



## Etlık Piliç Yemlerinde Metiyonin Kaynağı olarak 2-Hidroksi-4-(Metiltiyo) Butanoik Asit Kullanımı\*

Sarper ÖZBEK<sup>1</sup>, Adnan ŞEHU<sup>2</sup>

1. CP Group, Yem Teknoloji Departmanı, İstanbul, TÜRKİYE.
2. Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara, TÜRKİYE.

Geliş Tarihi/Received	Kabul Tarihi/Accepted	Yayın Tarihi/Published
09.12.2017	30.03.2018	25.12.2018

**Bu makaleye atıfta bulunmak için/To cite this article:**

Özbek S, Şehu A: Etlık Piliç Yemlerinde Metiyonin Kaynağı olarak 2-Hidroksi-4-(Metiltiyo) Butanoik Asit Kullanımı. *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg.*, 13 (3): 293-300, 2018. DOI:10.17094/ataunivbd.364183

**Öz:** Araştırma, etlik piliç yemlerinde metiyonin yerine metiyonin hidroksi analogu olan 2-hidroksi-4-(metiltiyo) butanoik asidin (HMB) kullanımının etlik piliç performansı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Toplam 256 adet eşit sayıda dişi ve erkek etlik civciv kullanılmıştır. Her birinde 64 adet civciv bulunan 1 kontrol ve 3 deneme grubu olmak üzere toplam 4 grup oluşturulmuştur. Her bir grup, dişi erkek sayısı eşit olan 16' şar civcivden oluşan 4 alt gruba bölünmüştür. Yemler mısır ve soya fasulyesi küspesi bazlı hazırlanmıştır. Kontrol grubunun yemine % 0.20 düzeylerinde DL-metiyonin, diğer 3 deneme grubuna sırasıyla %0.15, 0.20 ve 0.25 düzeyinde HMB ilavesi yapılmıştır. Çalışma sonunda canlı ağırlık, yem tüketimi, canlı ağırlık artışı, yemden yararlanma bakımından istatistikî farklılık olmadığı saptanmıştır (P>0.05). Ancak % 0.20 düzeyinde HMB içeren yemi tüketen grup ile kontrol grubunun canlı ağırlıkları birbirine çok yakın olmasına karşın % 0.15 ve 0.25 HMB içeren yemi tüketen deneme gruplarında çalışma sonu canlı ağırlık 55 g kadar daha düşük olmuştur. Bu veriler metiyonin hidroksi analogu olan HMB'in etlik piliç yemlerinde DL-metiyonine alternatif yem katkı maddesi olarak yerine kullanılabileceğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Etlık piliç, 2-Hidroksi-4-(Metiltiyo) Butanoik Asit, Metiyonin, Performans.

## Using 2-Hydroxy-4-(Methylthio) Butanoic Acid as a Source of Methionine in Broiler Diets

**Abstract:** An experiment was carried out to determine the effects of using DL-methionine hydroxy analog 2-Hydroxy-4-(Methylthio) Butanoic acid (HMB) in broiler diets instead of methionine on broiler performance. Totally 256 female and male equal number of broiler chicks were used. A total of 4 groups, 1 control and 3 experimental group, were formed which contains 64 chicks in each of them. Each group divided into 4 subgroups which contains 16 equal numbers of female and male chicks. Rations were corn-soybean meal based. The 0.20% DL-methionine was added to control diet and HMB added to other three treatment groups 0.15, 0.20 and 0.25%, respectively. At the end of experiment there were no statistically differences observed in live weight, feed consumption, live weight gain and feed efficiency (P>0.05). However, although the live weight of the group that consumed 0.20% HMB and the control group were very close to each other, the live weight was lower about 55 g at the experimental groups consumed 0.15% and 0.25% HMB. These data shows that HMB which is DL-methionine hydroxy analog can be used as an alternative diet supplement to DL-methionine in broiler diets.

**Keywords:** Broiler, 2-Hydroxy-4-(Methylthio) Butanoic acid, Methionine, Performance.

<sup>✉</sup>Sarper ÖZBEK

CP Group, Yem Teknoloji Departmanı, İstanbul, TÜRKİYE.

e-posta: sarperozbek@gmail.com

\*Sarper Özbek Doktora tezinden özetlenmiş ve güncellenmiştir.

## GİRİŞ

**M**etiyonin kanatlı yemlerinde mutlaka bulunması gereken esansiyel aminoasitlerden bir tanesidir. Etlik piliç yemleri genellikle mısır ve soya bazlı olduğundan metiyonin yönünden yetersiz kalmakta ve ilavesi gerekmektedir. Çoğunlukla karaciğer ve böbrekte, kükürt kapsayan bu aminoasitten yine kükürt kapsayan sistin ve sistein sentezlenir (1,2,3). Yağ transport ve metabolizmasında, detoksifikasyon olaylarında gerekli olan metiyonin etlik piliçlerin 42 günlük süreçte iyi bir canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanma oranına ulaşmaları için esansiyeldir (4,5). Dikicioğlu ve ark. (4), yaptıkları çalışmada etlik piliçlerde sıvı metiyonin ilavesinin canlı ağırlık kazancı, yemden yararlanma ve karkas randımanını olumlu etkilediğini bildirmişlerdir.

Sentetik metiyonin olan DL-Metiyonin yerine metiyonin hidroksi analoglarının kullanılmasının değerlendirilmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Metiyonin hidroksi analogu olan 2-Hidroksi-4-(Metiltiyo) Butanoik Asit (HMB) ise amino grup içeren DL-metiyoninin aksine  $\alpha$ -karbon atomunda hidroksil grubu taşıyan kimyasal olarak sentezlenmiş metiyonin prekürsürüdür. Asimetrik karbon atomunda hidroksil grubu taşıması ile kimyasal olarak farklılık gösteren HMB protein sentezinde DL-Metiyonin ile aynı yolu izler. Metiyonin kaynağı fark etmeksizin bütün metiyonin kaynakları gastro-intestinal sistemden emilerek L-metiyonine çevrilir ve protein sentezinde kullanılır (1,3,6-10).

Farklı metiyonin kaynaklarının *in\_vivo* absorpsiyonunu ile ilgili bazı çalışmalarda (11-16)

farklılık bulunmuş bazılarında ise herhangi bir farklılık bulunmamıştır (2,17). HMB ile yapılan çalışmalar bunun tavuk yemlerinde de metiyonin yerine kullanılabilirliğini göstermektedir (17). Bu çalışmanın hipotezi HMB'in metiyonin yerine kullanılabilirliğinin test edilmesidir. Hayvan denemelerinde çok farklı sonuçlar elde edilebilmektedir. HMB ile geçmiş yıllarda bazı çalışmalar yapılmış olmasına karşın; konu hakkındaki bilgi birikimini ve güveni artırmak, HMB'in metiyonin ile aynı etkiyi gösterip göstermediği konusunda yem sanayisinin tereddütüne katkı sağlamak amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

## MATERYAL ve METOT

Araştırma; Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Deneme Ünitesi'nde, 09.07.2008 tarihli ve 2008-22-106 karar numaralı Ankara Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Kararı alındıktan sonra gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada toplam 256 adet günlük *Ross 308 etlik civciv* kullanılmıştır. Araştırma her biri 64 adet olan 1 kontrol grubu ve 3 deneme grubu olmak üzere toplam 4 grup halinde ve her grupta eşit sayıda dişi-erkek civciv ile yürütülmüştür. Her bir grup, dişi erkek sayısı eşit olan 16' şar civcivden oluşan 4 alt gruba bölünmüştür. Araştırmanın 0-3 haftasında %21.5 ham protein ve 3200 kcal/kg metabolik enerji yem; 4-6 haftasında ise %19.5 ham protein ve 3200 kcal/kg metabolik enerji içeren yemler yedirilmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1.** Denemede kullanılan yemlerin bileşimi.**Table 1.** Nutrient composition of diets used in the experiment.

	Deneme Grupları			
	Kontrol Grubu	1	2	3
<b>Civciv Yeminin Bileşimi (0-3 hafta)</b>				
Mısır, %	46.9	46.9	46.9	46.9
Soya Fasulyesi Küspesi, %	34	34	34	34
Tam Yağlı Soya, %	11	11	11	11
Bitkisel Yağ, %	4	4	4	4
Dikalsiyum fosfat, %	2	2	2	2
Mermer tozu, %	1.2	1.2	1.2	1.2
Tuz, %	0.4	0.4	0.4	0.4
Vitamin, %	0.2	0.2	0.2	0.2
Mineral, %	0.1	0.1	0.1	0.1
DL-Metiyonin, %	0.2	0.0	0.0	0.0
HMB, %	0.0	0.15	0.20	0.25
Antikoksidiyel, %	0.5	0.5	0.5	0.5
<b>Analiz Sonuçları</b>				
ME, kcal/kg*	3229.8	3229.04	3265.52	3231.32
Ham Protein, %	21.75	21.50	21.86	21.63
Ham Yağ, %	8.64	8.58	8.62	8.55
Kalsiyum, %	1.16	1.21	1.19	1.14
Fosfor, %	0.71	0.73	0.73	0.73
<b>Yemlerdeki Metiyonin ve Sistin Miktarları</b>				
Metiyonin İhtiyaç, %**	0.48	0.48	0.48	0.48
Metiyonin Miktarı, %***	0.365	0.365	0.365	0.365
İlave metiyonin veya HMB, %	0.20	0.15	0.20	0.25
Toplam metiyonin veya HMB, %	0.565	0.515	0.565	0.615
Metiyonin + Sistin İhtiyaç, %**	1.00	1.00	1.00	1.00
Metiyonin + Sistin Miktarı, %***	0.737	0.737	0.737	0.737
İlave metiyonin veya HMB, %	0.20	0.15	0.20	0.25
Toplam metiyonin + sistin, %	0.937	0.887	0.937	0.987
<b>Piliç Yeminin Bileşimi (4-6 hafta)</b>				
Mısır, %	52.1	52.1	52.1	52.1
Soya Fasulyesi Küspesi, %	29	29	29	29
Tam Yağlı Soya, %	10	10	10	10
Bitkisel Yağ, %	5	5	5	5
Dikalsiyum fosfat, %	2	2	2	2
Mermer tozu, %	1	1	1	1
Tuz, %	0.4	0.4	0.4	0.4
Vitamin, %	0.2	0.2	0.2	0.2
Mineral, %	0.1	0.1	0.1	0.1
DL-Metiyonin, %	0.2	0.0	0.0	0.0
HMB, %	0.0	0.15	0.20	0.25
Antikoksidiyel, %	0.5	0.5	0.5	0.5
<b>Analiz Sonuçları</b>				
ME, kcal/kg*	3198.64	3191.42	3192.56	3208.14
Ham Protein, %	19.55	19.65	19.41	19.43
Ham Yağ, %	9.48	9.28	9.40	9.48

**Tablo 1.** Denemede kullanılan yemlerin bileşimi (Devamı).**Table 1.** Nutrient composition of diets used in the experiment (Continues).

Kalsiyum, %	1.05	1.13	1.27	1.19
Fosfor, %	0.72	0.69	0.71	0.69
Yemlerdeki Metiyonin ve Sistin Miktarları				
Metiyonin İhtiyaç, %**	0.41	0.41	0.41	0.41
Metiyonin Miktarı, %***	0.336	0.336	0.336	0.336
İlave metiyonin veya HMB, %	0.20	0.15	0.20	0.25
Toplam metiyonin veya HMB, %	0.536	0.486	0.536	0.586
Metiyonin + Sistin İhtiyaç, %**	0.86	0.86	0.86	0.86
Metiyonin + Sistin Miktarı, %***	0.679	0.679	0.679	0.679
İlave metiyonin veya HMB, %	0.20	0.15	0.20	0.25
Toplam metiyonin + sistin, %	0.879	0.829	0.879	0.929

\*ME = Metabolize olabilir Enerji, \*\* Aviagen'de (18) belirtilen ihtiyaç miktarından elde edilen oranlardır, \*\*\*Yemlerde kullanılan ham maddelerden gelen ve hesaplanarak bulunan miktarlardır.

Tablo 1'de de görüleceği gibi yemlerde protein büyük ölçüde soya fasulyesi küspesi ve tam yağlı soyadan karşılanmıştır. Hesaplama yöntemi ile yemlerde belirlenen metiyonin ve kükürtlü amino asit (metiyonin ve sistin) oranları, Aviagen (18)' de dönemlere göre yemlerde olması tavsiye edilen metiyonin ve toplam kükürtlü amino asit miktarları ile kıyaslanarak eksiklik tespit edilmiş ve ona göre metiyonin yada HMB ilavesi yapılmıştır. Burada daha çok kükürtlü amino asit miktarları göz önüne alınmıştır. Deneme gruplarının yemlerine kontrol grubuna ilavesi yapılan %0.20 DL-metiyonin yerine sırasıyla %0.15, 0.20 ve 0.25 HMB katılmıştır. Deneme grubu yemlerine HMB farklı dozlarda kullanılmak sureti ile HMB'nin hangi düzeyinin metiyonine karşı benzer etkiyi sağlayabileceği test edilmiştir. Alt gruplara grup yemlemesi uygulanmış ve tüketebilecekleri miktarda yem ve su sürekli olarak önlerinde hazır bulundurulmuştur. Deneme 42 gün sürdürülmüştür.

Denemede 24 saatlik aydınlatma planı uygulanmıştır. Deneme süresince günlük olarak ölümler ve olası nedenleri kaydedilmiştir.

Araştırmada kullanılan karma yemlerin besin madde miktarları Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Laboratuvarları' nda AOAC (19)' de belirtilen yöntemlere göre belirlenmiştir. Metabolize olabilir enerji düzeylerinin hesaplanmasında TSE (20)' nin önerdiği formül kullanılmıştır.

Canlı ağırlık artışının belirlenmesi için haftalık tartımlar yapılmıştır. Yem tüketimi alt gruplarda artan yem verilen toplam yem miktarından çıkartılarak haftalık olarak tespit edilmiştir. Haftalık yem tüketimi hayvan sayısına bölünerek yem tüketimleri, alt grupların ortalamaları olarak hesaplanmıştır.

Yemden yararlanma oranları haftalık ortalama yem tüketiminin canlı ağırlık artışına bölünmesi ile hesaplanmıştır.

Karkas randımanı ve iç organ ağırlıkları için denemenin 42. gününde her alt gruptan rastgele 2 erkek 2 dişi olmak üzere toplam 4 hayvan alınmıştır. Karkaslar kesim işlemi tamamlandıktan hemen sonra tartılarak sıcak karkas ağırlıkları belirlenmiştir ve bu değer kesim öncesi canlı ağırlıklarına bölünerek sıcak karkas randımanı hesaplanmıştır:

Sıcak karkas randımanı, % = Sıcak karkas ağırlığı (g) / Kesim öncesi canlı ağırlık (g) \*100

### İstatistiksel Analiz

Gruplarda canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma derecesi, sıcak karkas randımanı bakımından gruplara ait istatistiksel hesaplamalar ve grupların ortalama değerleri arasındaki farklılıkların önemliliği için varyans analiz metodu, gruplar arası farkın önemlilik kontrolü için Duncan testi uygulanmıştır. İstatistiksel analizler SPSS 11.5 (21) programında gerçekleştirilmiştir.

**BULGULAR**

Hazırlanan yemlerin performans, karkas ve iç organ ağırlıkları üzerindeki etkileri Tablo 2 ve 3' te verilmiştir. Metiyonin kullanılan kontrol grubu ile HMB kullanılan deneme grupları karşılaştırıldığında canlı ağırlık, yem tüketimi, canlı ağırlık artışı, ölüm

oranı ve yemden yararlanma bakımından önemli bir farklılık olmadığı gözlemlenmiştir. Ancak % 0.20 düzeyinde HMB içeren yemi tüketen grup ile kontrol grubunun canlı ağırlıkları birbirine çok yakın olmasına karşın %0.15 ve 0.25 HMB içeren yemi tüketen deneme gruplarında besi sonu canlı ağırlık 55 g kadar daha düşük olmuştur.

**Tablo 2.** Deneme gruplarının 42 günlük ortalama besi performansları.**Table 2.** 42-day average growth performance of the experimental groups.

Parametreler	Kontrol grubu				Deneme Grupları				p
	%0.2 metiyonin		%0.15 HMB		%0.20 HMB		%0.25 HMB		
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	
Canlı ağırlık, g	2501.14	38.88	2445.63	41.36	2506.91	9.08	2442.13	36.52	0.415
Canlı ağırlık artışı, g	2458.86	38.83	2403.70	41.83	2463.87	8.74	2399.58	36.29	0.415
Toplam yem tüketimi, g	4450.02	75.25	4547.39	52.48	4523.56	35.29	4387.33	72.86	0.286
Yemden Yararlanma oranı (kg yem/kg CAA)	1.809	0.02	1.893	0.03	1.836	0.01	1.829	0.03	0.171

Gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemsizdir (P>0.05).

**Tablo 3.** Deneme gruplarının karkas randımanları ve bazı organların canlı ağırlığa oranları.**Table 3.** Ratio of some organs to live weight and carcass yields of the experimental groups.

Karkas Özellikleri (Dişi-Erkek karışık)	Kontrol grubu				Deneme grupları				p
	%0.2 metiyonin		%0.15 HMB		%0.20 HMB		%0.25 HMB		
	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	$\bar{X} \pm S\bar{X}$	
Karkas Randımanı, %	73.02	0.46	72.41	0.31	73.26	0.42	72.64	0.44	0.469
Göğüs, g/100g CA	32.49a	0.37	30.99b	0.36	31.76ab	0.29	31.11b	0.42	0.018
But, g/100g CA	28.47	0.30	29.28	0.32	29.28	0.36	29.29	0.20	0.161
Kanat, g/100g CA	8.14	0.14	8.15	0.09	8.17	0.18	8.31	0.08	0.766
Boyun, g/100g CA	3.71	0.09	3.88	0.09	3.99	0.11	3.84	0.10	0.261
Karaciğer, g/kg CA	20.16	0.59	21.60	1.17	20.85	0.96	19.96	0.54	0.529
Kalp, g/kg CA	5.39	0.16	5.49	0.18	5.71	0.17	5.33	0.11	0.354

**Tablo 3.** Deneme gruplarının karkas randımanları ve bazı organların canlı ağırlığa oranları (Devamı).  
**Table 3.** Ratio of some organs to live weight and carcass yields of the experimental groups (Continues).

Kloaka yağı, g/kg CA	7.66	0.76	8.62	0.86	8.73	0.81	7.81	0.74	0.703
Bursa Fabricius, g/kg CA	1.71	0.11	1.50	0.20	1.56	0.16	1.84	0.14	0.443
Dalak, g/kg CA	1.36	0.10	1.47	0.12	1.62	0.12	1.33	0.17	0.394
Taşlık, g/kg CA	13.29	0.44	12.92	0.43	13.95	0.52	12.89	0.58	0.408

Farklı harf taşıyan değerlerde istatistik farklılık görülmüştür (P<0.05).

### TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmada yeme %0.15, 0.20 ve 0.25 düzeylerinde HMB katılması etlik piliçlerde canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranlarında yemine metiyonin katılan gruba göre önemli bir farklılık yaratmamıştır. Kontrol grubuna en yakın sonuçlar %0.20 HMB grubunda elde edilmiştir fakat HMB' in %0.15 düzeylerinde kullanılması da istatistik anlamda olumsuz bir sonuç yaratmamıştır. Yapılan bazı çalışmalarda da DL-metiyonin, HMB ve L-metiyoninin kullanılmasının canlı ağırlık ve yemden yararlanma oranında herhangi bir farklılık yaratmadığı belirtilmektedir (17,22,23).

Dipner ve ark. (13), bu çalışmada olduğu gibi etlik piliçlerde HMB ve DL-metiyonini normal düzeylerde kullandıklarında performans verilerinde herhangi bir farka rastlamamıştır. Bu durum metiyonin kaynaklarının gastro-intestinal sistemden emilerek L-metiyonine çevrildiğinin göstergesidir (1,3,6,8-10). Ancak Dipner ve ark. (13), her iki metiyonin kaynağını yüksek düzeylerde kullandığında DL-metiyonin performans ve yem tüketimini olumsuz etkilemesi dikkat çekici olmuştur.

Bu çalışmada etlik piliç yemlerinde bulunması gereken metiyonin düzeyleri göz önüne alınmış, metiyoninle aynı oranda ya da metiyoninden %25 daha düşük ve %25 daha yüksek oranlarda HMB kullanılmıştır. Daha yüksek ya da daha düşük oranlarda kullanılan düzeylerde birbirine çok yakın sonuçlar elde edilmiştir ve bu da istatistiki açıdan bir önem taşımamaktadır. %0.24 düzeyinde sıvı

metiyonin hidroksi analogu kullanılan çalışmada (24) elde edilen sonuçlar bu çalışmaya göre yakınlık göstermektedir. Ancak Salary ve ark (25)'lerinin yaptığı çalışmada, HMB düzeyi 22 – 42 günlük periyotta arttırıldıkça (0.450, 0.562 ve 0.675 g/kg) canlı ağırlık artışının da arttığı bildirilmektedir.

Ribeiro ve Penz'in yaptıkları çalışmada (26), metiyonin kaynağı olarak DL-metiyonin ve HMB kullanılmış; performans, karkas değerleri, nitrojen tutma, telafi büyümesi değerlendirilmiştir. HMB içeren yemle beslenen grupta canlı ağırlık ve yemden yararlanma oranının bu çalışmanın aksine daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

İstatistik bir fark olmamasına karşın kontrol grubundan sonra en iyi göğüs eti randımanı %0.20 HMB içeren yemi tüketen grupta elde edilmiştir. İstatistiki açıdan bir farklılık olmamasına karşın en yüksek sıcak karkas randımanı %0.20 HMB içeren yemi tüketen gruptan elde edilmiş ve bunu kontrol grubu takip etmiştir. En düşük karkas randımanı ise istatistiki açıdan bir farklılık olmamasına karşın %0.15 HMB içerikli yemi tüketen grupta şekillenmiştir.

Sonuç olarak, %0.20 düzeylerinde HMB'in etlik piliç yemlerinde metiyonin kaynağı olarak kullanılmasında herhangi bir olumsuz veriye rastlanmamıştır. Çalışma neticesinde istatistiki açıdan bir farklılık oluşturmayan canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma oranları ayrı ayrı değerlendirilip ekonomik açıdan bir farklılık yaratıp yaratmayacağı tespit edilebilir. Bunun yanı sıra DL-metiyoninin HMB' e göre piyasada daha pahalı olması da göz önünde bulundurulmalıdır.

## KAYNAKLAR

1. Benevenga NJ., Fuller MF., Lall SP., McCracken KJ., Axford RFE., Omed HM., Phillips CJC., 2004. The Encyclopedia of Farm Animal Nutrition, 376-377. CABI Publishing, UK.
2. Dibner JJ., 1983. Utilization of supplemental methionine sources by primary cultures of chick hepatocytes. *J Nutr*, 113, 2216-2223.
3. Saunderson CL., 1985. Comparative metabolism of L-methionine, DL-methionine and DL-2-hydroxy-4-methylthio butanoic acid by broiler chicks. *Brit J Nutr*, 54, 621-633.
4. Dikicioğlu T., Ergün A., Saçaklı P., 1997. Broyler rasyonlarında sıvı metiyonin kullanımı. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 44, 237-248.
5. Wang S., Bottje WG., Song Z., Beers K., Vazquez-Anon M., Dipner JJ., 2001. Uptake of DL-2-Hydroxy-4-methylthio-butanoic Acid (DL-HMB) in the broiler liver in vivo. *J Poultry Sci*, 80, 1619-1624.
6. Jankowski J., Ognik K., Kubinska M., Czech A., Juskiwicz J., Zdunczyk Z., 2017. The effect of DL-, L-isomers and DL-hydroxy analog administered at 2 levels as dietary sources of methionine on the metabolic and antioxidant parameters and growth performance of turkeys. *Poultry Sci*, 96, 3229-3238.
7. Kluge H., Gessner DK., Herzog E., Eder K., 2016. Efficacy of DL-methionine hydroxy analogue-free acid in comparison to DL-methionine in growing male white Pekin ducks. *Poultry Sci*, 95, 590-594.
8. Kratzer DD., Littell RC., 2006. Appropriate statistical methods to compare dose responses of methionine sources. *J Poultry Sci*, 85, 947-954.
9. Martin-Venegas R., Geraert PA., Ferrer R., 2006. Conversion of the Methionine Hydroxy Analogue DL-2-Hydroxy-(4-Methylthio) Butanoic Acid to sulfur-containing amino acids in the chicken small intestine. *J Poultry Sci*, 85, 1932-1938.
10. Sangali CP., Bruno LDG., Nunes RV., Neto ARO., Pozza PC., Oliveira MM., Frank R., Schöne RA., 2014. Bioavailability of different methionine sources for growing broilers. *R Bras Zootec*, 43, 140-145.
11. Dibner JJ., Durley RC., Kostelc JG., Ivey EJ., 1990. 2-Hydroxy-4-(Methylthio) Butanoic acid is a naturally occurring methionine precursor in the chick. *J Nutr*, 120, 553-560.
12. Dibner JJ., Knight CD., 1984. Conversion of 2-Hydroxy-4-(Methylthio) Butanoic Acid to L-Methionine in the chick: A stereospecific pathway. *J Nutr*, 114, 1716-1723.
13. Dibner JJ., Vazquez-Anon M., Parker D., Gonzalez-Esquerria R., Yi IG., Knight, CD., 2004. Use of alimet feed supplement (2-Hydroxy-4(Methylthio) Butanoic Acid, HMTBA) for broiler production. *J Poultry Sci*, 41, 213-222.
14. Dupuis L., Saunderson CL., Puigserver A., Brachet, P., 1989. Oxidation of methionine and 2-hydroxy 4-methylthio butanoic acid stereoisomers in chicken tissues. *Brit J Nutr*, 62, 63-75.
15. Garlich JD., 1985. Response of broilers to DL-methionine hydroxy analog free acid, DL-methionine, and L-methionine. *J Poultry Sci*, 64, 1541-1548.
16. Salary J., Kalantar M., Dashtbin F., Hemati Matin HR., 2015. ALIMET (liquid methionine hydroxy analogue) in broiler chicken diets: immunity system, microflora population, and performance. *Arch Zootec*, 64, 57-62.
17. Zhang S., Saremi B., Gilbert ER., Wong EA., 2017. Physiological and biochemical aspects of methionine isomers and a methionine analogue in broilers. *Poultry Sci*, 96, 425-439.
18. Aviagen, 2007. Broiler Nutrition Specification: Ross 308. Huntsville, Alabama.
19. AOAC., 1990. Official Methods of Analysis, 15. Ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
20. TSE, 1991. Hayvan Yemleri. Metabolik (Cevrilebilir) Enerji Tayini (Kimyasal Metot). Türk Standartları Enstitüsü, TSE No: 9610, Aralık, Ankara.
21. SPSS, 2002. SPSS for windows base system user's guide, Version 11.5, USA.
22. Garlich JD., 1985. Response of broilers to DL-methionine hydroxy analog free acid, DL-methionine, and L-methionine. *J Poultry Sci*, 64, 1541-1548.

- 
23. Tang X., Zhao Y., Le G., Shi Y., Sun J., 2016. Effects of methionine hydroxy analogue on intestinal function and oxidative status in broiler chickens. The Experimental Biology 2016 Meeting, San Diego, 232.
  24. Lemme A., Hoehler D., Brennan JJ., Mannion PF., 2002. Relative effectiveness of Methionine Hydroxy Analog compared to DL-methionine in Broiler Chickens. J Poultry Sci, 81, 838-845.
  25. Salary J., Kalantar M., Dashtbin F., Hemati Matin HR., 2015. ALIMET (liquid methionine hydroxy analogue) in broiler chicken diets: immunity system, microflora population, and performance. Arch Zootec, 64, 57-62.
  26. Ribeiro AML., Penz AM., 2001. Effects of 2-Hydroxy-4-(Methylthio) Butanoic Acid and DL-methionine on broiler performance and compensatory growth after exposure to two different environmental temperatures. J Appl Poultry Res, 10, 419-426.