

Süt ineklerinde 2-Hydroxy-4-(methylthio) butanoik asit izopropil esterinin süt verimi ve kompozisyonu üzerine etkileri*

Alper ÇAĞLAYAN¹, Adnan ŞEHU²

¹Başkent Üniversitesi, Per Damızlık Süt Sığırcılığı Çiftliği, Veteriner Hekim, Kızılcahamam, Ankara; ²Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.

Özet: Bu çalışmada süt sığırlarında metiyonin kaynağı olarak 2-Hydroxy-4-(methylthio) butanoik asit izopropil esterinin (HMBi) süt verimi ve kompozisyonu üzerine olan etkileri incelenmiştir. Ankara'nın Kızılcahamam ilçesinde bulunan Per çiftliğinde yürütülen çalışma 8 hafta sürdürülmüştür. Bu amaçla toplam 30 adet süt ineği, her birinde 10'ar inek bulunan birbirine benzer 3 gruba ayrılmıştır. Kontrol grubu olarak beslenen birinci gruptaki ineklerin yemlerine ilave bir metiyonin kaynağı eklenmemiştir. Pozitif kontrol grubu olarak beslenen ikinci grubun yemine, inek başına günlük 330 g, metiyonin sağlamak için mısır gluteni ilave edilmiştir. Deneme grubu olarak beslenen üçüncü grubun yemine ise inek başına günlük 44 g HMBi ilave edilmiştir. Süt verimi ve süt bileşimi açısından gruplar arasında bir fark görülmemiştir. Ancak istatistik bakımından önemli olmasa bile ineklerin % 4 yağa göre düzeltilmiş günlük süt verimleri, mısır gluteni ve HMBi ilave edilen gruplarda kontrol grubuna kıyasla sırası ile 1.86 ve 1.39 kg daha yüksek bulunmuştur. Aynı şekilde yemlerine mısır gluteni ve HMBi ilave edilen gruplara ait ineklerden elde edilen günlük süt kuru madde miktarı kontrol grubuna göre sırası ile 188.32 ve 70.66 g, süt yağı ise sırasıyla 111.56 ve 98.71 g daha yüksek bulunmuştur. Sonuç olarak mısır gluteni veya HMBi kullanımı ile düzeltilmiş süt veriminde istatistik öneme sahip olmamakla birlikte sayısal artış sağlanmıştır.

Anahtar sözcükler: HMBi, süt ineği, süt verimi.

Effects of supplementation with 2-hydroxy-4-(methylthio)-butanoic acid isopropyl ester on milk yield and composition of lactating dairy cows

Summary: The main objective of this trial was to determine the efficacy of a methionine supplement, 2-hydroxy-4-(methylthio)-butanoic acid's isopropyl ester (HMBi), on milk yield and milk composition of dairy cow. Trial was carried for 8 weeks in Per Farm, Kızılcahamam-Ankara. Trial design includes 3 different groups (control, positive control and trial group) each containing 10 animals and totally 30 animals were used for this experiment. Animals in the control group were fed on a diet which is not supplemented with any methionine source. In the positive control group, animals were fed a diet which is incorporated with corn gluten in order to provide 330 g methionine per cow each day. Animals in the trial group were offered a diet which is fortified with 44 g HMBi for each cow per day. Neither milk yield nor milk composition (protein, lactose, fat, solids-not-fat, total solids) was not affected significantly by supplementation HMBi or corn gluten meal. The 4% fat-corrected milk and milk total solids of the cows in the gluten meal and HMBi supplemented groups were numerically higher than those of the cows in the control group (1.86 - 1.39 kg/d -188.32 - 70.66 g/d, respectively). Milk fat yield of the cows in the gluten meal and HMBi supplemented groups was numerically (111.56 - 98.71 g/d respectively) higher than those the control group. In conclusion, corn gluten meal or HMBi supplementation can numerically increase milk production.

Keywords: Dairy cattle, HMBi, milk yield.

Giriş

Metiyonin ve lizin eksikliği hayvanlarda süt üretimini sınırlandıran en önemli iki amino asittir. Günümüzde lizin bakımından zengin olan soya kaynaklı protein kaynaklarının süt ineği rasyonlarında kullanılması sonucunda metiyonin, süt ineklerinde en önemli sınırlandırıcı amino asit haline almıştır (2, 17, 21). Pratik formülasyonlarda metabolize olabilir metiyonin ve lizin miktarlarını önerilen düzeylere yükseltebilmek için,

rasyonda lizin açısından zengin hammaddeler kullanılmalı ve iyi kaliteli korunmuş metiyonin kaynağı ilave edilmelidir (6). Rasyonlarda metiyonin açığını dengeleme korunmuş metiyonin kaynağı olarak yüzeyi rumen inert materyal ile kaplanmış pek çok ürün bulunmaktadır. Metiyonin analogları ise amino asitin alfa amino grubu yerine hidroksil grubu yerleştirilerek elde edilmişlerdir. En sık çalışılan metiyonin analogu ise metiyonin hidroksi analogu olup 2-hydroxy-4-(methylthio)-butanoik asit

* Bu makale, ilk yazarın; ikinci yazarın danışmanlığında tamamladığı doktora tezinden üretilmiştir.

(HMB) olarak isimlendirilir (23). Yapılan çalışmalarda HMBi nin rumene uygulanmasını takiben omazum ve rumen epitelinden emildiği belirlenmiştir (14, 15, 18). Alınan HMBi' nin rumen duvarında hidrolize olarak kısa sürede izopropanol ve HMB'ye ayrışması ile birlikte iki saat içerisinde plazma HMB konsantrasyonunun pik yaptığı görülmüş ve dört saat sonrasında ise kan HMB konsantrasyonunun yarıya inmesini takiben kan metiyonin düzeyinin pik seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir (20). Bu dönüşümün metabolik basamakları geniş ölçüde tek mideli hayvanlarda çalışılmıştır. Buna göre HMB, 2-keto-4 (methylthio) butanoik asit isimli ara bileşiğe dönüştürülmekte; daha sonrasında transaminasyon ile L-Metiyonine dönüştürüldüğü düşünülmektedir (5). Araştırmacılar bu dönüşümün çoğunlukla ekstra hepatik dokularda gerçekleştiği; abomazal epitel, böbrekler ve kısmen de bağırsak mukozasının bu dönüşümde aktif olabileceğini ifade etmektedirler (3, 5, 14, 22, 29).

Bu çalışma metiyonin yerine, metiyonini ikame edebileceği düşünülen HMBi'nin süt ineklerinde süt verimi ve bileşenleri açısından etkilerini incelemek amacı ile gerçekleştirilmiştir.

Materyal ve Metot

Araştırmada Per çiftliğine ait yüksek süt verimine sahip 30 adet holstein ırkı süt sığırdı kullanılmıştır. Hayvanlar her grupta 10'ar inek olacak şekilde 3 gruba ayrılmıştır. Gruplar yemlerinde ilave metiyonin kaynağının kullanılmadığı kontrol grubu, yemlerinde korunmuş metiyoninin doğal kaynağı olan mısır gluteni katılmış pozitif kontrol grubu ve yemlerine HMBi katılmış olan deneme grubu şeklinde oluşturulmuştur. İnekler 150 sağmal bulunan bir sürüden, yüksek süt verimine sahip ikinci ve üçüncü laktasyonda olan ineklerden seçilmiştir.

İneklerin süt verimi, doğum sonrası gün ve vücut ağırlıkları açısından birbirine yakın olacak şekilde gruplara homojen bir şekilde dağıtılmıştır. Araştırma için Ankara Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulunun onayı (2008-22-105) alınmıştır. Çalışma sonunda denemeye alınan hayvanlar sürüye iade edilmiştir. Kontrol grubunun yeminde herhangi bir ilave metiyonin kaynağı kullanılmamıştır. Pozitif kontrol grubunun yemine hayvan başına günde 330 g mısır gluteni, deneme grubunun yemine ise hayvan başına günde 44 g HMBi ilave edilmiştir.

Deneme 8 hafta sürdürülmüştür. Hayvanların su ihtiyacı otomatik suluklardan *ad libitum* olarak sağlanmıştır. Deneme gruplarının rasyonları enerji ve protein düzeyleri bakımından eşitlenmiştir. Süt inekleri 10 kg konsantre yem, 6 kg yonca kuru otu, 4 kg kuru şeker pancarı posası ve 2 kg arpa samanından oluşan rasyon ile beslenmişlerdir. Araştırmada kullanılan konsantre yemin bileşimi Tablo 1 de verilmiştir.

Araştırmada kullanılan konsantre yemlerin besin madde düzeyleri Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Laboratuvarlarında AOAC'de (1) belirtilen yöntemlere göre belirlenmiştir. Metabolize olabilir enerji düzeylerinin hesaplanmasında TSE' nin (27) önerdiği formül kullanılmıştır.

Süt verimleri her gün ölçülerek kaydedilmiş ve süt bileşenleri miktarlarını belirlemek amacı ile denemenin ilk günü ve deneme boyunca haftada bir kere olmak üzere hayvanlardan bireysel süt numuneleri toplanmıştır. Süt örnekleri ultra-sound çalışma prensibine dayalı ölçüm yapan Milkana Multi Test Milk Analyzer test cihazı ile gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Araştırmada kullanılan konsantre yemin bileşimi, % .

Table 1. Ingredient and nutrient composition of treatment groups of concentrate, %.

	Kontrol	Gluten Grup	HMBi grup
Arpa	41.69	40	41.69
Mısır	22.87	24.69	22.87
Soya küspesi	23.39	18.21	23.39
Buğday kepeği	5	6.50	5
Şeker pancarı melası	4	4	4
Mısır gluteni	-	3.3	-
HMBi	-	-	*
Kireç taşı	1.65	1.8	1.65
DCP	0.50	0.5	0.50
Tuz	0.7	0.8	0.7
Vitamin mineral premiksi**	0.2	0.2	0.2

* HMBi grubunda bazal rasyona ilave olarak hayvan başına günde 44 g kadar HMBi verilmiştir.

* HMBi treatment consist of basal diet plus 44 gr/day HMBi per cows.

** Kilogramında 15 000 000 IÜ Vitamin A, 3 000 000 IÜ Vitamin D₃, 30g Vit E, 50g Mn, 50g Fe, 50g Zn, 10g Cu, 0.8g I, 0.1 g Co, 0.1 Se bulunmaktadır.

** Per kg consist 15 000 000 IÜ Vitamin A, 3 000 000 IÜ Vitamin D₃, 30g Vit E, 50g Mn, 50g Fe, 50g Zn, 10g Cu, 0.8g I, 0.1 g Co, 0.1 Se.

Gruplarda süt verimi, yağsız kuru madde verimi, % 4 yağa göre düzeltilmiş süt verimi, yağ verimi, süt protein verimi, süt laktöz verimi düzeylerine ait istatistiksel hesaplamalar ve grupların ortalama değerleri arasındaki farklılıkların önemliliği varyans analiz metodu, gruplar arası farkın önemlilik kontrolü için Duncan testi uygulanmıştır (26). İstatistiksel analizler SPSS 11.5 (Inc., Chiago, II, USA) programında gerçekleştirilmiştir.

Bulgular

Denemede kullanılan kaba ve konsantre yemlerin besin madde bileşimi Tablo 2’de verilmiştir.

Süt verimleri ile ilgili bulgulara Tablo 3’te yer verilmiştir. Grupların ortalama süt verimleri kontrol, yemlerine mısır gluteni ve HMBi ilave edilen gruplarda sırasıyla 27.86 kg/gün, 28.12 kg/gün, 27.44 kg/gün olarak, %4 yağa göre düzeltilmiş süt verimleri ise sırasıyla 21.86 kg/gün, 23.68 kg/gün, 23.24 kg/gün olarak kayda geçmiştir. Grupların süt kuru madde düzeyleri aynı sıraya göre %11.93, %12.53 ve %12.37 olarak, süt kuru madde verimleri 3323.32, 3511.64 ve 3393.98 g/gün olarak kaydedilmiştir. Grupların yağsız süt kuru madde değerleri aynı sıraya göre %9.36, %9.55 ve %9.40 olarak, yağsız

süt kuru madde verimleri 2607.32, 2680.96 ve 2575.99 g/gün olarak kaydedilmiştir.

Kontrol, mısır gluten ve HMBi gruplarında süt yağı verimleri sırasıyla 714.73, 826.29 ve 813.44 g/gün olarak kaydedilmiştir. Grupların süt protein verimleri aynı sıraya göre 979.55, 1008.01 ve 968.72 g/gün olarak, süt laktöz verimleri 1432.73, 1472.54 ve 1420.26 g/gün olarak kaydedilmiştir.

Tartışma ve Sonuç

Günümüzde süt sığırı işletmeleri aile tipi işletmecilikten çıkıp 100 sağmal ve üzeri büyük profesyonel işletmeler haline almaktadır. Süt üretiminde sütün kuru maddesi, süt proteini ve süt yağının düzeyleri giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu parametreler aynı zamanda süt kalitesi, tereyağı üretimi ve yoğurt üretimi açısından son derece önem taşımaktadır. Deneme sonucu elde edilen verileri kontrol grubu ile karşılaştıracak olursak mısır gluteni ilave edilen grupta 0.26 kg/gün daha yüksek, yemlerinde HMBi içeren grupta ise 0.42 kg/gün daha düşük süt verimi elde edilmiştir. Bu sonuç Stokes ve Chlark (24)’in rasyona 25 g/gün düzeyinde HMBi ilave ederek yaptığı araştırma ile de örtüşmektedir. Araş-

Tablo 2. Kaba ve konsantre yemlerin besin madde bileşimi, %.
Table 2. Nutrient composition of concentrate and forage feed, %.

	Kuru madde	ME Kcal/kg	Ham protein	Ham yağ	Ham seluloz	Ham kül	Ca	P
Kontrol ve HMBi gruplarının konsantre yemleri	91.00	2745	18.22	1.58	4.58	5.50	1.06	0.54
Mısır gluteni ilave edilen grup konsantre yemi	91.17	2738	17.84	1.93	5.26	5.31	0.97	0.52
Mısır gluteni	94.70	3270	63.17	0.47	1.90	1.45	0.32	0.46
Kuru şeker pancarı posası	90.40	2000	8.75	0.56	22.25	3.35	0.70	0.06
Yonca kuru otu	90.50	1815	14.50	1.41	20.40	12.4	1.28	0.25
Saman	93.40	1280	1.39	0.78	40.15	4.30	0.52	0.36
Kontrol ve HMBi grupları rasyonu	90.96	2222,72	13,95	1,27	15,34	6,88	1,00	0,35
Mısır gluten grup rasyonu	91,04	2219,54	13,78	1,43	15,65	6,79	0,96	0,34

Tablo 3. HMBi ve mısır glutenin süt verim ve kompozisyonu üzerine etkisi.
Table 3. Influence of HMBi and corn gluten meal on milk production and composition.

	Kontrol	Gluten grup	HMBi grup	SEM	p
Süt verimi, kg/gün	27.86	28.12	27.44	0.69	0.93
%4 yağa göre düzeltilmiş süt, verimi, kg/gün	21.86	23.68	23.24	1.11	0.23
Kuru madde düzeyi, %	11.93	12.53	12.37	0.15	0.26
Kuru madde verimi, g/gün	3323.32	3511.64	3393.98	87.13	0.68
Yağsız kuru madde düzeyi, %	9.36	9.55	9.40	0.60	0.38
Yağsız kuru madde verimi, g/gün	2607.32	2680.96	2575.99	63.68	0.80
Yağ düzeyi, %	2.57	2.98	2.97	0.12	0.28
Yağ verimi, g/gün	714.73	826.29	813.44	34.85	0.38
Protein düzeyi, %	3.52	3.59	3.53	0.02	0.38
Protein verimi, g/gün	979.55	1008.01	968.72	23.92	0.80
Laktöz düzeyi, %	5.15	5.25	5.18	0.03	0.43
Laktöz verimi, g/gün	1432.73	1472.54	1420.26	35.11	0.82

tırmada kontrol ve HMB grubundaki süt verimi ortalamaları sırası ile 30.14 kg/gün, 29.56 kg/gün olarak elde edilmiştir. Benzer bir diğer çalışmada 3x3 Latin kare yöntemi ile 11 inek üzerinde HMB'nin denendiği bir çalışmada (10) süt verimi kontrol ve HMB için sırası ile 18.3 kg/gün ve 17.9 kg/gün olarak kaydedilmiştir. Gruplar arasında istatistik farklılık bulunmamakla birlikte araştırmacılar süt veriminde çalışma sonuçlarımızla uyumlu sayısal düşüş tespit etmişlerdir. Benzer şekilde uzun süre rasyona metiyonin hidroksi analogunun ilave edildiği bir çok çalışmada süt veriminde istatistik açıdan belirgin bir artışın tespit edilemediği araştırmacılar tarafından gösterilmiştir (4, 7, 8, 9). Bununla beraber HMB kullanımı ile süt veriminde artış kaydeden araştırmalar da mevcuttur (12, 19, 28).

Ancak yapılan çalışmada %4 yağa göre düzeltilmiş süt verimi dikkate alındığında yine istatistik açıdan önemli olmamakla ($p>0.05$) birlikte mısır gluteni grubunda kontrol grubuna kıyasla 1.82 kg/gün, HMB grubunda 1.38 kg/gün düzeyinde daha yüksek süt verimi elde edilmiştir. Yapılan çeşitli çalışmalarda da benzer sonuçlara ulaşılmıştır (8, 9, 19, 28). Bu da mısır gluteni veya HMBi katkısının kuru madde bazında süt verimini olumlu yönde etkilediğinin bir göstergesidir.

Deneme gruplarında yağsız kuru madde verimleri açısından değerlendirildiğinde kontrol grubu ile gluten grubu arasında günlük 73.64 g gluten grubu lehine artış tespit edilirken, HMBi grubunda 31.33 g düşüş kaydedilmiştir. Toplam kuru madde verimleri incelendiğinde gluten ve HMBi gruplarında kontrol grubuna kıyasla sırası ile 188.32 ve 70.66 g/gün düzeylerinde artış olduğu görülmüştür. Rasyona metiyonin hidroksi analoglarının ilavesi sonucunda istatistik açıdan önemsiz olmakla birlikte sayısal olarak düşüşlerin kaydedildiği çeşitli çalışmalar da mevcuttur (13, 16). Bunun yanı sıra rasyona metiyonin hidroksi analogu ilave edilmesi sonucunda istatistik açıdan önemsiz fakat sayısal artışlar kaydedilmiş çalışmalar da bulunmaktadır (10, 24).

Deneme grupları süt yağ verimi bakımından incelendiğinde mısır gluteni grubunun süt yağ verimi deneme grubuna göre günlük 111.56 g daha yüksek bulunmuştur. HMBi grubu ile kontrol grubu kıyaslandığında ise HMBi grubunda 98.71 g/gün daha yüksek süt yağ verimi kaydedilmiştir. Söz konusu sonuçlar yapılan çeşitli araştırmalarla örtüşmektedir (8, 9, 25, 28). Süt protein verimleri istatistik açıdan önemsiz olmakla birlikte ($p=0.80$) mısır gluten grubu kontrol grubu ile kıyaslandığında günlük 28.46 g artış kaydedilmiştir. Kontrol grubu HMBi grubuyla kıyaslandığında ise HMBi grubunda süt protein veriminde 10.83 g düzeyinde düşüş görülmektedir. Söz konusu sonuçlara benzer sonuçlar çeşitli araştırmacılar tarafından da kaydedilmiştir (10, 13, 19, 24, 28).

Süt laktoz verimleri incelendiğinde mısır gluten grubunda kontrol grubuna göre 39.81 g/gün'lük bir artış

gözlenirken; HMBi grubunda kontrol grubuna kıyasla 12.47 g/gün düzeylerinde düşüş şekillenmiştir. Benzer sonuçlar çeşitli araştırmacılar tarafından kaydedilirken (12, 25, 28), Hindle ve ark. (7) yaptığı çalışmada HMBi grubunda kontrole kıyasla laktoz düzeyi açısından istatistik öneme sahip (%4.64 e karşın %4.59 $p=0.012$) düşüş kaydederken, bir diğer araştırmada ise HMBi nin süt laktoz düzeyini istatistik açıdan önemli ($p<0.01$) düzeyde yükselttiği belirtilmiştir (11). Denemede incelenen parametreler bakımından gruplar arasında istatistik bir fark ortaya çıkmamıştır. Ancak HMBi, düzeltilmiş süt verimini ve süt yağını rakamsal olarak artırmış, süt verimi, süt proteini ve süt laktoz düzeyi üzerine belirgin bir etkiye neden olmamıştır. Denemede süt verimi ve diğer süt bileşenleri açısından istatistik düzeyde olmasa bile en iyi sonuçlar yemlerine % 3.3 düzeyinde mısır gluteni ilave edilen gruptan elde edilmiştir.

Kaynaklar

1. **A.O.A.C.** (1990): *Official methods of analysis of the association of official analytical chemists*. 14. Ed, Virginia, USA.
2. **Armentano LE, Bertics SJ, Ducharme GA** (1997): *Response of lactating cows to methionine or methionine plus lysine added to high protein diets based on alfalfa and heated soybeans*. J Dairy Sci, **80**, 1194-1199.
3. **Belasco IJ** (1972): *Stability of methionine hydroxy analog in rumen fluid and its conversion in vitro to methionine by calf liver and kidney*. J Dairy Sci, **55**, 775-784.
4. **Bhargava PK, Otterby DE, Murphy JM, et al.** (1977): *Methionine hydroxy analog in diets for lactating cows*. J Dairy Sci, **60**, 1594-1604.
5. **Dupuis L, Saunderson CL, Puigserver A, et al.** (1989): *Oxidation of methionine and 2-hydroxy 4-methylthiobutanoic acid stereoisomers in chicken tissues*. Br J of Nutr, **62**, 63-75.
6. **Garnsworthy PC, Wiseman j** (2004): *Recent advances in animal nutrition.*, **Robert JC**. *Metabolizable methionine optimization of dairy cow rations*. **13**, 223-254. Nottingham University press United Kingdom.
7. **Hindle VA, Kan CA, Robert CJ, et al.** (2008): *Effect of the isopropylester of the hydroxylated analogue of methionin (HMBi) on feed intake and performance of dairy cowa in early lactation*. J Dairy Sci, **89**, (Suppl. 1), 401.
8. **Holter JB, Kim CW, Colovos NF** (1971): *Methionine hydroxy analog for lactating dairy cows*. J Dairy Sci, **55**, 460-465.
9. **Huber JT, Emery RS, Bergen WG, et al.** (1984): *Influences of methionine hydroxy analog on milk and milk fat protduction, blood serum lipids, and plasma amino acids*. J Dairy Sci **67**, 2525-2531.
10. **Hutjens MF, Schultz LH** (1971): *Addition of soybeans or methionin analog to high-concentrate rations for dairy cows*. J Dairy Sci, **54**, 1637-1644.
11. **Jurjanz S, Rober JC, Laurent F** (2006): *Effects of the isopropylester of the hydroxylated analogue of methionine (HMBi) on production performance of dairy cows in early lactation*. In:Proceeding (p. 75-76). Jr Anim Scn, **84**,

- Presented at American dairy Science Association-American Society of Animal Science 2006 Joint annual Meeting, Minneapolis, USA (2006-06-09 - 2006-06-13). Champaign, USA: ASAS - American Society of Animal Science.
12. **Lundquist RG, Linn JG, Otterby DE** (1983): *Influence of dietary energy and protein on yield and composition of milk from cows fed methionine hydroxy analog*. J Dairy Sci, **66**, 475-491.
 13. **Lundquist RG, Otterby DE, Linn JG** (1985): *Influence of three concentrations of DL-methionine or methionine hydroxy analog on milk yield and milk composition*. J Dairy Sci, **68**, 3350-3354.
 14. **Mc collum MQ, Vazquez-annon M, Dibner JJ, et al.** (2000): *Absorption of 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid by isolated sheep ruminal and omasal epithelia*. J Dairy Sci, **78**, 1078-1083.
 15. **Noftsgger S, St-Pierre NR, Sylvester JT** (2005): *Determination of rumen degradability and ruminal effects of three sources of methionine in lactating cows*. J Dairy Sci, **88**, 223-237.
 16. **Olson HH, Grubaugh KP** (1973): *Effect of methionine hydroxy analog feeding on yield and composition of bovine milk*. J Dairy Sci, **57**, 695-697.
 17. **Papas AM, Vicini JL, Clark JH, et al.** (1984): *Effect of rumen -protected methionine on plasma free amino acids and production by dairy cows*. J Nutr, **114**, 2221-1117.
 18. **Patton RA, Mc carthy RD, Griel, JR** (1969): *Observations on rumen fluid, blood serum and milk lipids of cows fed methionine hydroxy analog*. J Dairy Sci, **53**, 776-780.
 19. **Piepenbrink MS, Marr AL, Waldron MR, et al.** (2004): *Feeding 2-hydroxy-4-(methylthio)-butanoic acid to periparturient dairy cows improves milk production but not hepatic metabolism*. J Dairy Sci, **87**, 1971-1084.
 20. **Robert JC, Etave G, D'Alfonso T, et al.** (2001): *A blood kinetics methodology to measure bioavailability of rumen protected methionine sources for ruminants*. J Dairy Sci, **79** (suppl.1), 281.
 21. **Robert JC, Sloan BK, Lahaye F** (1995): *Influence of increasing doses of intestinal digestible methionine (MetDi) on the performance of dairy cows in mid and late lactation*. Ann Zootech, **44**, 381.
 22. **Saunderson, CL** (1985): *Comparative metabolism of l-methionine, dl-methionine and dl-2-hydroxy 4-methylthiobutanoic acid by broiler chicks*. Br J Nutr, **54**, 621-633.
 23. **Schwab CG, Ordway RS** (2011): *Methionine supplementation options*. Department of Animal and Nutritional Sciences., University of New Hampshire Durham NH., Erişim: [http://www.formulate2.com/schwab_methionine.pdf.] Erişim tarihi 06/03/2011.
 24. **Stokes MR, Chlark JH** (1981): *Performance of lactating dairy cows fed methionine or methionine analog at two concentrations of dietary crude protein*. J Dairy Sci, **64**, 1686-1694.
 25. **St-pierre NR, Sylvester JT** (2005): *Effects of 2-Hydroxy-4-(Methylthio) Butanoic Acid(HMB) and its isopropyl ester on milk production and composition by holstein cows*. J Dairy Sci, **88**, 2487-2497.
 26. **Sümbüloğlu K, Sümbüloğlu V** (1995): *Biyoistatistik*. Özdemir Yayıncılık, 6. Baskı, Ankara.
 27. **Türk Standartları Enstitüsü** (1991): *Hayvan yemleri-metabolik (çevrilebilir) enerji tayini (kimyasal metot)*. TSE No:9610. Türk Standartları Enstitüsü Ankara.
 28. **Wang C, Liu H Y, Wang YM, et al.** (2010): *Effects of dietary supplementation of methionine and lysine on milk production and nitrogen utilization in dairy cows*. J Dairy Sci, **93**, 3661-3670.
 29. **Wester TJ, Vazquez-anon M, Parker D, et al.** (2000): *Metabolism of 2-hydroxy-4-methylthio butanoic acid (HMB) in growing lambs*. J Dairy Sc, **83** (Suppl. 1), 268.

Geliş tarihi: 13.04.2015 / Kabul tarihi: 29.06.2015

Yazışma adresi:

Prof. Dr. Adnan Şehu
Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı,
Ankara, Türkiye.