ( $P<0,001$ ) olduğu belirlenmiştir. Göğüs eti protein düzeyinin ise normal göğüs etlerinde daha yüksek ( $P<0,01$ ) olduğu tespit edilmiştir.



## 5. TARTIŞMA

### 5.1. Performans

Çalışmaya ait performans verileri (Tablo 30.1, 31.1, 32.1 ve 33.1) incelendiğinde rasyonda gereksinim düzeyinin %25 üzerinde metiyonin bulunmasının 10. gün ortalama canlı ağırlığını ve 11-24. günler arasındaki ortalama yem tüketimini arttırdığı ( $P<0,05$ ), 0-10 günler arasında yemden yararlanma oranını iyileştirdiği ( $P<0,05$ ), deneme periyodu (0-49. günler) için hesaplanan yemden yararlanma oranını ise iyileştirme eğiliminde olduğu ( $P=0,064$ ) görülmektedir. Rasyona 100 mg/kg L-karnitin katılması başlangıç dönemi (0-10 gün) ( $P<0,05$ ) ve toplam yetiştirme dönemine (0-49 gün) ilişkin yemden yararlanma oranlarını iyileştirmiştir ( $P<0,01$ ). Benzer şekilde faktörlerin etkileşiminin de toplam yetiştirme periyodunun yemden yararlanma oranı üzerine olumlu etkisi ( $P<0,05$ ) gözlenmiştir. Etkisi incelenen faktörlerin ve faktörlerin etkileşiminin diğer performans parametreleri ve yetiştirme dönemleri üzerinde herhangi bir etkisi saptanmamıştır.

Etlik piliç rasyonlarında metiyonin düzeyinin gereksinimin altında olması performans verilerini olumsuz etkilemektedir (Daenner ve Bessei, 2003; Hayat ve ark, 2015; Kikusato ve ark, 2015; Agostini ve ark, 2016; Zhang ve ark, 2017). Gereksinim düzeyinin üzerinde metiyonin kullanılmasının performans üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada Mulyantini ve ark (2010) ilk üç haftalık dönemde beş farklı (3, 4,5, 6, 7,5 ve 9 g/kg) sindirilebilir metiyonin düzeyine sahip deneme rasyonu kullanmıştır. Çalışmada 3 g/kg sindirilebilir metiyonin içeren rasyon ile beslenen grup hem NRC (1994) hem de Ross (2014) tavsiyelerinin altında metiyonin tükettiği için metiyonin bakımından yetersiz beslenmiş, bunun sonucu olarak da performans verileri diğer gruplardan daha düşük ( $P<0,05$ ) bulunmuştur. Gereksinim düzeyi ve bu düzeyin üzerinde metiyonin tüketen gruplarda 1-7, 7-15, 15-21, 1-21. günler için belirlenen canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı değerleri bakımından gruplar arasında fark oluşmamıştır. Benzer şekilde kurgulanan hızlı gelişen (Arbor Acres) ve yavaş gelişen (Partridge Shank) etlik piliçlerin kullanıldığı başka bir çalışmada (Wen ve ark, 2017), rasyonlar gereksinim düzeyinin altında (başlangıç %0,35, büyütme %0,31), gereksinim düzeyinde (başlangıç %0,50, büyütme %0,44) ve gereksinim düzeyinin üzerinde (başlangıç %0,65, büyütme %0,57) metiyonin içerecek şekilde hazırlanmıştır. Metiyonin bakımından yetersiz beslenen hem hızlı hem de yavaş gelişen etlik piliçlerde 42. gün için belirlenen canlı ağırlık, günlük canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranı diğer grupların

gerisinde kalırken ( $P<0,05$ ) gereksinim düzeyinin üzerinde metiyonin kullanılması belirtilen parametrelerde herhangi bir değişikliğe neden olmamıştır.

Wen ve ark (2014b) kuluçkadan çıkım ağırlıkları düşük (ortalama 41,7 g) ve yüksek (ortalama 48,3 g) olan Arbor Acres etlik piliçlerin başlangıç döneminde (0-3 hafta) %0,50 ve büyütme döneminde %0,43 oranında metiyonin içeren bazal rasyonlarına %0,1 metiyonin eklenmesinin 42. günde canlı ağırlık, günlük canlı ağırlık artışı ve yem tüketimine etkisinin olmadığını, yetiştirme dönemine düşük canlı ağırlık ile başlayan piliçlerin yemden yararlanma oranını ise 1,92'den 1,77'ye düşürdüğünü ( $P<0,05$ ) bildirmiştir. Gereksinim düzeyinin üzerinde kullanılan metiyoninin yemden yararlanmayı olumlu etkilediğini bildiren başka bir çalışma Zhai ve ark (2016a) tarafından yapılmıştır. Araştırmada Ross 308 erkek etlik civciv ilk 21 gün NRC (1994)'e göre hazırlanmış başlangıç rasyonu tükettikten sonra 21-42. günler arasında gereksinim düzeyi üzerinden hesaplanan 2 farklı lizin (%100 ve %120) ve 4 farklı metiyonin (%80, %100, %120 ve %140) yoğunluğuna sahip rasyon ile beslenmiştir. Çalışma sonucunda gereksinim düzeyinin üzerinde metiyonin kullanılmasının yemden yararlanma oranını iyileştirdiği ( $P<0,001$ ), canlı ağırlık ve yem tüketimini etkilemediği belirlenmiştir. Araştırmanın bulguları yapılan tez çalışması ile benzerlik göstermektedir. Zhai ve ark (2012) NRC (1994)'e göre hazırlanmış %0,60 metiyonin içeren başlangıç rasyonu ile beslenen Ross 708 erkek etlik piliçlere 21-42. günler arasında metiyonin düzeyleri %0,41 (gereksinim düzeyinde) ve %0,51 olan iki farklı büyütme yemi vermiştir. Araştırma sonunda ilave metiyoninin canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranını etkilemediğini bildirilmiştir.

Etlik piliç rasyonlarına L-karnitin ilavesinin performans üzerine etkileri uzun yıllardır çalışılmakta olan bir konudur. Rabie ve Szilagyi (1998) ilk 18 gün NRC (1984)'e göre hazırlanmış başlangıç rasyonu tüketen Hybro etlik piliçleri 18-53. günler arasında üç farklı enerji (12,2 MJ/kg, 12,8 MJ/kg, 13,5 MJ/kg) ve iki farklı L-karnitin (0 mg/kg, 50 mg/kg) düzeyine sahip büyütme yemi ile beslemiştir. Performans parametreleri deneme döneminde (18-53. günler) haftalık olarak ölçülmüştür. Yeme 50 mg/kg L-karnitin ilavesinin 18-25 ( $P<0,001$ ), 25-32 ( $P<0,05$ ) ve 18-53. günler ( $P<0,05$ ) arasında canlı ağırlık artışını, 18-25 ( $P<0,001$ ), 25-32 ( $P<0,01$ ), 39-46 ( $P<0,01$ ) ve 18-53. günler arasında yemden yararlanma oranını iyileştirdiği ( $P<0,001$ ), ancak yem tüketimine etki etmediği belirlenmiştir. Yetiştirme dönemi (1-42. günler) boyunca rasyonlarına 0, 300, 600, 900 mg/kg L-karnitin katkısı yapılan Arbor Acres erkek etlik piliçlerin performans verileri değerlendirildiğinde rasyona L-karnitin ilavesinin tüm gruplarda günlük ortalama yem tüketimini azalttığı ( $P<0,05$ ), 900 mg/kg L-karnitin ilavesinin ise günlük ortalama canlı ağırlık artışını düşürdüğü ( $P<0,05$ ) saptanmıştır (Zhang ve ark, 2010). Murali ve ark (2015) rasyonlarında %5 düzeyinde hayvansal yağ bulunan

VenCobb etlik piliçlerin rasyonlarına 900 mg/kg L-karnitin eklenmesinin 42. günde canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranını etkilemediğini bildirmiştir.

Yapılan tez çalışması ile aynı düzeyde L-karnitin kullanılan bir araştırmada (Wang ve ark, 2013) Ross 308 erkek etlik piliçlerin rasyonlarına (1-21. gün başlangıç dönemi, 22-42. gün büyütme dönemi) 100 mg/kg L-karnitin katılmasının 22-42. günler arasında günlük ortalama yem tüketimini azalttığını ( $P<0,01$ ), bunun dışında dönemlik olarak ölçülen canlı ağırlık, günlük ortalama canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranına etki etmediğini belirlemiştir. Benzer şekilde etlik piliç rasyonlarına 160 mg/kg (Lien ve Horng, 2001), 25, 50, 75 ve 100 mg/kg (Xu ve ark, 2003) L-karnitin katılmasının dönemlik performans verilerini etkilenmediğini bildiren başka çalışmalar da vardır.

Yapılan tez çalışmasının performans verileri, araştırmada kullanılan etlik piliç hibritinin katalog (Ross, 2014) performans değerleri ile uyum göstermektedir. Bununla birlikte bir kısmı yukarıda verilen konu ile ilgili olarak yapılmış yayınlarda belirtilen ve tez çalışmasından elde edilen performans verileri arasında benzerlikler ve farklılıklar mevcuttur. Performans verileri başta farklı hibrit, cinsiyet, rasyon bileşimi, barındırma koşulları gibi hayvana ve çevreye bağlı birçok etmenden etkilenebilmektedir. Ek olarak araştırmalarda kullanılan hayvan ve alt grup sayısı ile verilerin alınış biçimi (bireysel ya da grup bazlı) de bulgular üzerinde etkili olabilmektedir.

Araştırmalarda genellikle NRC (1994) verilerine göre hazırlanan rasyonlar kullanılmıştır. Günümüzde üretimde yoğun olarak kullanılan etlik piliç hibritlerinin önerdiği yetiştirme dönemleri ve bu dönemlerde kullanılması tavsiye edilen yemlerin enerji içeriği ve besin maddesi kompozisyonu NRC (1994) değerleri ile farklılık göstermektedir. Araştırmanın faktörlerinden biri olan rasyon toplam metiyonin düzeyi NRC (1994)'te 0-3. haftalar arasında %0,50, 4-6. haftalar arasında %0,38, 7-8 haftalarda ise %0,32 olarak önerilmektedir. Halbuki Ross Etlik Piliç Yetiştirici Kataloğu (Ross, 2014) yemin toplam metiyonin içeriğinin 0-10. günler arasında %0,56, 11-24. günler arasında %0,51, 25-39. günler arasında %0,47 ve 40. günden sonra %0,44 olması gerektiğini belirtmektedir. Çalışmanın diğer bir faktörü olan L-karnitine ilişkin kesin bir gereksinim düzeyi söz konusu değildir. Etlik piliç rasyonlarına katılan L-karnitin düzeyinin performans üzerine etki oluşturabilmesi bakımından önemli bir etmen olarak görülmektedir. Bununla birlikte etlik piliçlerde yem tüketiminin, yemin enerji içeriği ile doğrudan ilişkili olması ve L-karnitinin hücrel enerji metabolizmasında uzun zincirli yağ asitleri ile olan etkileşimi göz önüne alındığında rasyonun enerji düzeyi, yağ içeriği ve yağ asiti profili de L-karnitin performans etkisi bakımından önem arz etmektedir.

## 5.2. Beyaz Çizgi Görülme Oranı

Yapılan araştırmada 39. ve 49. günlerde göğüs etlerinde beyaz çizgi görülme oranları sırası %53,75 ve %52,86 olarak bulunmuş (Tablo 34) ve denemede incelenen faktörlerin ya da faktörlerin etkileşiminin göğüs etinde beyaz çizgi görülme oranına etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Konu ile ilgili olarak yapılan saha araştırmalarına bakıldığında Petracci ve ark (2013a) 56 kümesi (ortalama canlı ağırlık 2,75 kg, 500 hayvan/kümes, toplam 28000 hayvan) inceledikleri çalışmada hayvanların %8,9 (%2,4-18,6)'unda orta şiddetli, %3,1 (%0-8,8)'inde şiddetli beyaz çizgilenme olduğunu ve incelenen tüm hayvanlar göz önüne alındığında toplam beyaz çizgi görülme oranının %12 (%2,4-26,2) olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Ferreira ve ark (2014) 25520 Cobb 500 etlik piliç (ortalama canlı ağırlık 3,2±0,2 kg) üzerinde yaptıkları değerlendirmede beyaz çizgi görülme yoğunluğunu %9,84 (%7,38 orta şiddetli, %2,46 şiddetli) olarak belirlemiştir. Farklı canlı ağırlık, cinsiyet ve kesim günlerinin göz önünde bulundurulduğu 70 kümeden toplam 35000 etlik pilicin göğüs etinin incelendiği araştırmada beyaz çizgili göğüs etlerinin görülme sıklığının %43 (%3-78,1) olduğu, bunların %36,8 (%2,6-68,1)'inde orta şiddetli, %6,2 (%0,2-23,8)'inde şiddetli beyaz çizgilenme olduğu saptanmıştır (Lorenzi ve ark, 2014). Erkek ve dişi etlik piliçlerin kesim günü ve canlı ağırlıklarını dikkate alarak 22800 hayvanı inceleyen Russo ve ark (2015) düşük canlı ağırlığa sahip (ortalama 2,6 kg) dişi hayvanların %29,8±7,9'unun beyaz çizgilenmeden etkilenmediğini ancak yüksek canlı ağırlığa sahip (ortalama 3,6 kg) erkek hayvanlarda bu oranın %17,5±8,5'e düştüğünü bildirmiştir. Araştırmalarda incelenen toplam hayvan sayılarının yüksek olması çalışmaların istatistiksel güvenilirliğini arttırmaktadır. Bununla birlikte incelenen hayvanların genetik özellikleri, cinsiyeti, rasyon bileşimi, yetiştirme süresi, bakım koşulları gibi etmenlere bağlı olarak beyaz çizgi görülme oranı büyük bir aralıkta seyretmektedir.

Yapılan akademik veri tabanı taramalarında rasyona ilişkin etmenler olan metabolizlenebilir enerji, ham protein, amino asit, vitamin, mineral ve bazı katkı maddelerinin beyaz çizgi oluşumuna etkilerini inceleyen çalışmalara ulaşılsa da denemede incelenen faktörler olan rasyon metiyonin düzeyi ya da L-karnitin ilavesinin etkilerinin incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Rasyon ile ilişkili faktörlerin beyaz çizgi oluşumuna etkisini konu alan bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Kuttappan ve ark (2012b) Cobb 500 erkek etlik piliçlerin beslenmesinde başlangıç (0-18), büyütme (19-32) ve bitirme (32-54) dönemlerinde yüksek enerji/yüksek ham protein ya da düşük enerji/düşük ham protein [dönemlere ilişkin metabolizlenebilir enerji (Kkal) ve ham

protein (%) düzeyleri sırası ile yüksek grup 3003/23,91 - 3250/22,24 - 3251/22,96 düşük grup 3003/21,53 - 3025/20,53 - 3064/19,31] içeren rasyon kullanılmasının beyaz çizgi oluşumuna etkilerini inceledikleri çalışmada yüksek enerji/yüksek ham protein kullanılan grupta şiddetli beyaz çizgi görülme oranının daha yüksek olduğunu (%8,7 - %1,46), normal ve orta şiddetli beyaz çizgi oluşumu bakımından fark olmadığını bildirmiştir.

Rasyon lizin düzeyinin beyaz çizgi oluşumuna etkisini inceleyen Cruz ve ark (2017) Cobb 500 etlik piliç ile yaptıkları iki farklı denemede, hayvanları büyütme (12-28. günler) ve bitirme (28-42. günler) dönemlerinde altı farklı lizin yoğunluğuna (büyütme %0,77 - %0,85 - %0,93 - %1,01 - %1,09 - %1,17, bitirme %0,68 - %0,76 - %0,84 - %0,92 - %1,00 - %1,08) sahip rasyon ile beslemiştir. Büyütme dönemine ilişkin deneme 35. günde, bitirme dönemine ilişkin deneme ise 42. günde sonlandırılmıştır. Beyaz çizgi görülme oranları sırası ile ortalama %32,3 (%18,8-56,3) ve %87,1 (%58,1-100) olarak belirlenmiştir. Büyütme döneminde %1,01, bitirme döneminde ise %0,92 lizin içeren rasyonla beslenen hayvanlarda beyaz çizgi görülme oranının en yüksek olduğu ve rasyon lizin içeriğinin artmasına bağlı olarak beyaz çizgi oluşumunun da artma yönünde olduğu bildirilmiştir. Bodle ve ark (2018) yüksek verimli erkek etlik civciv kullanarak yaptıkları çalışmada, büyütme döneminde (13-24. gün) rasyon amino asit düzeylerinin %15 oranında düşürülmesinin ya da yetiştirme dönemlerinde yüksek sindirilebilir arjinin (sindirilebilir arjinin/sindirilebilir lizin) düzeyine (başlangıç 112-120, büyütme 114-126, bitirme 115-126, arındırma 114-126) sahip rasyonların kullanılmasının beyaz çizgi görülme oranını değiştirmedeğini belirlemiştir.

Beyaz çizgi oluşumunun azaltılmasında vitaminlerin etkinliğinin incelendiği çalışmalarda rasyonlara değişen düzeylerde (15, 50, 100, 200, 400 IU/kg) E vitamini ilavesinin (Kuttappan ve ark, 2012c), 94,4 mg/kg C vitamini katkısının ya da vitamin karmasının düzeyinin iki katına çıkartılmasının (Bodle ve ark, 2018) beyaz çizgi görülme yoğunluğunu etkilemediği sonucuna varılmıştır.

Organik ya da inorganik çinko, mangan ve bakırın etlik piliç rasyonlarında yüksek ya da düşük düzeyde kullanılmasının beyaz çizgi oluşumuna etkilerinin incelendiği Ross 308 erkek etlik piliçler ile yapılan araştırmada (Sirri ve ark, 2016), başlangıç (0-14. günler), büyütme (15-30. günler) ve bitirme (31-51. günler) rasyonlarındaki mineral düzeyleri yetiştirme dönemi sırası ile (i) çinko, yüksek grupta 60, 50, 50 mg/kg, düşük grupta 40, 32, 32 mg/kg (ii) mangan, yüksek grupta 60, 50, 50 mg/kg, düşük grupta 40, 32, 32 mg/kg ve (iii) bakır yüksek grupta 15, 12,5, 12,5 mg/kg ve düşük grupta 10, 8, 8 mg/kg olarak kullanılmıştır.

Toplam beyaz çizgi insidensinin ilgili mineralleri düşük düzeyde içeren grupta %60 (orta şiddetli %21,5 ve şiddetli %37,8), yüksek düzeyde içeren grupta %61,1 (orta şiddetli %22,8, şiddetli %39,0) olarak belirlendiği araştırmada iz mineral kaynağının ya da kullanım düzeyinin beyaz çizgi oluşumu üzerine etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir. Etlik piliç rasyonlarına değişen düzeylerde (0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, 1,0 ppm) organik selenyum (Zn-L-SeMet) kullanılmasının beyaz çizgi görülme oranına etkilerinin değerlendirildiği çalışmada (Cemin ve ark, 2018), Cobb 500 erkek etlik civciv kullanılmıştır. Organik selenyum katkısı yapılmayan grupta normal göğüs etlerinin oranının (%34,7) diğer gruplardan daha yüksek, şiddetli beyaz çizgi oluşum oranının ise diğer gruplardan daha düşük (%22,2) olduğu belirlenmiştir. Orta şiddetli çizgilenme bakımından gruplar arasında fark oluşmamıştır.

Hücrel enerji metabolizması üzerine etkili olabileceği düşünülen guanidinoasetik asitin enerji kaynağı olarak mısır ya da sorgum içeren rasyonlara 600 g/ton katılmasının beyaz çizgi görülme oranına etkisinin Ross 708 erkek etlik civciv üzerinde incelendiği çalışmada (Cordova-Noboa ve ark, 2018a) katkı maddesinin beyaz çizgi görülme oranını etkilemediği bildirilmiştir. Guanidinoasetik asit ile ilgili olarak Ross 708 erkek etlik piliç kullanılarak yapılan başka bir araştırmada (Cordova-Noboa ve ark, 2018b), %0 - %5 kanatlı yan ürünü içeren rasyonlara %0,06 guanidinoasetik asit katılmasının beyaz çizgi görülme sıklığını değiştirici etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır.

Genellikle bilimsel araştırmalarda hayvanların besin madde gereksinimlerinin uygun düzeylerde karşılanmasına ve bakım şartlarının ticari kümeslere göre daha kontrol edilebilir olmasına bağlı olarak beyaz çizgi görülme oranının saha çalışmalarından daha yüksek olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda yapılan araştırmanın bulguları, benzer amaca dönük yapılan literatür verileri ile uyum göstermektedir. Göğüs etinde beyaz çizgi oluşumu etlik piliç hibritinin gelişme hızı ile doğrudan ilişkilidir. Beyaz çizgi yoğunluğunun daha yüksek insidens gösterdiğini bildiren çalışmaların bazılarında (Cordova-Noboa ve ark, 2018a, Cordova-Noboa ve ark, 2018b) Türkiye’de bulunmayan Ross 708 hattı hibritler kullanılmıştır. Bu hattın verim düzeyi diğer hatlara göre daha yüksek olduğundan beyaz çizgi oluşma oranının da daha fazla olabileceği düşünülmektedir. Tüm bu koşullar göz önüne alındığında hayvanların genetik özellikleri, cinsiyet, rasyon bileşimi, yetiştirme dönemleri, bakım koşulları gibi çok sayıda faktör beyaz çizgi oluşma sıklığını etkileyebilmektedir.

### 5.3. Karkas Özellikleri

Elde edilen sonuçlara göre etlik piliç rasyonlarında gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde metiyonin kullanılmasının 49. günde göğüs eti ağırlığını ve randımanını arttırdığı ( $P<0,05$ ), 100 mg/kg düzeyinde L-karnitin ilavesinin 49. gün karaciğer ağırlığını azaltma eğiliminde olduğu ( $P=0,05$ ) belirlenmiştir (Tablo 37.1, 38.1). Araştırmada etkileri incelenen faktörlerin hem 39. hem de 49. günde abdominal yağ düzeyini azaltıcı etkisinin olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 35.2, 36.2, 37.2 ve 38.2) bu durum gruplar arasında istatistiksel fark oluşturmamıştır.

Rasyon metiyonin düzeyinin göğüs eti ve karkas randımanına etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada (Zhai ve ark, 2012), Ross 708 erkek etlik piliçler başlangıç döneminde (0-21. gün) %0,60 metiyonin içeren rasyon ile beslenmiştir. Büyütme yemleri (22-42. gün) %0,40 ve %0,50 olmak üzere iki farklı düzeyde metiyonin içerecek şekilde hazırlanmıştır. Metiyonin düzeyi yüksek rasyon ile beslenen hayvanların göğüs eti ağırlığı (552g – 606g) ( $P<0,05$ ) ve göğüs eti randımanının (%19,9 - %20,6) ( $P<0,05$ ) tez çalışmasının bulguları ile benzer olarak daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Wen ve ark (2014b) başlangıç canlı ağırlıkları düşük (41,7g) ve yüksek (48,3g) olan Arbor Acres etlik civcivleri NRC (1994)'te tavsiye edilen metiyonin düzeyinin (0-21. gün %0,50, 22-42. gün %0,43) %0,1 oranında arttırıldığı rasyonlar ile beslemiştir. Yetiştirme dönemine düşük canlı ağırlık ile başlayan piliçlerde metiyonin düzeyinin arttırılmasının göğüs eti ağırlığı ve randımanını etkilemediği, ancak yüksek canlı ağırlık ile başlayan piliçlerde hem göğüs eti ağırlığını (362g – 463g) hem de göğüs eti randımanını (%17,2 - %18,7) yükseldiği ( $P<0,05$ ) saptanmıştır. Bulgular ile benzerlik gösteren başka bir çalışmada Wen ve ark (2014a) NRC (1994)'te önerilen metiyonin düzeyine ek olarak %0,1 metiyonin kullanılmasının göğüs eti randımanını arttırdığını ( $P<0,05$ ), karaciğer ağırlığını ise etkilenmediğini bildirmiştir. Zhai ve ark (2016a) Ross 708 erkek etlik civcivleri ilk 21 gün NRC (1994)'e göre hazırlanmış olan ticari rasyon ile besledikten sonra 22-42. günler arasında farklı lizin (%1,010, %1,216) ve metiyonin (%0,304, %0,380, %0,456, %0,532) düzeylerine sahip deneme rasyonlarının kullanıldığı gruplara ayırmıştır. Araştırma sonunda gereksinim düzeyinin üzerinde metiyonin kullanılmasının hem göğüs etini oluşturan kasların ağırlıklarını (*Pectoralis major* ve *Pectoralis minor*) hem de toplam göğüs eti ağırlığını (*Pectoralis major* + *Pectoralis minor*) arttırdığı ( $P<0,05$ ), karkas randımanı ve abdominal yağ düzeyini ise etkilemediği belirlemiştir.

NRC (1994) verileri temel alınarak etlik civcivler üzerinde yapılan diğer çalışmalarda; Ahmed ve Abbas (2011) gereksinim düzeyinin %10, %20 ve %30 üzerinde metiyonin kullanılmasının tüm deneme gruplarında göğüs eti ağırlığı ve randımanını arttırdığını ( $P<0,05$ ),

abdominal yağ ağırlığını azalttığını ( $P<0,05$ ), karkas randımanı ve karaciğer ağırlığına etki etmediğini, Golshahi ve ark (2013) gereksinim düzeyinden %10 fazla metiyonin kullanılmasının karkas randımanı, göğüs eti randımanı ve karaciğer ağırlığını değiştirmedini, abdominal yağ ağırlığını ise düşürdüğünü ( $P<0,05$ ) bildirmiştir.

Yapılan araştırmanın bulgularını destekleyen bir çalışmada Rabie ve Szilagyi (1998) 1-18. günler arasında ticari rasyon ile beslenen Hybro etlik civcivlere 19-53. günler arasında üç farklı metabolizlenebilir enerji düzeyine sahip (13,5 MJ, 12,8 MJ ve 12,2 MJ) büyütme rasyonuna 50 mg/kg L-karnitin katılmasının abdominal yağ miktarını (53,39 g'dan – 44,22 g'a) azalttığını ( $P<0,05$ ), karkas, karaciğer ve göğüs eti ağırlıklarını etkilemediğini bildirmiştir. Bu çalışma ile aynı ya da daha yüksek düzeyde L-karnitin etkilerinin değerlendirildiği çalışmalarda da sonuçlar benzerdir. Farklı düzeyde metabolizlenebilir enerji içeren rasyonlara L-karnitin katkısının etkilerinin incelendiği başka bir çalışmada (Corduk ve ark, 2007), başlangıç (0-21. gün) ve büyütme (22-42 gün) rasyonları düşük (12,55 MJ, 12,97 MJ), normal (12,97 MJ, 13,39 MJ) ve yüksek (13,39 MJ, 13,80 MJ) metabolizlenebilir enerjili olarak kategorize edilen Ross 308 etlik civciv yemlerinde 0 ya da 100 mg/kg L-karnitin eklenmiştir. L-karnitin ilavesinin karkas randımanı, göğüs eti randımanı ve abdominal yağ düzeyi üzerine etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Benzer şekilde Asadi ve ark (2016) Ross 308 erkek etlik civciv rasyonlarında 200 mg/kg L-karnitin kullanılmasının karkas randımanı, göğüs eti randımanı ve karaciğer/canlı ağırlık oranına etki etmediğini bildirmiştir.

Kidd ve ark (2009) farklı düzeyde ham protein içeren rasyonlara L-karnitin ilavesinin etkilerini inceleyen iki araştırma gerçekleştirmiştir. Bunların ilkinde yetiştirmenin 15-30. günleri arasında üç farklı düzeyde ham protein (%17,28, %18,72 ve %20,16) içeren etlik piliç rasyonlarına 0 ya da 50 mg/kg L-karnitin ilavesi yapılmıştır. İkinci denemede ise aynı yetiştirme döneminde %17,6 ve %19,3 ham proteine sahip rasyonlara 0 ile 40 mg/kg arasında değişen düzeylerde (0, 10, 20, 30, 40 mg/kg) L-karnitin katkısı yapılmıştır. İki denemede de L-karnitin katkısının karkas randımanı, göğüs eti randımanı ve abdominal yağ düzeylerine etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır.

Farklı çevre sıcaklığında barındırılan erkek ve dişi Ross 308 etlik civcivlerin başlangıç rasyonlarına (0-21. gün) 17,8 mg/kg, büyütme rasyonlarına (22-42. gün) 22,9 mg/kg L-karnitin eklenmesinin hem erkek hem de dişi hayvanların abdominal yağ ve karaciğer ağırlıkları ile bu ağırlıkların canlı ağırlığa oranlarına etkisinin olmadığı belirlenmiştir (Buyse ve ark, 2001).

Performans kısmında da vurgulandığı üzere bilimsel çalışma rasyonları hazırlanırken çoğunlukla NRC (1994) verileri kullanılmaktadır. Bu veriler güncelliğini yitirmiş durumda olup modern etlik piliç hibritlerinin gereksinimlerinin gerisinde kalmakta, bu durum da performansı



etkilemektedir. Etlik piliçlerde performans ve verim özellikleri birbiri ile ilişkili konulardır. Yapılan araştırmanın bulguları genel anlamda akademik bildirişler ile örtüşmektedir. Araştırmada incelenen karkas özellikleri ırk, cinsiyet, yaş, yetiştirme dönemi başlangıcındaki canlı ağırlığı, çevre sıcaklığı, hayvanların kesim öncesi aç bırakılma süresi gibi faktörlerden etkilenebilmektedir. Bunların yanında deneme deseni, kesilen hayvan sayısı, kesim sonrası işlemleri (iç çıkartma, karkası parçalama vb.) uygulayan kişilerin deneyimi gibi etmenler de bulgular üzerinde etki oluşturabilmektedir.

#### 5.4. Serum Trigliserit ve Toplam Kolesterol Düzeyleri

Çalışma sonuçlarına göre etlik piliç rasyonlarında gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde metiyonin bulunmasının serum trigliserit ve kolesterol düzeyleri açısından bir fark oluşturmadığı saptanmıştır. Rasyonlara 100 mg/kg düzeyde L-karnitin katılmasının ise serum trigliserit düzeyini etkilemediği, ancak serum kolesterol düzeyini düşürdüğü ( $P<0,05$ ), belirlenmiştir (Tablo 39.1).

Wen ve ark (2014a) Arbor Acres etlik piliçlerin rasyonlarında gereksinim düzeyinin %0,1 üzerinde (günler kontrol/deneme 1-21. günler %0,50 / %0,60, 22-42. günler %0,43 / %0,53) metiyonin bulunmasının 42. günde serum trigliserit düzeyine etkisinin olmadığını belirtmiştir. NRC (1994)'ün önerdiği rasyon metiyonin düzeyinin %80, %100, %120 ve %140'ı oranında metiyonin içeren rasyonların kullanıldığı Ross 708 erkek etlik civcivler üzerinde ile yapılan başka bir denemede ise 40. gün serum kolesterol ve trigliserit düzeylerinin gruplar arasında farklılık göstermediği bildirilmiştir (Zhai ve ark, 2016c). Bu çalışmaların bulguları yapılan tez tez çalışmasının bulguları ile paralellik göstermektedir.

NRC (1994)'ün belirtmiş olduğu metiyonin gereksinimleri baz alınarak yapılan ve üç haftalık yaştaki serum trigliserit ve kolesterol düzeylerinin incelendiği çalışmalarda; Kalbande ve ark (2009) VenCobb etlik pilicin bazal rasyonuna %0,1 DL-metiyonin katkısının 21. günde serum trigliserit (199,59 mg/dL - 139,06 mg/dL) ve kolesterol (156,76 mg/dL - 125,88 mg/dL) düzeyini azalttığını ( $P<0,05$ ) bildirmiştir. Andi ve ark (2012) Ross 308 etlik piliç ile yaptıkları çalışmada bazal rasyonlara %0,1, %0,2 ve %0,3 metiyonin ilavesinin 21. günde serum trigliserit düzeyini düşürdüğünü (sırası ile kontrol - %0,1 - %0,2 - %0,3 metiyonin ilave edilen grupların serum trigliserit yoğunlukları 136,6 mg/dL - 72,45 mg/dL - 66,53 mg/dL - 54,27 mg/dL) ( $P<0,05$ ), metiyonin içeriğinin %0,2 fazla olan yem ile beslenen grupta ise serum kolesterol düzeyinin daha düşük (113,75mg/dL - 98,93 mg/dL) ( $P<0,05$ ) olduğunu belirlemiştir.

Ross 308 erkek etlik piliç ile yetiştirme döneminin 11-24. günleri arasında yapılan bir araştırmada, kontrol (%21 HP, %0,61 metiyonin), düşük HP (%18 HP, %0,29 metiyonin) ve düşük HP + metiyonin (%18 HP, %0,61 metiyonin) olmak üzere üç farklı grup oluşturulmuştur. Etlik piliçlerin 24 günlük yaştaki serum trigliserit düzeyleri değerlendirildiğinde düşük protein kapsayan rasyonlara metiyonin ilavesinin serum trigliserit düzeyini yükselttiği ( $P<0,01$ ) saptanmıştır (Jariyahatthakij ve ark, 2018).

Etlik piliç rasyonlarında L-karnitin kullanılmasının serum trigliserit ve kolesterol düzeyine etkilerinin incelendiği çalışmalarda farklı bildirişler mevcuttur. L-karnitin kullanım düzeyi ve bulgular bakımından, yapılan çalışmanın sonuçlarına benzer olarak Jia ve ark (2014) Ross 308 etlik civcivler ile yaptıkları çalışmada 100 mg/kg L-karnitin katkısının 42 günlük yaşta serum trigliserit düzeyini etkilemediğini (0,15 mmol/L – 0,08 mmol/L), kolesterol düzeyini ise düşürdüğünü (2,79 mmol/L – 2,59 mmol/L) ( $P<0,05$ ) bildirmiştir. Benzer şekilde Hosseintabar ve ark (2015) Ross 308 etlik piliç rasyonlarında 0, 75 ve 150 mg/kg düzeyinde L-karnitin kullanılmasının 42. gün serum trigliserit düzeyini etkilemediğini (gruplar için sırası ile 132,0, 139,0 ve 135,3 mg/dL), kolesterol düzeyini ise azalttığını (gruplar için sırası ile 293,0, 185,0 ve 135,67) ( $P<0,01$ ) belirlemiştir.

Etlik piliç rasyonlarına L-karnitin katılarak yapılan diğer çalışmalarda 160 mg/kg L-karnitin serum trigliserit düzeyini düşürürken kolesterol düzeyine etki etmediği (Lien ve Horng, 2001), 50, 75 ve 100 mg/kg L-karnitin serum trigliserit düzeyini düşürdüğü ( $P<0,05$ ) (Xu ve ark, 2003), L-karnitin düzeyinin 300 mg/kg olması halinde serum trigliserit yoğunluğunun ( $P<0,05$ ), 150 ve 300 mg/kg olması halinde ise serum kolesterol yoğunluğunun azaldığı ( $P<0,05$ ) (Golrokh ve ark, 2016) bildirilmiştir. Wang ve ark (2013) ise etlik piliç rasyonlarına 100 mg/kg L-karnitin katılmasının serum trigliserit düzeyini 21. ve 42. günlerde etkilemediğini, ancak 28. ve 35. günlerde düşürdüğünü ( $P<0,05$ ) belirlemiştir.

Hayvansal ve bitkisel yağ kaynaklarının kullanıldığı (%5 bitkisel yağ, %4, 5, 6 hayvansal yağ) etlik civciv rasyonlarına 300 mg/kg L-karnitin ilavesinin 42. gün serum trigliserit ve kolesterol düzeylerine etkisinin olmadığını (Parsaeimehr ve ark, 2014), farklı metabolizlenebilir enerji düzeyine sahip (başlangıç 12,55 – 12,97 – 13,39, bitirme 12,97 – 13,39 – 13,80 MJ/kg) rasyonlara 100 mg/kg karnitin katılmasının 42. gün serum trigliserit düzeyini etkilemediğini (Corduk ve ark, 2007), normal ve düşük çevre sıcaklığında barındırılan etlik civciv rasyonlarına 100 mg/kg karnitin eklenmesinin 23 ve 30. günlerde ölçülen plazma trigliserit yoğunluğunu değiştirmedini (Buyse ve ark, 2001) bildiren çalışmalar da vardır.

Yapılan araştırmaların sonuçları değerlendirildiğinde, serum trigliserit ve kolesterol düzeylerinin artması, azalması ya da değişmemesi bulgularının çeşitli kombinasyonlarını

görmek mümkündür. Yapılan bu çalışmadan elde edilen serum trigliserit ve toplam kolesterol düzeyleri Meluzzi ve ark (1992) tarafından belirtilmiş olan referans değerler (trigliserit 45,7 – 172,0 mg/100 ml ve toplam kolesterol 87,0 – 192,0 mg/100 ml) ve yayınlanmış çalışmaların çoğunun verileri ile uyum gösterse de bazı çalışmaların sonuçları ile farklılıklar bulunmaktadır. Hayvanların canlı ağırlığı, yaşı, cinsiyeti, barındırma koşulları, rasyon bileşimine (özellikle yağ içeriği ve yağ asidi profili) ek olarak kan örneklerinin alınma zamanı (gün/zaman), alındığı bölge ve alınış biçimi ile analiz yöntemi, değerler arasında fark oluşturabilecek temel etmenler olarak görülmektedir.

### 5.5. Göğüs Eti Kalitesi

Göğüs eti kalitesine ilişkin (su tutma kapasitesi, pişirme kaybı, pH ve renk) 39. ve 49. gün bulguları Tablo 40.1, 41.1, 42.1, 43.1, 44.1 ve 45.1’de belirtilmiştir. Araştırmanın 49. günü kesilen hayvanlardan alınan göğüs eti örneklerinin analizleri sonucunda 72. saat parlaklık değeri 100 mg/kg L-karnitin kullanılan gruplarda daha yüksek ( $P<0,05$ ) bulunmuştur. Diğer parametreler bakımından herhangi bir fark bulunmamıştır.

Etlik piliç başlangıç (0-3 hafta) ve bitirme (4-8 hafta) rasyonlarında yeterli (%0,50 - %0,41) ve yüksek (%0,66 - %0,61) düzeyde metiyonin bulunmasının et kalitesi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada (Liu ve ark, 2010) ilave metiyonin kullanılan grupta su tutma kapasitesi ve pişirme kaybının daha yüksek ( $P<0,05$ ), 24. saat pH değerinin ise daha düşük ( $P<0,05$ ) olduğu belirlenmiştir. NRC (1994)’te öngörülen metiyonin gereksiniminin %20 arttırılmasının et kalitesine olan etkilerinin Arbor Acres erkek etlik piliç kullanılarak incelendiği çalışmada (Jiao ve ark, 2010) göğüs eti sarılık derecesini arttırdığı ( $P<0,05$ ), su tutma kapasitesi, pişirme kaybı, pH değerleri (45. dakika ve 24. saat), parlaklık ve kırmızılık derecelerine etkisinin olmadığı saptanmıştır. NRC (1994) verileri temel alınarak yapılan diğer çalışmalarda Zhai ve ark (2016b) tavsiye edilen gereksinimin %20 ve %40’ı üzerinde metiyonin kullanılmasının 24. saat pH değeri, pişirme kaybı, parlaklık ve sarılık derecelerini değiştirmediğini, ancak %40 ilave metiyonin kullanılan grupta kırmızılık derecesinin daha düşük olduğunu ( $P<0,05$ ) belirlerken, Wen ve ark (2017) da gereksinim düzeyinde ve gereksinim düzeyinin %30’u üzerinde metiyonin kullanılmasının pH (24. saat), su tutma kapasitesi, pişirme kaybı ve renk parametreleri bakımından gruplar arasında fark yaratmadığını bildirmiştir.

Etlik piliç rasyonlarında metiyonin gereksinimini karşılamak için kullanılan farklı metiyonin kaynakları bulunmaktadır. Bu kaynakların bazal rasyonlara farklı düzeylerde

ilavesinin göğüs eti kalitesine etkilerini inceleyen çalışmalar da vardır. Drazbo ve ark (2015) Ross 308 erkek etlik piliç ile yaptığı çalışmada herhangi bir metiyonin ilavesi olmayan bazal rasyona (bazal rasyon ileal sindirilebilir metiyonin düzeyleri 0-21. gün %0,30, 22-35. gün %0,27) %0,08 ve %0,24 oranında DL-metiyonin veya metiyonin hidroksi analogu kalsiyum tuzu katkısının 24. saat pH, su tutma kapasitesi, pişirme kaybı ve renk değerleri bakımından gruplar arasında fark oluşturmadığını belirlemiştir. Benzer şekilde Albrecht ve ark (2017) Cobb 500 erkek etlik piliç ile yaptıkları çalışmada metiyonin katkısı içermeyen bazal rasyona (bazal rasyon ileal sindirilebilir metiyonin düzeyleri 0-10. gün %0,43, 11-21. gün %0,35, 22-35. gün %0,32) %0,10, %0,25 ve %0,40 DL-metiyonin veya DL-hidroksi metiyonin bütanoik asit katılmasının 24. saat pH ve pişirme kaybı üzerine etkisinin olmadığını saptamıştır.

Yapılan veri tabanı taramalarında L-karnitin piliç eti kalitesine etkilerinin incelendiği az sayıda çalışmaya ulaşılmıştır. L-karnitin göğüs eti su tutma kapasitesi ve pişirme kaybına olan etkisine ilişkin bir çalışmaya rastlanmamıştır. Zhang ve ark (2014) Arbor Acres erkek etlik piliç rasyonlarına 0 (kontrol), 300, 600 ve 900 mg/kg L-karnitin katılmasının 24. saat göğüs eti pH ve parlaklık değerlerini etkilemediğini, 900 mg/kg L-karnitin katılan grupta kontrol grubuna kıyasla kırmızılığın (6,71-7,28) daha yüksek ( $P<0,05$ ), 600 ve 900 mg/kg L-karnitin kullanılan gruplarda ise sarılığın daha düşük ( $P<0,05$ ) olduğunu belirlemiştir. Zhang ve ark (2014) Arbor Acres erkek etlik piliç kullanarak yaptıkları başka bir çalışmada, rasyonlara 0 (kontrol), 50 ve 100 mg/kg L-karnitin katılmasının 24. saat pH değerini etkilemediğini, 100 mg/kg L-karnitin varlığında parlaklık ( $P<0,01$ ) ve kırmızılık ( $P<0,01$ ) değerlerinin azaldığını, 50 ve 100 mg/kg karnitin varlığında ise sarılık değerinin azaldığını ( $P<0,01$ ) bildirmiştir.

Etlik piliçlerde göğüs eti kalitesine ilişkin yapılan çalışmalarda bulgular farklılık göstermektedir. Metiyonin ve L-karnitin ilavesinin ilgili parametrelere etkisinin olduğunu ve olmadığını bildiren çalışmalar vardır. Araştırılan özellikler rasyon bileşimi, hayvanların genetik özellikleri, kesim ve saklama koşulları, kullanılan ekipman ve ilgili parametreyi analizleme metoduna bağlı olarak değişim gösterebilmektedir. Ayrıca çalışma dizaynı, hayvan sayısı ve uygulanan istatistiksel veri inceleme yöntemi de sonuçlar üzerinde etkili olabilmektedir. Yapılan araştırmada rasyonlarına 100 mg/kg L-karnitin kullanılan grupta 72. saat parlaklık değerinin yüksek belirlenmiş olsa da bu bulgunun rastlantısal olduğu düşünülmektedir.

## 5.6. Göğüs Eti Besin Madde Bileşimi

Normal ve orta şiddetli beyaz çizgili göğüs etlerinin besin madde bileşimleri Tablo 46'da sunulmuştur. Orta şiddetli beyaz çizgili göğüs etlerinin, normale kıyasla daha yüksek düzeyde yağ ( $P<0,001$ ) ve daha düşük düzeyde protein ( $P<0,01$ ) kapsadığı belirlenmiş, nem ve kül düzeyleri bakımından ise farklılık bulunmamıştır.

Beyaz çizgi yoğunluğunun göğüs eti besin madde bileşimine etkisini inceleyen çalışmalarda da benzer sonuçlar göze çarpmaktadır. Ortalama canlı ağırlıkları 2,8 kg olan yedi haftalık yaştaki Ross 708 etlik piliçler ile yapılan iki çalışmanın ilkinde Mudalal ve ark (2014) normal göğüs etlerinde ortalama %0,78 olan yağ düzeyinin orta şiddetli ve şiddetli beyaz çizgili göğüs etlerinde sırası ile ortalama %1,46 ve %2,53 ( $P<0,001$ ), normal göğüs etlerinde ortalama %22,9 olan protein düzeyinin ise orta şiddetli ve şiddetli beyaz çizgili göğüs etlerinde sırası ile ortalama %22,2 ve %20,9 olduğunu ( $P<0,001$ ), göğüs eti su düzeyinde (%75,10 - %75,16) ise bir farklılık olmadığını bildirmiştir. İkinci çalışmada Petracci ve ark (2014) şiddetli beyaz çizgi yoğunluğuna sahip ve beyaz çizgisiz göğüs eti örneklerinde su (%75,4-%73,8) ve yağ (%2,15-%0,98) düzeylerinin normale göre daha yüksek (su  $P<0,01$ , yağ  $P<0,001$ ), protein (%18,7-%22,8) ve kül (%1,14-%1,34) düzeylerinin ise daha düşük ( $P<0,001$ ) olduğu bildirilmiştir. Beyaz çizgi yoğunluğuna bağlı olarak göğüs eti kül düzeyi bulguları farklı olsa da yağ ve protein düzeylerindeki değişim araştırma bulguları ile benzerlik göstermektedir. Baldi ve ark (2018) 47 günlük yaştaki Ross 308 erkek etlik piliçlerden (ortalama canlı ağırlık 2,8 kg) aldıkları beyaz çizgisiz ve farklı beyaz çizgi yoğunluğuna sahip göğüs etlerinin yüzeysel ve derin bölgelerinden yaptıkları analizlerde beyaz çizgili göğüs etlerindeki yağ düzeyinin hem yüzeysel (%2,47-%1,53) hem de derin (%2,05-%1,58) kısımda daha yüksek ( $P<0,001$ ), protein düzeyinin ise hem yüzeysel (%22,5-%23,6) hem de derin (%23,5-%24,3) bölgede daha düşük ( $P<0,001$ ) olduğunu, su ve kül düzeyleri bakımından bir farklılık olmadığını belirlemiştir.

Bu bulguların aksine Kuttappan ve ark (2012b) Cobb 500 etlik piliç göğüs etlerinde yaptıkları incelemede normal ve orta şiddetli beyaz çizgili göğüs etlerinin su, kül, yağ ve protein düzeyleri bakımından aralarında farklılık olmadığını belirlemiştir.

Hindiler üzerinde yapılan bir çalışmada (canlı ağırlık ortalaması 20 kg, 137 günlük yaş), orta düzeyde beyaz çizgili göğüs etlerinde yağ düzeyinin normale göre (%1,22-%1,04) daha yüksek olduğu ( $P<0,05$ ), su ve protein düzeyinde ise farklılık bulunmadığı belirlenmiştir (Soglia ve ark, 2018).

Beyaz çizgilenme göğüs etinin besin madde bileşimini doğrudan etkileyen bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapılan çalışmalarda farklı etlik piliç hatlarının kullanılması,

kesim günü ve canlı ağırlığın farklı olması gibi etmenler sonuçları etkileyebilmektedir. Besin madde analizlerinin yaş dokudan ya da kurutulmuş dokudan yapılmış olmasına bağlı olarak analiz sonuçları farklılık gösterse de araştırmada elde edilen sonuçlar bugüne kadar yapılan çalışmaların sonuçları ile örtüşmektedir.



## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Etlik piliç yetiştiriciliğinin güncel ve önemli sorunlarından biri olan göğüs etinde beyaz çizgi oluşumunun önlenmesinde rasyona gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde DL-metiyonin ve/veya 100 mg/kg L-karnitin katılmasının etkinliğinin değerlendirilmesi için ilgili katkı maddelerinin performans, göğüs etinde beyaz çizgi oluşumu, karkas özellikleri, göğüs eti kalite özellikleri, serum trigliserit ve toplam kolesterol düzeyleri ile beyaz çizgisiz ve beyaz çizgili göğüs etlerinin besin madde bileşimleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanan çalışmanın sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

Performans, karkas özellikleri ve göğüs eti kalitesi ticari etlik piliç yetiştiriciliğinde sektörel bazda üretim hedeflerinin temelini oluşturan konulardandır. Doğrudan ya da dolaylı yoldan üretimi ve tüketim taleplerini etkileyerek, ürünün ekonomik geri dönüşünü belirleyen parametreler olarak birlikte değerlendirilmesi yerinde bir yaklaşım olacaktır.

Araştırmada, rasyonlarda gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde metiyonin bulunmasının 10. günde canlı ağırlığı ( $P<0,05$ ), 11-24. günler arasında yem tüketimini ( $P<0,05$ ) arttırdığı belirlenmiştir. İlave metiyoninin başlangıç döneminde (0-10. günler) ( $P<0,05$ ), 100 mg/kg L-karnitin ise hem başlangıç döneminde hem de toplam yetiştirme periyodunda yemden yararlanma oranını iyileştirdiği ( $P<0,05$ ) tespit edilmiştir.

Metiyoninin gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde kullanılmasının 49. günde göğüs eti ağırlığını ve randımanını arttırdığı ( $P<0,05$ ) gözlenmiştir. Diğer karkas özelliklerine ilişkin incelenen (sıcak karkas ağırlığı ve randımanı, abdominal yağ ağırlığı ve görece ağırlığı ile karaciğer ağırlığı ve görece ağırlığı) parametreler bakımından gruplar arasında herhangi bir fark oluşmamıştır.

Rasyonlarına 100 mg/kg L-karnitin katılan grupta 49. gün 72. saatte ölçülen göğüs eti  $L^*$  değerinin daha yüksek ( $P<0,05$ ) olduğu belirlenmiştir. Sözü edilen bulgunun farklı günler ve saatlerde yapılan diğer ölçümlerde tekrar etmemesi nedeni ile rastlantısal bir bulgu olduğu düşünülmektedir. Bu bağlamda araştırmada kullanılan katkı maddelerinin göğüs eti kalitesine ilişkin incelenen parametrelere (su tutma kapasitesi, pişirme kaybı, pH ve renk) bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır.

Bu veriler bir bütün olarak düşünüldüğünde gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde kullanılan metiyoninin ve/veya 100 mg/kg L-karnitin yukarıda belirtilen beslenme

dönemlerinde bazı performans parametreleri ve göğüs eti verimi üzerine iyileştirici etki gösterdiği belirlenmiştir.

Göğüs etinde beyaz çizgi oluşumu, tüketici yönelimlerini ve ürünün işlenebilirliğini olumsuz yönde etkileyerek ekonomik kayba neden olmaktadır. Araştırmanın temel amacı olan göğüs etinde beyaz çizgi oluşumunun, lipolitik özellikleri bilinen metiyonin ve L-karnitin kullanılarak azaltılması/önlenmesi noktasında, katkı maddelerinin bu yönlü bir etkisi oluşmamıştır.

Orta şiddette beyaz çizgili göğüs etleri ile normal göğüs etleri besin madde bileşimi bakımından karşılaştırıldığında, göğüs etinde beyaz çizgili oluşumunun yağ düzeyini arttırdığı ( $P<0,01$ ,  $P=0,002$ ), protein düzeyini azalttığı ( $P<0,001$ ), nem ve kül düzeylerine ise bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Etlik piliç rasyonlarında 100 mg/kg L-karnitin kullanılmasının 49. günde serum trigliserit düzeyine etkisinin olmadığı fakat toplam kolesterol düzeyini düşürdüğü ( $P<0,05$ ), belirlenmiştir. Gereksinim düzeyinin %25'i üzerinde metiyonin kullanılmasının da ilgili parametrelere bir etkisi saptanmamıştır. Gruplardan alınan serum örneklerinde hem trigliserit hem de kolesterol yoğunluğunun referans değerler aralığında olması nedeniyle 100 mg/kg düzeyde kullanılan L-karnitin serum kolesterol düzeyini düşürücü etkisinden bahsedebilmek tartışmalı bir konudur. Bu konuda net veriler elde edebilmek için rasyonlarda serum trigliserit ve kolesterol düzeyini arttırıcı etkileri olan bileşenler kullanılarak farklı çalışmaların yapılması yerinde olacaktır.

Metiyonin ve L-karnitin lipolitik etkilerinin yanında organizmada farklı yollar üzerinden değişik etkilere sahip olan maddelerdir. Etlik piliç yetiştiriciliği için uygun olmayan hayvana (düşük çıkım ağırlığı, immunsupresyon vb.), yeme (beslenme gereksinimlerini karşılayamama, abiyotik ya da abiyoyik bozulma vb.) ya da çevreye bağlı (sıcaklık, nem, yerleşim sıklığı, taşınma süresinin uzaması, yeme ya da suya geç ulaşma vb.) faktörler ile karşılaşabilmektedir. Bu gibi durumlarda ilgili katkı maddelerinin kullanılmasının hayvanlar ve hayvansal ürünler üzerinde olumlu etkilerini görebilmek mümkündür. Sağlıklı hayvanların, uygun yemler kullanılarak hazırlanmış ve besin madde gereksinimlerini yeterli düzeyde karşılayan rasyonlar ile beslendiği, hayvanlar için optimal bakım koşullarının sağlandığı durumlarda ilgili katkı maddelerinin kullanılıp kullanılmamasına karar verebilmek veya performans ve verimi arttırıcı etkilerinin üretimsel alandaki önemliliğinin belirlenebilmesi için detaylı ekonomik analizlerin yapılması gerekmektedir.

Henüz nedeni belirlenememiş güncel bir sorun olması nedeni ile konu çok yönlü ve detaylı şekilde araştırılmaya devam edilmelidir. Bu miyopatik lezyonun oluşumunu



önleyebilmek için öncelikle oluşum mekanizmasının ortaya koyulması gerekmektedir. Beyaz çizgi oluşumunun azaltılabilmesi/önlenebilmesi için hayvan besleme alanında yemler, yem katkı maddeleri, yetiştirme dönemleri ve bu dönemlerde kullanılan rasyonların bileşimi ve enerji düzeyi gibi konular üzerinde kapsamlı çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

Beyaz çizgili göğüs etinin tüketiminin insan sağlığı üzerine olumsuz bir etkisi belirlenebilmiş değildir. Tüketilmeleri ile alınan yağ miktarı, çizgisiz göğüs eti tüketimine kıyasla daha fazla olacağı belirlenmiştir. Ancak orta şiddette beyaz çizgi içeren göğüs etinin yağ düzeyi bile kırmızı etin (az yağlı tabir edilen dana etinin) ortalama yağ düzeyinden daha düşüktür. Bu yönden değerlendirildiğinde sağlık açısından doğrudan bir sakınca oluşturmadığı düşünülmektedir. Ek olarak konunun insan sağlığına etkisi bakımından değerlendirilebilmesi için beyaz çizgili göğüs etlerinin insan sağlığını etkileyebilecek bileşenleri bakımından detaylı şekilde incelenmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Agostini PS, Dalibard P, Mercier Y, Van der Aar P, Van der Klis JD.** Comparison of methionine sources around requirement levels using a methionine efficacy method in 0 to 28 day old broilers. *Poultry Science* 2016, 95(3), 560-569.
- Ahmed ME, Abbas TE.** Effects of dietary levels of methionine on broiler performance and carcass characteristics. *International Journal of Poultry Science* 2011, 10(2), 147-151.
- Al-Musawi SL, Lock F, Simbi BH, Bayol SAM, Stickland NC.** Muscle specific differences in the regulation of myogenic differentiation in chickens genetically selected for divergent growth rates. *Differentiation* 2011, 82(3), 127-135.
- Albrecht A, Herbert U, Miskel D, Heinemann C, Braun C, Dohlen S, Zeitz O, Eder K, Saremi B, Kreyenschmidt J.** Effect of methionine supplementation in chicken feed on quality and shelf life of fresh poultry meat. *Poultry Science* 2017, 96(8), 2853-2861.
- AOAC.** Official Methods of Analysis, Association of Agricultural Chemist, Inc. Arlington, USA, 2012
- Alexandros N, Bruinsma J.** Food and Agriculture Organization, “World Agriculture Towards 2030/2050: the 2012 Revision”, FAO ESA Working Paper No. 12-03, Rome, 2012: 59-92.
- Allen RE, Merkel RA, Young RB.** Cellular aspects of muscle growth: myogenic cell proliferation. *Journal of Animal Science* 1979, 49(1), 115-127.
- Alnahhas N, Berri C, Chabault M, Chartrin P, Boulay M, Bourin C, Bihan-Duval EL.** Genetic parameters of white striping in relation to body weight, carcass composition and meat quality traits in two broiler lines divergently selected for the ultimate pH of the pectoralis major muscle. *BMC Genetics* 2016, 17, 61-70.
- Amaral PC, Zimmermann C, Santos LR, Noro M, Pra MD, Pilotto F, Rodrigues LB, Dickel EL.** Evaluation of physiological parameters of broilers with dorsal cranial myopathy. *Brazilian Journal of Poultry Science* 2017, 19(1), 69-74.
- Andi MA.** Effects of additional DL-methionine in broiler starter diet on blood lipids and abdominal fat. *African Journal of Biotechnology* 2012, 11(29), 7579-7581.
- Arbor Acres** “Broiler Nutritional Specifications” Aviagen, 2014.
- Arslan C.** L-carnitine and its use as a feed additive in poultry feeding a review. *Revue de Médecine Vétérinaire* 2006, 157(3), 134-142.

- Asadi H, Sadeghi AA, Eila N, Aminafshar M.** Carcass traits and immune response of broiler chickens fed dietary L-carnitine, coenzyme Q<sub>10</sub> and ractopomine. *Brazilian Journal of Poultry Science* 2016, 18(4), 677-682.
- Bailey JG.** Kas fizyolojisi. In: Reece WO (eds), *Dukes Veteriner Fizyoloji* (birinci Türkçe baskı). Malatya, Medipres 2008, s: 845-864.
- Bailey RA, Watson KA, Bilgili SF, Avendano S.** The genetic basis of pectoralis major myopathies in modern broiler chicken lines. *Poultry Science* 2015, 94(12), 2870-2879.
- Baldi G, Soglia F, Mazzoni M, Sirri F, Canonico L, Babini E, Laghi L, Cavani C, Petracci M.** Implications of white striping and spaghetti meat abnormalities on meat quality and histological features in broilers. *Animal* 2018, 12(1), 164-173.
- Barnes DM, Calvert CC, Klasing KC.** Methionine deficiency decreases protein accretion and synthesis but not tRNA acylation in muscle of chicks. *The Journal of Nutrition* 1995, 125(10), 2623-2630.
- Bauermeister LJ, Morey AU, Moran ET, Singh M, Owens CM, McKee SR.** Occurrence of white striping in chicken breast fillets in relation to broiler size. *Poultry Science* 2009, 88 (sup 1) 104 (abstract).
- Berri C, Le Bihan-Duval E, Debut M, Sante-Lhoutellier V, Baeza E, Gigaud V, Jegou Y, Duclos MJ.** Consequence of muscle hypertrophy on characteristics of pectoralis major muscle and breast quality of broiler chickens. *Journal of Animal Science* 2007, 85(8), 2005-2011.
- Blössner M, De Onis M.** World Health Organization, "Nutrition for Health and Development Projection of the Human Environment", WHO Environmental Burden of Disease Series No.2, Geneva, 2005.
- Bodle BC, Alvarado C, Shirley RB, Mercier Y, Lee JT.** Evaluation of different alterations in their ability to mitigate the incidence and severity of woody breast and white striping in commercial male broilers. *Poultry Science* 2018, 0, 1-13.
- Bonne K, Verbeke W.** Religious values informing halal meat production and the control and delivery of halal credence quality. *Agriculture and Human Values* 2008, 25(1), 35-47.
- Bowker B, Zhuang H.** Impact of white striping on functionality attributes of broiler breast meat. *Poultry Science* 2016, 95(8), 1957-1965.
- Bremer J.** Carnitine-metabolism and functions. *Physiological Reviews* 1983, 63(4), 1421-1480.
- Bunchasak C.** Role of methionine in poultry production. *Japan Poultry Science* 2009, 46(3), 169-179.

- Buyse J, Janssens GPJ, Decuypere E.** The effects of dietary L-carnitine supplementation on the performance, organ weights and circulating hormone and metabolite concentrations of broiler chickens reared under a normal or low temperature schedule. *British Poultry Science* 2001, 42(2), 230-241.
- Cavani C, Petracci M, Trocino A, Xicatto G.** Advances in research on poultry and rabbit meat quality. *Italian Journal of Animal Science* 2009, 8 (sup:2), 741-750.
- CDC (Centre for Diseases Control and Prevention).** State specific prevalence of obesity among adults – United States. *MMWR Weekly* 2006, 55(36), 985-988.
- Cemin HS, Vieira SL, Stefanello C, Kindlein L, Ferreira TZ, Fireman AK.** Broiler responses to increasing selenium supplementation using Zn-L-selenomethionine with special attention to breast myopathies. *Poultry Science* 2018, 97(5), 1832-1840.
- Cengiz Ö, Önal AG, Sevim Ö, Öztürk M, Sarı M, Daşkiran M.** Influence of excessive lysine and/or methionine supplementation on growth performance and carcass traits in broiler chicks. *Revue de Médecine Vétérinaire* 2008, 159(4), 230-236.
- Chamruspollert M, Pesti GM, Baklli RI.** Dietary interrelationship among arginine, methionine, and lysine in young broiler chicks. *British Journal of Nutrition* 2002, 88(6), 655-660.
- Chen XD, Ma QG, Tang MY, Li C.** Development of breast muscle and meat quality in Arbor Acres broilers, Jingxing 100 crossbred chickens and Beijing fatty chickens. *Meat Science* 2007, 77(2), 220-227.
- Clark D, Harding R.** Myogenesis muscle growth and structure. In: Petracci M, Berri C (eds), *Poultry Quality Evaluation Quality Attributes and Consumer Values*, Chennai, Woodhead Publishing 2017, p: 29-44.
- Cobb 500** “Broiler Performance and Nutrition Supplement” Cobb-vantress, 2015.
- Conde-Aguilera JA, Cobo-Ortega C, Teeseraud S, Lessire M, Mercier Y, Milgen VJ.** Changes in body composition in broilers by a sulphur amino acid deficiency during growth. *Poultry Science* 2013, 92(5), 1266-1275.
- Cordova-Noboa HA, Oviendo-Rondon EO, Sarsour AH, Barnes J, Ferzola P, Rademacher-Heilshorn M, Braun U.** Performance, meat quality, and pectoral myopathies of broilers fed either corn or sorghum based diets supplemented with guanidinoacetic acid. *Poultry Science* 2018a, 97(7), 2479-2493.
- Cordova-Noboa HA, Oviendo-Rondon EO, Sarsour AH, Barnes J, Sapkota D, Lopez D, Gross L, Rademacher-Heilshorn M, Braun U.** Effect of guanidinoacetic acid supplementation on live performance, meat quality, pectoral myopathies and blood parameters

of male broilers fed corn-based diets with or without poultry by-products. *Poultry Science* 2018b, 97(7), 2494-2505.

**Corduk M, Ceylan N, Ildiz F.** Effects of dietary energy density and L-carnitine supplementation on growth performance, carcass traits and blood parameters of broiler chickens. *South African Journal of Animal Science* 2007, 37(2), 65-73.

**Corzo A, Kidd MT, Dozier III WA, Shack LA, Burgess SC.** Protein expression of pectoralis major muscle in chickens in response to dietary methionine status. *British Journal of Nutrition* 2006, 95(4), 703-708.

**Cruz RFA, Vieira SL, Kindlein L, Kipper M, Cemin HS, Rauber SM.** Occurrence of white striping and wooden breast in broilers fed grower and finisher diets with increasing lysine levels. *Poultry Science* 2017, 96(2), 501-510.

**D'Mello JPF.** Amino Acids in Animal Nutrition (2<sup>nd</sup> ed), D'Mello JPF (eds), CABI Publishing, Cambridge, 2003, p: 1-142.

**Daenner E, Bessei W.** Influence of supplementation with liquid DL-methionine hydroxy analogue-free acid (Alimet) or DL-methionine on performance of broilers. *Journal of Applied Poultry Research* 2003, 12, 101-105.

**Dalibard P, Hess V, Le Tutour L, Peisker M, Peris S, Perojo Gutierrez A, Redshaw M.** Amino Acids in Animal Nutrition, FEFANA Publication, Brussels, 2014, p: 20-35.

**Dalle Zotte A, Tasoniero G, Russo E, Longoni C, Cecchinato M.** Impact of coccidiosis control program and feeding plan on white striping prevalence and severity degree on broiler breast fillets evaluated at three growing ages. *Poultry Science* 2015, 94(9), 2114-2123.

**Dinkins RD, Srinivasa Reddy MS, Meurer CA, Yan B, Trick H, Thibaud-Nissen F, Finer JJ, Parrott WA, Colins GB.** Increased sulphur amino acids in soybean plants overexpressing the maize 15 kDa zein protein. *In Vitro Cellular and Developmental Biology – Plant* 2001, 37(6), 2224-2228.

**Dransfield E, Sosnicki AA.** Relationship between muscle growth and poultry meat quality. *Poultry Science* 1999, 78(5), 743-746.

**Drazbo A, Kozłowski K, Chwastowska-Siwiecka I, Sobczak A, Kwiatkowski P, Lemme A.** Effect of different dietary levels of DL-methionine and the calcium salt of DL-methionine 2-hydroxy-4-methyl butanoic acid on the growth performance, carcass yield and meat quality of broiler chickens. *European Poultry Science* 2015, 79, 1-14.

**Duclos MJ, Berri C, Le Bihan-Duval E.** Muscle growth and meat quality. *Journal of Applied Poultry Research* 2007, 16(1), 107-112.

- Esteve-Garcia E, Llaoradillo LL.** Performance, breast meat yield and abdominal fat deposition of male broilers fed diets supplemented with DL-methionine or DL-methionine hydroxy analogue free acid. *British Poultry Science* 1997, 38(4), 397-404.
- Esteve-Garcia E, Mack S.** The effect of DL-methionine and betaine on growth performance and carcass characteristics in broilers. *Animal Feed Science and Technology* 2000, 87(1-2), 85-93.
- Fanatico AC, Cavitt LC, Pillai PB, Emmert JL, Owens CM.** Evaluation of slower-growing broiler genotypes grown with and without outdoor access: meat quality. *Poultry Science* 2005, 84(11), 1785-1790.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United States)** “Food Outlook Biannual Report on Global Food Markets” FAO, United States of America, 2017.
- Farkhoy M, Modirsanei M, Ghavidel O, Sadegh M, Jafarnejad S.** Evaluation of protein concentration and limiting amino acids including lysine and met+cys in prestarter diet in performance of broilers. *Veterinary Medicine International* 2012, 1-7. (doi:10.1155/2012/394189)
- Ferguson LR.** Meat and cancer. *Meat Science* 2010, 84(2), 308-313.
- Ferreira TZ, Casagrande RA, Vieira SL, Driemeier D, Kindlein L.** An investigation of a reported case of white striping in broilers. *Journal of Applied Poultry Research* 2014, 23(4), 748-753.
- Fletcher DL.** Poultry meat quality. *World's Poultry Science Journal* 2002, 58(2), 131-145.
- Fouad AM, El-Senousey HK.** Nutritional factors affecting abdominal fat deposition in poultry: a review. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 2014, 27(7), 1057-1068.
- Fuller MF.** Encyclopedia of Farm Animal Nutrition. Fuller MF (ed), CABI Publishing, Cambridge, 2004, p: 376.
- GLEAM.** (Global Livestock Environmental Assessment Model). Food and Agriculture Organization of the United States. “Version 2.0”, GLEAM, The United States of America, 2017.
- Golrokh AJ, Bouyeh M, Saidavi A, Hoven RVD, Laudadio V, Tufarelli V.** Effect of different dietary levels of atorvastatin and L-carnitine on performance, carcass characteristics and plasma constituents of broiler chickens. *Japan Poultry Science* 2016, 53(3), 201-207.
- Golshahi A, Nasr J, Rahmatnejad E, Mohammadi A.** Broiler performance in response different methionine levels. *Journal of Agricultural Technology* 2013, 9(6), 1399-1404.
- Golzar Adabi SH, Cooper RG, Ceylan N, Corduk M.** L-carnitine and its functional effects in poultry nutrition. *World's Poultry Science Journal* 2011, 67(2), 277-296.

- Goulart CDC, Costa FGP, Silva JHVD, Souza GD, Rodrigues VP, Oliveira CFSD.** Requirements of digestible methionine+cystine for broiler chickens at 1 to 42 days of age. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2011, 40(4), 797-803.
- Gous RM, Moran JR ET, Stilborn HR, Bradford GD, Emmans GC.** Evaluation of the parameters needed to describe the overall growth, the chemical growth, and growth of feathers and breast muscle of broilers. *Poultry Science* 1999, 78(6), 812-821.
- Guernec A, Berri C, Chevalier B, Wacrenier-Cere N, Le Bihan-Duval E, Duclos MJ.** Muscle development, insulin-like growth factor-I and myostatin mRNA levels in chicken selected for increased breast muscle yield. *Growth Hormone & IGF Research* 2003, 13(1), 8-18.
- Hamm R.** Biochemistry of meat hydration. *Advances in Food Research* 1960, 10(2), 355-463.
- Hayat Z, Rehman A, Akram K, Farooq U, Saleem G.** Evaluation of natural methionine source on broiler growth performance. *Journal of Science of Food and Agriculture* 2015(12), 95, 2462-2466.
- Honikel KO.** Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science* 1998, 49(4), 447-457.
- Hosseintabar B, Dadashbeiki M, Bouyeh M, Seidavi A, Hoven RVD, Gamboa S.** Effect of different levels of L-carnitine and lysine-methionine on broiler blood parameters. *Journal of Faculty of Veterinary Medicine and Zootechny of the University of Cordoba* 2015, 20(3), 4698-4708.
- Hoving-Bolink AH, Kranen RW, Klont RE, Gerritsen CLM, De Greff KH.** Fiber area and capillary supply in broiler breast muscle in relation to productivity and acites. *Meat Science* 2000, 56(4), 397-402.
- Hrncar C, Verguliakova S, Svorad P, Weis J, Arpasova H, Mindek S, Fik M, Bujko J.** Effect of L-carnitine supplementation on fattening and carcass parameters of broiler chickens. *Acta Fytotechnica et Zootechnica* 2015, 18(1), 15-19.
- Jariyahatthakij P, Chomtee B, Poekhampha T, Loongyai W, Bunchasak C.** Effects of adding methionine in low-protein diet and subsequently fed low-energy diet on productive performance, blood chemical profile, and lipid metabolism-related gene expression of broiler chickens. *Poultry Science* 2018, 97(6), 2021-2033.
- Jia R, Bao YH, Zhang Y, Ji C, Zhao LH, Zhang JY, Gao CQ, Ma GQ.** Effects of dietary  $\alpha$ -lipoic acid, acetyl-L-carnitine, and sex on antioxidative ability, energy, and lipid metabolism in broilers. *Poultry Science* 2014, 93(11), 2809-2817.

- Jiao P, Guo Y, Yang X, Long F.** Effects of dietary arginine and methionine levels on broiler carcass traits and meat quality. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 2010, 9(11), 1546-1551.
- Kalbande VH, Ravikanth K, Maini S, Rekhe DS.** Methionine supplementation options in poultry. *International Journal of Poultry Science* 2009, 8(6), 588-591.
- Kennedy OB, Stewart-Knox BJ, Mitchell PC, Thurnham DI.** Consumer perceptions of poultry meat: a qualitative analysis. *Nutrition & Food Science* 2004, 34(3), 122-129.
- Kiraz S, Şengül T.** Relationship between abdominal fat and methionine deficiency in broilers. *Czech Journal of Animal Science* 2005, 50(8), 362-368.
- Kidd MT, Gilbert J, Corzo A, Page C, Virden WS, Woodworth JC.** Dietary L-carnitine influences broiler thigh yield. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 2009, 22(5), 681-685
- Kikusato M, Sudo S, Toyomizu M.** Methionine deficiency leads to hepatic fat accretion via impairment of fatty acid import by carnitine palmitoyltransferase I. *British Poultry Science* 2015, 56(2), 225-231.
- Kindlein L, Ferreira TZ, Driemeier D, Nascimento VP, Vieira SL, Moraes LE, King A, Sainz RD.** Occurrence and severity of white striping in broilers until 50d of age fed with high and low-energy diets: body weight, histopathological changes and meat quality. *Journal of Veterinary Science and Technology* 2017, 8(6), 478-786.
- Kuttappan VA, Brewer VB, Clark FD, McKee SR, Meullenet JF, Emmert JL, Owens CM.** Effect of white striping on histological and meat quality characteristics of broiler fillets. *Poultry Science* 2009, 88 (E-Suppl. 1): 136-137 (abstract).
- Kuttappan VA, Bottje W, Ramnathan R, Hartson SD, Coon CN, Kong BW, Owens CM, Vazquez-Anon M, Hargis BM.** Proteomic analysis reveals changes in carbohydrate and protein metabolism associated with broiler breast myopathy. *Poultry Science* 2017a, 96(8), 2992-2999.
- Kuttappan VA, Brewer VB, Apple JK, Waldroup PW, Owens CM.** Influence of growth rate on the occurrence of white striping in broiler breast fillets. *Poultry Science* 2012b, 91(10), 2677-2685.
- Kuttappan VA, Brewer VB, Mauromoustakos A, McKee SR, Emmert JL, Meullenet JF, Owens CM.** Estimation of factors associated with the occurrence of white striping in broiler breast fillets. *Poultry Science* 2013c, 92(3), 811-819.
- Kuttappan VA, Goodgame SD, Bradley CD, Mauromoustakos A, Hargis BM, Waldroup PW, Owens CM.** Effect of different levels of dietary vitamin E (DL- $\alpha$ -tocopherol acetate) on



the occurrence of various degrees of white striping on broiler breast fillets. *Poultry Science* 2012c, 91(12), 3230-3235.

**Kuttappan VA, Hargis BM, Owens CM.** White striping and woody breast myopathies in the modern poultry industry: a review. *Poultry Science* 2016, 95(11), 2724-2733.

**Kuttappan VA, Huff GR, Huff WE, Hargis BM, Apple JK, Coon C, Owens CM.** Comparison of hematologic and serologic profiles of broiler birds with normal and severe degrees of white striping in breast fillets. *Poultry Science* 2013b, 92(2), 339-345.

**Kuttappan VA, Lee YS, Erf GF, Meullenet JFC, McKee SR, Owens CM.** Consumer acceptance of visual appearance of broiler breast meat with varying degrees of white striping. *Poultry Science* 2012a, 91(5), 1240-1247.

**Kuttappan VA, Owens CM, Coon C, Hargis BM, Vazquez-Anon M.** Incidence of broiler breast myopathies at 2 different ages and its impact on selected raw meat quality parameters. *Poultry Science* 2017b, 96(8), 3005-3009.

**Kuttappan VA, Shivaprasad HL, Shaw DP, Valentine BA, Hargis BM, Clark FD, McKee SR, Owens SM.** Pathological changes associated with white striping in broiler breast muscles. *Poultry Science* 2013a, 92(2), 331-338.

**Lever J, Miele M.** The growth of halal meat markets in Europe: an exploration of the supply side theory of religion. *Journal of Rural Studies* 2012, 28(4), 528-537.

**Lien RJ, Bilgili SF, Hess JB, Joiner KS.** Induction of deep pectoral myopathy in broiler chickens via encouraged wing flapping. *Journal of Applied Poultry Research* 2012, 21(3), 556-562.

**Lien TF, Horng YM.** The effect of supplementary dietary L-carnitine on the growth performance, serum components, carcass traits and enzyme activities in relation to fatty acid  $\beta$ -oxidation of broiler chickens. *British Poultry Science* 2001, 42(1), 92-95.

**Liu G, Zong K, Zhang L, Cao S.** Dietary methionine affect meat quality and myostatin gene exon 1 region methylation in skeletal muscle tissue of broilers. *Agricultural Science in China* 2010, 9(9), 1338-1346.

**Lorenzi M, Mudalal S, Cavani C, Petracci M.** Incidence of white striping under commercial conditions in medium and heavy broiler chickens in Italy. *Journal of Applied Poultry Research* 2014, 23(4), 754-758.

**Mahon M.** Muscle abnormalities: morphological aspect. In: Richardson RI, Mead GC (eds), *Poultry Meat Science*, Oxon, CABI Publishing, 1999, p: 19-64.

- Mazzoni M, Petracci M, Meluzzi A, Cavani C, Clavenzani P, Sirri F.** Relationship between pectoralis muscle histology and quality traits of chicken meat. *Poultry Science* 2015, 94(1), 123-130.
- Meluzzi A, Primiceri G, Giordani R, Fabris G.** Determination of blood constituents reference values in broilers. *Poultry Science* 1992, 71(2), 337-345.
- Micha R, Wallace SK, Mozaffarian D.** Red and processed meat consumption and risk of incident coronary heart disease, stroke, and diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Circulation* 2010, 121(21), 2271-2283.
- Michalczyk M, Lukaszewicz M, Niemiec J, Wnuk A, Mroczek-Sosnowska N.** Effect of L-carnitine on performance and dressing percentage of broiler chickens. *Annals of Warsaw University of Life Sciences Animal Science* 2012, 51, 89-99.
- Mottet A, Tempio G.** Global poultry production: current state and future outlook and challenges. *World's Poultry Science Journal* 2017, 73(2), 245-256.
- Mudalal S, Babini E, Cavani C, Petracci M.** Quantity and functionality of protein fractions chicken breast fillets affected by white striping. *Poultry Science* 2014, 93(8), 2108-2116.
- Mudalal S, Babini E, Cavani C, Petracci M.** The effect of white striping on chemical composition of chicken breast meat. *World Poultry Science Journal* 2013, 69 (sup), 1-6.
- Mudalal S, Lorenzi M, Soglia F, Cavani C, Petracci M.** Implications of white striping and wooden breast abnormalities on quality traits of raw and marinated chicken meat. *Animal* 2015, 9(4), 728-734.
- Mulyantini NGA, Ulrikus RL, Bryden WL, Li X.** Different levels of digestible methionine on performance of broiler starter. *Animal Production* 2010, 12(1), 6-11.
- Murali P, George SK, Ally K, Dipu MT.** Effect of L-carnitine supplementation on growth performance, nutrient utilization, and nitrogen balance of broilers fed with animal fat. *Veterinary World* 2015, 8(4), 482-486.
- Mutryn MF, Brannick EM, Fu W, Lee WR, Abasht B.** Characterization of a novel chicken muscle disorder through differential gene expression and pathway analysis using RNA-sequencing. *BMC Genomics* 2015, 16, 399-418.
- Needham C.** Library of European Parliament “Religious Slaughter of Animals in the EU”, EPRS, London, 2015, p: 1-8.
- Nimni ME, Han B, Cordoba F.** Are we getting enough sulphur in our diet?. *Metabolism and Nutrition* 2006, 4, 24-36.
- NRC** Nutrient Requirements of Poultry (8<sup>th</sup> ed), National Academy Press, Washington D.C., 1984, p: 11-15.

**NRC** Nutrient Requirements of Poultry (9<sup>th</sup> ed), National Academy Press, Washington D.C., 1994, p: 26-34.

**OECD-FAO.** “OECD-FAO Agricultural Outlook 2017-2026” Organization for Economic Cooperation and Development – Food and Agriculture Organization of the United States, Paris, 2017.

**Offer G, Cousins T.** The mechanism of drip production-formation of 2 compartments of extracellular-space in muscle postmortem. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 1992, 58(1), 107-116.

**Özdamar K.** Paket Programlama ile İstatistiksel Veri Analizi, 2. Basım, Kaan Kitabevi, Eskişehir, Türkiye, 2004.

**Parsaeimehr K, Afrouziyeh Mi Hoseinzadeh S.** The effects of L-carnitine and different levels of animal fat on performance, carcass characteristics, some blood parameters and immune response in broiler chickens. *Iranian Journal of Applied Animal Science* 2014, 4(3), 561-566.

**Petracci M, Cavani C.** Muscle growth and poultry meat quality issues. *Nutrients* 2012, 4(1), 1-12.

**Petracci M, Mudalal S, Babini E, Cavani C.** Effect of white striping on chemical composition and nutritional value of broiler breast meat. *Italian Journal of Animal Science* 2014, 13(1), 179-183.

**Petracci M, Mudalal S, Bonfiglio A, Cavani C.** Occurrence of white striping under commercial conditions and its impact on breast meat quality in broiler chickens. *Poultry Science* 2013a, 92(6), 1670-1675.

**Petracci M, Mudalal S, Soglia F, Cavani C.** Meat quality in fast-growing broiler chickens. *World's Poultry Science Journal* 2015, 71(2), 363-374.

**Petracci M, Sirri F, Mazzoni M, Meluzzi A.** Comparison of breast traits and meat quality characteristics in 2 commercial chicken hybrids. *Poultry Science* 2013b, 92(9), 2438-2447.

**Picard B, Berri C, Lefaucheur L, Molette C, Sayd T, Terlouw C.** Skeletal muscle proteomics in livestock production. *Briefings in Functional Genomics* 2010, 9(3), 259-2

**Rabie MH, Szilagyi M.** Effects of L-carnitine supplementation of diet differing in energy levels on performance, abdominal fat content, and yield and composition of edible meat of broilers. *British Journal of Nutrition* 1998, 80(4), 391-400.

**Rahman BMDA.** Effect of dietary choline and methionine on broiler chicks performance and some blood parameters, Master Thesis, University of Khartoum, Sudan, 2005.

**Ravanel S, Block MA, Pippert P, Jabrin S, Curien G, Rebeille F, Douce R.** Methionine metabolism in plants. *Journal of Biological Chemistry* 2004, 279(21), 22548-22557.

- Rehvan Z, Naz S, Khan RU, Tahir M.** An update on potential applications of L-carnitine in poultry. *World's Poultry Science Journal* 2017, 73(4), 823-830.
- Ringseis R, Keller J, Eder K.** Basic mechanism of regulation of L-carnitine status in monogastric and efficacy of L-carnitine as a feed additive in pigs and poultry. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 2018, (doi: 10.1111/jpn.12959).
- Ross 308** "Nutritional Specifications" Aviagen, 2014.
- Russo E, Drigo M, Longoni C, Pezzotti R, Fasoli P, Recordati C.** Evaluation of white striping prevalence and predisposing factors in broilers at slaughter. *Poultry Science* 2015, 94(8), 1843-1848.
- Sanchez Brambila G, Bowker BC, Zhuang H.** Comparison of sensory texture attributes of broiler breast fillets with different degrees of white striping. *Poultry Science* 2016, 95(10), 2472-2476.
- Scanes CG.** Protein metabolism. In: Scanes CG (ed), *Sturkie's Avian Physiology* (6<sup>th</sup> ed), London, Elsevier, 2015: 455-467.
- Scheuermann GN, Bilgili SF, Hess JB, Mulvaney DR.** Breast muscle development in commercial broiler chickens. *Poultry Science* 2003, 82(10), 1648-1658.
- Schönfeldt HC, Gibson N.** Changes in the nutrient quality of meat in an obesity context. *Meat Science* 2008, 80(1), 20-27.
- Sihvo HK, Immonen K, Puolanne E.** Myodegeneration with fibrosis and regeneration in pectoralis major muscle of broilers. *Veterinary Pathology* 2014, 51(3), 619-623.
- Sirri F, Maiorano G, Tavaniello S, Chen J, Petracci M, Meluzzi A.** Effect of different levels of zinc, manganese, and copper from organic or inorganic sources on performance, bacterial chondronecrosis, intramuscular collagen characteristics, and occurrence of meat quality defects of broiler chickens. *Poultry Science* 2016, 95(8), 1813-1824.
- Skrivan M, Englmaierova M, Dlouha G, Bubacova I, Skrivanova V.** High dietary concentration of methionine reduce the selenium content, glutathione peroxidase activity and oxidative stability of chicken meat. *Czech Journal of Animal Science* 2011, 56(9), 398-405.
- Soglia F, Baldi G, Laghi L, Mudalal S, Cavani C, Petracci M.** Effect of white striping on turkey breast meat quality. *Animal* 2018, 12(10), 2198-2204.
- Sosnicki AA, Cassens RG, Vimini RJ, Graeser ML.** Histopathological and ultra-structural alterations of turkey skeletal muscle. *Poultry Science* 1991, 70(2), 349-357.
- Takahashi K, Akiba Y.** Effect of methionine supplementation on lipogenesis and lipolysis in broiler chicks. *Japan Poultry Science* 1995, 32(2), 99-106.

**Taklimi SMM, Ghazvinian K, Kasgari MRA.** Effect of L-carnitine on performance and carcass quality of broiler chickens. *Academic Journal of Scientific Research* 2015, 3(3), 50-54.

**Tasoniero G, Cullere M, Cecchinato M, Puolanne E, Dalle Zotte A.** Technological quality, mineral profile, and sensory attributes of broiler chicken breasts affected by white striping and wooden breast myopathies. *Poultry Science* 2016, 95(11), 2707-2714.

**Traffano-Schiffo MV, Castro-Giraldez M, Colom RJ, Fito PJ.** Development of a spectrophotometric system to detect white striping physiopathy in whole chicken carcass. *Sensors* 2017, 17(5), 1024-1038.

**Trocino A, Piccirillo A, Birolo M, Radaelli G, Bertotto D, Filiou E, Petracci M, Xicatto G.** Effect of genotype, gender and feed restriction on growth, meat quality and the occurrence of white striping and wooden breast in broiler chickens. *Poultry Science* 2015, 94(12), 2996-3004.

**Velleman GS, McFarland DC.** Skeletal muscle, In: Scanes CG (ed), *Sturkie's Avian Physiology* (6<sup>th</sup> ed). Boston, Elsevier 2015, p: 379-402.

**Velleman SG, Anderson JW, Coy CS, Nestor KE.** Effect of selection for growth rate on muscle damage during turkey breast muscle development. *Poultry Science* 2003, 82(7), 1069-1074.

**Velleman SG, Clark DL.** Histopathologic and myogenic gene expression changes associated with wooden breast in broiler breast muscles. *Avian Diseases* 2015, 59(3), 410-418.

**Velleman SG.** Muscle development in embryo and hatchling. *Poultry Science* 2007, 86(5), 1050-1054.

**Vieira SL, Lemme A, Goldberg DB, Brugalli I.** Responses of growing broilers to diets with increased sulphur amino acids to lysine ratios at two dietary levels. *Poultry Science* 2004, 83(8), 1307-1313.

**Vignale K, Caldas JV, England JA, Boonsinchai N, Magnuson A, Pollock ED, Dridi S, Owens CM, Coon CN.** Effect of white striping myopathy on breast muscle (*pectoralis major*) protein turnover and gene expression in broilers. *Poultry Science* 2017, 96(4), 886-893.

**Wang YW, Ning D, Peng YZ, Guo YM.** Effects of dietary L-carnitine supplementation on growth performance, organ weight, biochemical parameters and ascites susceptibility in broilers reared under low-temperature environment. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 2013, 26(2), 233-240.

**Web\_1** (2008). Washington State University.  
<https://s3.wp.wsu.edu/uploads/sites/346/2014/11/Protein-and-amino-acid-for-poultry-final.pdf>  
(14.10.2015)

**Web\_2** (2007). Papillon-ag.

<http://papillonag.com/pdf/Lysine-Meth%20Feedstuffs%20Reprint.pdf>. (04.10.2015)

**Web\_3** (2016). ATTRA Sustainable Agriculture.

<https://attra.ncat.org/attra-pub/download.php?id=336>. (16.08.2016)

**Web\_4** (2015) The Poultry Federation.

<http://www.thepoultryfederation.com/public/userfiles/files/Paper%20PierreAndr%C3%A9%20Geraert%20Advances%20in%20Sulphur.pdf>. (09.10.2015)

**Web\_5** (2015) The Poultry Federation.

<http://www.thepoultryfederation.com/public/userfiles/files/Paper%20Paul%20Tillman%20Current%20Amino%20Acids>. (21.09.2015)

**Web\_6** (2011) National Chicken Council.

<https://www.nationalchickencouncil.org/about-the-industry/statistics/how-broilers-are-marketed/> (12.03.2018)

**Web\_7** (2017) National Chicken Council.

<https://www.nationalchickencouncil.org/about-the-industry/statistics/u-s-broiler-performance/> (12.03.2018)

**Web\_8** (2011) National Chicken Council.

<https://www.nationalchickencouncil.org/about-the-industry/consumer-research/> (12.03.2018)

**Web\_9** (2006) Lehninger principles of biochemistry.

<http://www.pdfdrive.net/lehninger-principles-of-biochemistry-fourth-edition-e6867203.html>. (23.09.2015)

**Wen C, Chen X, Chen GY, Wu P, Chen YP, Zhou YM, Wang T.** Methionine improves breast muscle growth and alters myogenic gene expression in broilers. *Journal of Animal Science* 2014a, 92(3), 1068-1073.

**Wen C, Jiang XY, Ding LR, Wang T, Zhou YM.** Effects of dietary methionine on growth performance, meat quality and oxidative status of breast muscle in fast- and slow-growing broilers. *Poultry Science* 2017, 96(6), 1707-1714.

**Wen C, Wu P, Chen Y, Wang T, Zhou Y.** Methionine improves the performance and breast muscle growth of broilers with lower hatching weight by altering the expression of genes associated with the insulin-like growth factor-I signalling pathway. *British Journal of Nutrition* 2014b, 111(2), 201-206.

**Westerblad H, Bruton JD, Katz A.** Skeletal muscle: energy metabolism, fiber types, fatigue and adaptability. *Experimental Cell Research* 2010, 316(18), 3093-3099.

- Windhorst HW.** Dynamics and pattern of global poultry-meat production. In: Petracci M, Berri C (eds), *Poultry Quality Evaluation Quality Attributes and Consumer Values*, Chennai, Woodhead Publishing 2017, p: 1-25.
- Wu G.** Dietary requirements of synthesisable amino acids by animals: a paradigm shift in protein nutrition. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 2014, 5, 34-46.
- Xu ZR, Wang MQ, Mao HX, Zhan XA, Hu CH.** Effects of L-carnitine on growth performance, carcass composition, and metabolism of lipids in male broilers. *Poultry Science* 2003, 82(3), 408-413.
- Yuan J, Karimi AJ, Goodgame SD, Lu C, Mussini FJ, Waldroup PW.** Evaluation of herbal methionine source in broiler diets. *International Journal of Poultry Science* 2012, 11(4), 247-250.
- Zhai W, Araujo LF, Burgess SC, Cooksey AM, Perdarvis K, Mercier Y, Corzo A.** Protein expression in pectoral skeletal muscle of chickens as influenced dietary methionine. *Poultry Science* 2012, 91(10), 2548-2555.
- Zhai W, Peebles ED, Schilling MW, Mercier Y.** Effects of dietary lysine and methionine supplementation on Ross 708 male broilers from 21 to 42 d of age (I): growth performance, meat yield, and cost effectiveness. *Journal of Applied Poultry Research* 2016a, 25(2), 197-211.
- Zhai W, Peebles ED, Wang X, Gerard PD, Olanrewaju HA, Mercier Y.** Effects of dietary lysine and methionine supplementation on Ross 708 male broilers from 21 to 42 days of age (III): serum metabolites, hormones, and their relationship with growth performance. *Journal of Applied Poultry Research* 2016c, 25(2), 223-231.
- Zhai W, Schilling MW, Jackson V, Peebles ED, Mercier Y.** Effects of dietary lysine and methionine supplementation on Ross 708 male broilers from 21 to 42 days of age (II): breast meat quality. *Journal of Applied Poultry Research* 2016b, 25(2), 212-222.
- Zhang S, Saremi B, Gilbert ER, Wong EA.** Physiological and biochemical aspects of methionine isomers and a methionine analogue in broilers. *Poultry Science* 2017, 96(2), 425-439.
- Zhang Y, Jia R, Ji C, Ma Q, Huang J, Yin H, Liu L.** Effects of dietary alpha-lipoic acid and acetyl-L-carnitine on growth performance and meat quality in Arbor acres broilers. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 2014, 27(7), 996-1002.
- Zhang Y, Ma Q, Bai X, Zhao L, Wang Q, Ji C, Liu L, Yin H.** Effects of dietary acetyl-L-carnitine on meat quality and lipid metabolism in Arbor acres broilers. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 2010, 23(12), 1639-1644.

**Zhao JP, Chen JL, Zhao GP, Zheng MQ, Jiang RR, Wen J.** Live performance, carcass composition, and blood metabolite responses to dietary nutrient density in two distinct broiler breeds of male chickens. *Poultry Science* 2009, 88(12), 2575-2584.

**Zhao JP, Zhao GP, Jiang RR, Zheng MQ, Chen JL, Liu RR, Wen J.** Effects of diet-induced differences in growth rate on metabolic, histological, and meat-quality properties of 2 muscles in male chickens of distinct broiler breeds. *Poultry Science* 2012, 91(1), 237-247.

**Zuidhof MJ, Schneider BL, Carney VL, Korver DR, Robinson FE.** Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. *Poultry Science* 2014, 93(12), 2970-2982.





# EKLER



T.C.  
ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ  
HAYVAN DENEYLERİ YEREL ETİK KURULU  
(ADÜ-HADYEK)



Aydın, 26 Ekim 2016

**Oturum** : Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu 2016 Yılı IX. Oturumu  
**Sayı** : 64583101/2016/168  
**Proje Başlığı** : Etlik piliçlerde göğüs etinde beyaz çizgi oluşumunun önlenmesinde rasyonlara DL-Metiyonin ve L-Karnitin katkısının etkinliğinin belirlenmesi  
**Proje Yürütücüsü** : Ahmet Gökhan ÖNAL  
**Proje Ekibi** : Eren KUTER

**Bu çalışmanın hiçbir bölümünde:**

İnsan embriyosu ve fötüsü kullanılması  
İnsan embriyosu ve fötüsü dokularının kullanılması  
Diğer insan doku ve hücrelerinin kullanılması

**Hayvan Çalışması** : İnsanlarda araştırma  
İnsan olmayan primatların kullanılması  
Transgenik hayvanların kullanılması  
Hayvanlarda genetik modifikasyon öngörülmemiştir.

**Bu çalışmanın yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmamaktadır.**

Prof. Dr. M. Dinçer BİLGİN  
Başkan

Prof. Dr. Turhan DOST  
Başkan Yardımcısı

Prof. Dr. Işıl SÖNMEZ  
Üye

Prof. Dr. Deniz ÇOBAN  
Üye

Prof. Dr. Yücel KOCA  
Üye

Yrd. Doç. Dr. Evrim DERELİ FİDAN  
Üye

Vet. Hek. Serdar AKTAŞ  
Üye

(Toplantıya Katılmadı)  
Vet. Hek. Atıla M. UÇMAKLIOĞLU  
Üye

Yurdagül ALTINBAŞ  
Üye

Bu rapor, sadece Adnan Menderes Üniversitesi'nde yapılacak çalışmalar için geçerlidir.

## ÖZGEÇMİŞ

**Soyadı, Adı** : KUTER, Eren  
**Uyruk** : Türkiye Cumhuriyeti  
**Doğum yeri ve tarihi** : 05/05/1988  
**Telefon** : 0532 403 00 80  
**E-mail** : erenkuter@gmail.com  
**Yabancı Dil** : İngilizce

### EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet tarihi
Lisans	Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi	01/06/2012

### İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer/Kurum	Ünvan
2013-2014	Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi	Araş. Gör.
2014-2018	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü	Araş. Gör.
2018-	Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Veteriner Fakültesi	Araş. Gör.

### AKADEMİK YAYINLAR

#### 1. Makaleler

1. Ahsan U, Cengiz Ö, Raza I, **Kuter E**, Chacher MFA, Iqbal Z, Umar S, Çakır S. Sodium butyrate in chicken nutrition: the dynamics of performance, gut microbiota, gut morphology, and immunity, *World's Poultry Science* 2016, 72 (2): 265-275.
2. Cengiz Ö, **Kuter E**, Reman A. Köpeklerin beslenmesi, *Türkiye Klinikleri Journal Nutrition and Nutritional Diseases Special Topics* 2016, 2 (2): 76-88.
3. Pekel AY, Çalık A, Alataş MS, **Kuter E**, Cengiz Ö, Omurtag GZ, İnan G. Evaluation of correlations between nutrients, fatty acids, heavy metals, and deoxynivalenol in corn (*Zea mays* L.), *The Journal of Applied Poultry Research* 2018. (doi: 10.3382/japr/pfy023)
4. Buğdaycı KE, Karakaş Oğuz F, Oğuz MN, **Kuter E**. Effects of fennel seed supplementation of ration on performance, egg quality, serum cholesterol, and total phenol content of egg yolk of laying quails. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2018. (doi: 10.1590/rbz4720170160)

5. Köksal BH, Cengiz Ö, Ahsan U, Sevim Ö, Tatlı O, Beyaz D, Büyükyörük S, Boyacıoğlu M, **Kuter E**, Kızanlık PK, Kaya M, Önal AG (2018) Effect of dietary prebiotic supplementation on growth performance, relative carcass and organ yields, gut microbiome, and blood malondialdehyde level of broilers subjected to post-hatch feed and water restriction, *European Poultry Science* 2018, 82 (doi: 10.1399/eps.2018.234)

6. Cengiz Ö, Köksal BH, Tatlı O, **Kuter E**, Ahsan U, Güven G, Sevim Ö, Bilgili SF, Önal AG. Supplemental boric acid does not prevent the development of foodpad dermatitis in broilers subjected to high stocking density. *Poultry Science* 2018. (doi: 10.3382/ps/pey337)

## 2. Projeler

1. Pekel AY, **Kuter E**, Çalık A, Cengiz Ö, İnan G. (2017) Evaluation of nutrient composition and correlations between nutrients and color characteristics of corn grains, İstanbul Üniversitesi BAP BEK-2016-23756 No'lu Proje, *Araştırmacı* (Tamamlanmıştır).

2. Pekel AY, **Kuter E**, Atmaca G, Tatlı O, Sevim Ö, Köksal BH, Cengiz Ö. Rasyon amino asit yoğunluğu ve lizin düzeyi ile farklı hayvan hattı ve yerleşim sıklığının etlik piliç göğüs etinde beyaz şerit oluşumuna etkilerinin incelenmesi, İstanbul Üniversitesi BAP TSA-2018-30357 No'lu Proje, *Araştırmacı* (Devam etmektedir).

## 3. Bildiriler

### A) Uluslararası Kongrelerde Sunulan Bildiriler

1. Buğdaycı KE, Karakaş Oğuz F, Oğuz N, **Kuter E** (2015). Effects of fennel seed meal supplementation of rations on performance, egg quality and serum cholesterol in laying quails, 2<sup>nd</sup> International VETIstanbul Group Congress, 7-9 April 2015 (Özet bildiri / Sözlü sunum).

2. Cengiz Ö, Köksal BH, Sevim Ö, **Kuter E**, Güven G, Önal AG (2016). Yüksek yerleşim sıklığında barındırılan etlik piliçlerin rasyonlarında kullanılan borik asitin performans, altlık kalitesi ve ayak tabanı yangısına etkileri, 1<sup>st</sup> International Animal Nutrition Congress, 28 Eylül-1 Ekim 2016, Antalya, Türkiye (Tam metin bildiri / Poster).

3. Pekel AY, Çalık A, **Kuter E**, Cengiz Ö, İnan G (2017) Evaluation of nutrient composition and correlations between nutrients and color characteristics of corn grains, 2017 International Poultry Scientific Forum, 30-31 January 2017, Atlanta, Georgia, USA (Özet bildiri / Poster).

4. Umair A, Önal AK, **Kuter E**, Cengiz Ö, Raza I (2017) Kanatlı beslemede sodyum bütirat kullanımının performans, bağırsak mikroflora ve bağırsak morfolojisi üzerine etkileri, 4<sup>th</sup> International Poultry Meat Congress, 26-30 Nisan 2017, Antalya, Türkiye (Tam metin bildiri / Poster)

5. Köksal BH, Cengiz Ö, Sevim Ö, Tatlı O, Beyaz D, Büyükyörük S, Boyacıoğlu M, **Kuter E**, Koçak P, Kaya M, Önal AG (2017) Kuluçkadan çıkım sonrası bekletilen etlik piliçlerin rasyonlarına prebiyotik katkısının büyüme performansı ve bağırsak mikroflorası üzerine etkileri, 4<sup>th</sup> International Poultry Meat Congress, 26-30 Nisan 2017, Antalya, Türkiye (Tam metin bildiri / Sözlü sunum)

6. Umair A, **Kuter E**, Köksal BH, Güleş Ö, Raza I, Koçak P, Beyaz D, Cengiz Ö (2017) Etlik piliç rasyonlarına farklı düzeylerde katılan bitkisel yem katkı maddesinin bağırsak

mikrobiyotası be bağırsak morfolojisi üzerine etkisi, 4<sup>th</sup> International Poultry Meat Congress, 26-30 Nisan 2017, Antalya, Türkiye (Tam metin bildiri / Poster)

7. Pekel AY, Çalık A, Alataş MS, **Kuter E**, Cengiz Ö, İnan G (2017) Relationship between nutrient composition, fatty acids content and color characteristics of corn grains, 2017 Poultry Science Association Annual Meeting, 17-20 July 2017, Orlando, Florida, USA (Özet bildiri / Poster)

8. Pekel AY, Çalık A, Alataş MS, **Kuter E**, Cengiz Ö, Omurtag GZ (2018) Relationship between deoxynivalenol and heavy metal concentrations of corn grains, 2018 International Poultry Scientific Forum, 29-30 January 2018, Atlanta, Georgia, USA (Özet bildiri / Poster)

## **B) Ulusal Kongrelerde Sunulan Bildiriler**

1. **Kuter E**, Önal AG (2016) Geçiş dönemindeki yüksek verimli süt ineklerinin metabolizmasında görülen temel değişiklikler ve hayvan üzerindeki etkileri, 4. Sürü Sağlığı ve Yönetimi Sempozyumu, 25-28 Mayıs 2016, Antalya, Türkiye (Tam metin bildiri / Poster).

2. Pekağırbaş M, Hacılarlıoğlu S, **Kuter E**, Eren H (2016) Kapımızdaki tehlike sığırlarda besnoitosis, 4. Sürü Sağlığı ve Yönetimi Sempozyumu, 25-28 Mayıs 2016, Antalya, Türkiye (Tam metin bildiri / Poster).