



ARAŞTIRMA MAKALESİ

Geçiş dönemindeki süt ineklerinde gliserol kullanımının etkileri

Behiç Coşkun, Fatma İnal*, Emel Gürbüz, Tahir Balevi, Erdoğan Şeker

Özet

Coşkun B, İnal F, Gürbüz E, Balevi T, Şeker E. Geçiş dönemindeki süt ineklerinde gliserol kullanımının etkileri. *Eurasian J Vet Sci*, 2010, 26, 2, 87-92

Amaç: Gliserolün geçiş döneminde bulunan süt ineklerinde süt verimi, sütün bileşimi, canlı ağırlıklar, buzağı doğum ağırlıkları ve vücut kondisyon skorundaki değişimler ile kan plazmasında glikoz, esterleşmemiş yağ asitleri (NEFA) ve betahidroksibütirik asit (BHBA) konsantrasyonları üzerine etkisini incelemektir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmada, 3 yaşlı ikinci buzağısına gebe olan toplam 20 baş Siyah Alaca süt ineği kullanıldı. İnekler 2 gruba ayrıldı, birinci grup kontrol olarak tutuldu, ikinci gruptaki ineklere günde 750 g gliserol sonda ile içirildi. Çalışma doğum öncesi 20 gün ve doğum sonrası 45 gün olmak üzere toplam 65 gün sürdürüldü.

Bulgular: Gruplar arasında süt verimi, sütün bileşimi, canlı ağırlıklar ve kan plazmasında glikoz ve BHBA konsantrasyonları açısından önemli bir farklılık gözlenmedi ($p>0.05$). Plazma NEFA konsantrasyonları 45. günde gliserol içirilen grupta kontrol grubuna göre daha düşük bulundu ($p<0.05$).

Öneri: Sonuçlar gliserolün geçiş dönemindeki süt ineklerinde canlı ağırlık değişimleri ve kan plazması değerlerindeki olumlu etkilerinden dolayı faydalı olacağını göstermektedir.

Abstract

Coskun B, Inal F, Gurbuz E, Balevi T, Seker E. The effects of using glycerol in transition dairy cows. *Eurasian J Vet Sci*, 2010, 26, 2, 87-92

Aim: This trial was carried out to investigate the effects of glycerol which was given to dairy cows in the transition period milk yield and composition, live weight, and body condition scores with changes in blood plasma glucose, nonesterified fatty acid (NEFA) and β hydroxybutyric acid (BHBA) concentrations.

Materials and Methods: Twenty of second calf pregnant 3 years old Holstein cows were used. Cows were divided into 2 groups, one kept as a control, and second group was drenched an extra 750 g glycerol daily. The experiment has been continued total of 65 days with prenatal 20 days and postnatal 45 days.

Results: There was no significant difference in terms of milk yield, milk composition, live weight, and plasma glucose and BHBA concentrations between the groups ($p>0.05$). 45th day plasma NEFA concentrations were found lower in the glycerol group than the control group ($p<0.05$).

Conclusion: The results indicate that glycerol has a beneficial effect on plasma and live weight changes of cows in transition period.

Selçuk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, Kampüs, 42075, Konya, Türkiye

Geliş: 13.04.2010, Kabul: 26.05.2010

*fainal@selcuk.edu.tr

Anahtar kelimeler: İnek, geçiş dönemi, gliserol, süt verimi, sütün bileşimi, plazma NEFA

Keywords: Cow, transition period, glycerol, milk yield, milk composition, plasma NEFA

► Giriş

Biyodizel üretimi ile birlikte yan ürün olarak üretimin yaklaşık %10'u kadar gliserol açığa çıkmaktadır. Gliserol gıda, ilaç, kozmetik, tarım ve sanayinin birçok dalında kullanım alanı bulan değerli bir ham maddedir. Biyodizel yan ürünü olarak üretim miktarının hızla artması pazarlamada problemlerin ortaya çıkmasına sebep olmuş ve gliserol için alternatif kullanım alanlarının aranması söz konusu olmuştur. Bu bağlamda gliserol pazarlaması için en büyük potansiyeli yem sanayi oluşturmaktadır. Tüm hayvanların metabolizmasında önemli bir madde olan glikozun ön maddesi olan gliserol hemen her tür hayvanın beslenmesinde kullanılabilir.

Süt ineklerinde, laktasyonun başlarında, negatif enerji dengesinin düzeltilmesi amacıyla yağ dokudan yağlar mobilize olmaktadır. Hayvanın genetik olarak yüksek miktarda süt verme özelliğine sahip olması, doğuma yüksek kondisyonda girmesi, yağ mobilizasyonunu artırır ve açığa çıkan yağ asitlerinin bir kısmı karaciğerde yağ sentezine katılarak karaciğer yağlanması ya da yağlı karaciğer sendromu olarak tanımlayabileceğimiz metabolik hastalığa sebep olur. Diğer yandan, yağ asitlerinin enerji kaynağı olarak metabolizmada kullanılabilmesi için gerekli olan oksaloasetik asit yeteri kadar bulunmadığı için yağlar keton cisimciklerine dönüşerek kanda birikmeye başlar. Ketozis adı verilen bu metabolizma bozukluğu, klinik olarak kolayca tanımlanabilen semptomlarla açığa çıkabildiği gibi, belirgin bir klinik semptom göstermeden subklinik olarak da seyredebilir. Çeşitli araştırmalarda (Jordan ve Fourdraine 1993, Kelton ve ark 1998, Ingvarstsen ve ark 2003) klinik ketozisin görülme oranı % 3.7-4.8 arasında tespit edilmiştir. Sürü bazında hastalığın % 20'ye kadar çıkabildiği de bildirilmektedir (Jordan ve Fourdraine 1993). Sürüdeki verimliliği önemli ölçüde etkileyen subklinik ketozis ise sürü bazında % 34'lere kadar çıkabilmektedir (Ingvarstsen 2006).

Yüksek verimli süt ineklerinde son yıllarda yağlı karaciğer ve ketozisten korunmaya yönelik olarak doğum öncesi ve sonrası dönemleri kapsayan günlerde enerji ve glikoz açığını azaltmak amacıyla glikojenik özellikli maddelerin kullanımı giderek artmaktadır. Glikojenik amaçla kullanılan preparatlar arasında en çok bilineni Propilen glikoldür. Metabolizmada doğrudan glikoza dönüşebildiği gibi rumende propiyonik aside dönüşerek de glikoz sentezine katılabilmektedir (Nielsen ve Ingvarstsen 2004). Glikojenik bir madde olan gliserol de metabolizmada glikoz sentezine katkıda bulunarak enerji metabolizmasının düzenlenmesine yardımcı olmaktadır.

Yapılan çalışmalarda (Johnson 1953, Fisher ve ark 1971, Fisher ve ark 1973, Sauer ve ark 1973, Schröder ve Südekum 1999, Ogborn 2006, Wang ve ark

2008) gliserolün süt ineklerine farklı şekillerde verildiği görülmektedir. Gliserol sulandırılarak sonda aracılığı ile verilebildiği gibi yemlerin üzerine dökülerek ya da doğrudan karma yemlere katılarak da hayvanlara yedirilebilmektedir. Veriliş miktarları çoğunlukla geçiş döneminde olmak üzere 300-750 g/gün arasında değişmektedir. Sadece doğumu takip eden günlerde birkaç uygulama yapıldığı durumlarda ise miktar 1,5 litreye kadar çıkabilmektedir. Kullanımını kolaylaştırmak amacıyla, doğum öncesi ve sonrasında kapsayan birer haftalık dönemde içme suyu içerisine gliserol ilavesinden olumlu sonuç alınamamıştır (Osborne ve ark 2009).

Bu çalışma, biyodizel yan ürünü olarak üretilen ham gliserolün, geçiş döneminde bulunan süt ineklerine doğum öncesi 20 gün ve doğum sonrası 45 gün süre ile verilmesinin süt verimi, sütün bileşimi, canlı ağırlıklar, buzağı doğum ağırlıkları ve vücut kondisyon skorundaki değişimler ile bazı kan metabolitleri üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır.

► Gereç ve Yöntem

Bu çalışma, Karapınar'da yaklaşık 200 baş sağmal inek bulunan, Sözen Petrol A.Ş. Tarım ve Hayvancılık İşletmelerinde yaklaşık 3 yaşlı, 2. laktasyon başlangıcında olan 20 baş Siyah Alaca ırkı süt ineği ile yürütüldü. Kaza sonucu meme yırtılması ve sağım sorunu olan iki hayvan denemeden çıkarıldı, çalışma her birinde 9'ar baş olmak üzere toplam 18 baş hayvan ile tamamlandı. Doğumuna yaklaşık 3 hafta kalan hayvanlar sırası ile kontrol ve deneme grubu olmak üzere tesadüfi olarak gruplara ayrıldı. Araştırmada işletmede rutin olarak uygulanan ve Tablo 1'de verilen rasyon-

Tablo 1. Doğum öncesi ve sonrasında çalışmada kullanılan rasyonun bileşimi (kg).

	Doğum öncesi	Laktasyonda
Mısır Silajı	14	22
Buğday Samanı	2.5	0.5
Yonca Kuru Otu	1	4
Şeker Pancarı Posası	8	8
Süt Karma Yemi	2-6*	11.5
Soya Küspesi	-	0.6

*: Doğum öncesi verilen karma yem miktarı araştırmanın başladığı doğum öncesi 20. günden başlamak üzere tedricen 2 kg'dan 6 kg'a çıkarılmıştır.

lar yemleme vagonunda karıştırılarak (TMR=karışık yem) kullanıldı. Kontrol grubuna işletmedeki normal geçiş dönemi beslenmesi uygulanırken, ikinci gruba günde 750 g gliserol sonda yardımı ile içirildi.

Doğumun -21, +5, +21, +30 ve +45. günlerinde denemeye alınan hayvanların kondisyon skorları Ferguson ve ark (1994) tarafından bildirilen metoda göre ve canlı ağırlıkları işletmede bulunan elektronik kantar yardımıyla belirlendi. Buzağuların doğum ağırlık-

ları da doğum sonrası kuruduktan sonra işletmede bulunan 100 g'a hassas kantarda ilk gün içinde alındı.

Tartım yapılan günlerde sabah yemlemesinden üç saat sonra olmak üzere kan örnekleri antikoagülanlı vakotainer tüplere alınıp ve derhal buz içerisine ko-

belirtilen metotlarla ADF, NDF analizleri ise Ankom Fiber Analizör kullanılarak Geoering ve Van Soest (1970)'in bildirdikleri metot esas alınarak yapıldı. Elde edilen veriler t testi uygulanarak değerlendirildi (İnal 2005).

Tablo 2. Araştırmada kullanılan yemlerin ve gliserolün analiz sonuçları (%).

	KM	HP	HK	HY	HS
Mısır Silajı	32.23	6.46	6.39	2.77	30.19
Buğday Samanı	94.53	3.31	7.10	1.41	45.01
Yonca Kuru Otu	93.82	14.38	9.26	1.90	34.65
Şeker Pancarı Posası	24.70	10.49	6.49	0.91	23.85
Süt Karma Yemi	91.41	19.25	7.84	7.84	15.21
Soya Küspesi	89.78	47.38	6.99	1.49	13.51
	Metanol	HY	HK	Tuz	pH
Gliserol	0.02	0.91	4.06	0.40	6.39

nuldu. Örnekler ilk yarım saat içerisinde 10 dakika süreyle 3000 g devirde santrifüj edilip plazması ayrıldı. Plazma soğuk şartlarda laboratuara getirilerek analizlere kadar - 20°C'de saklandı. Kan örneklerinde glikoz, NEFA ve BHBA hazır kit (GLUC-PAP, Randox, RANBUT) kullanarak spektrofotometrik olarak ölçüldü.

Hayvanlar bilgisayar sistemli sağım hanede otomatik sağım makineleri ile günde iki defa sağıldı ve süt verimleri sürü kayıt programından alındı. Kan örneklerinin alındığı günlerde (-21. gün hariç 5, 21, 30 ve 45. günlerde) sağım sırasında sağım sisteminde yer alan örnekleme aparatı ile süt örnekleri alındı. Sütlere bozulmayı engellemek amacıyla koruyucu olarak bro-

► Bulgular

Araştırmada kullanılan yemlerin ve gliserolün kimyasal analiz sonuçları Tablo 2' de verildi. Canlı ağırlıklar ve doğan buzağuların ağırlıkları Tablo 3'de sunuldu. İneklerin tartım yapılan günlerde belirlenen vücut kondisyon skorları Tablo 4'dedir. Araştırma boyunca gruplardan elde edilen ortalama süt verimleri Grafik 1'de, sütün bileşimine ait veriler Tablo 5'de görülmektedir. Çalışmanın -21, 5, 21, 30 ve 45. günlerinde alınan kan örneklerinden elde edilen glikoz, NEFA ve BHBA değerleri sırasıyla Grafik 2, 3 ve 4'de sunuldu.

Tablo 3. Araştırmada kullanılan süt ineklerinin canlı ağırlıkları ile buzağı doğum ağırlıkları (kg).

	Kontrol			Gliserol			P
	n	X	Sx	n	X	Sx	
-21. gün	9	676	24.9	9	635	15.5	0.181
+5. gün	9	620	25.0	9	557	19.1	0.063
+21. gün	9	591	23.1	9	540	18.2	0.097
+30. gün	9	575	20.4	9	542	17.1	0.242
+45. gün	9	574	21.4	9	545	13.2	0.269
-21 - +5. gün fark	9	-56	5.0	9	-78	8.5	0.042
+5 - +45. gün fark	9	-46	9.1	9	-12	9.2	0.018
Buzağı doğum ağı.	9	45.6	1.80	9	44.7	1.65	0.360

nopol (2-bromo-2-nitropropane-1.3 diol) tablet ilave edildi. Süt örnekleri aralıklarla Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümünde bulunan Foss FT120 cihazında kuru madde, yağsız kuru madde, yağ, protein, laktoz ve üre-N'u yönünden değerlendirildi. Araştırmanın 45. gününde alınan süt örneklerinde nedeni anlaşılamayan bozulmalar olduğundan, 21 ve 30. gün verileri birlikte değerlendirildi.

İşletmede kullanılan tüm yem maddeleri ve karma yemlerin ham besin madde analizleri AOAC (2003)'de

► Tartışma

Yüksek süt verimine sahip ineklerde geçiş dönemi olarak adlandırılan doğum öncesi 2-3 hafta ile doğum sonrası 3-4 haftalık dönem yoğun metabolik olayların yaşandığı ve hayvanların daha sonraki verimlerini etkileyen önemli bir dönemdir. Bu dönemde ani yüksek süt verimi ile ortaya çıkan glikoz açığını kapatmaya yönelik olarak önemli bir glikoz prekürsörü olan gliserolün günlük 750 g kadar ağız yoluyla verilmesinin süt ineklerinde süt verimi ve bazı süt ve

kan parametreleri üzerine olan etkilerinin incelendiği bu çalışmada hayvanların canlı ağırlıkları, buzağı doğum ağırlıkları ve vücut kondisyon skorları da takip edilmiştir (Tablo 3 ve 4).

Tablo 4. Araştırmada kullanılan süt ineklerinin vücut kondisyon skorları.

	Kontrol			Gliserol			P
	n	X	Sx	n	X	Sx	
-21. Gün	9	3.56	0.09	9	3.33	0.12	0.155
+5. Gün	9	3.18	0.13	9	3.14	0.10	0.821
+21. Gün	9	3.09	0.11	9	3.04	0.09	0.729
+30. gün	9	3.05	0.08	9	3.11	0.05	0.638
+45. gün	9	3.15	0.09	9	3.12	0.09	0.792
-21 - +5. gün fark	9	0.38	0.10	9	0.19	0.06	0.125
+5 - +45. gün fark	9	0.03	0.09	9	0.02	0.08	0.928

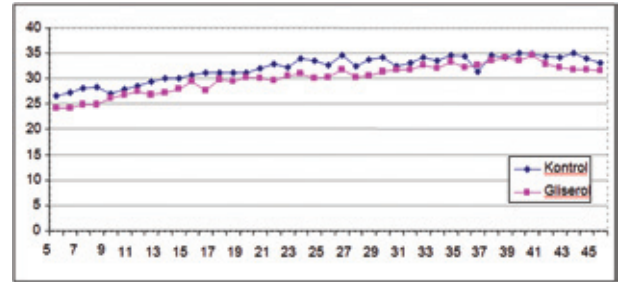
Tablo 3’de sunulan veriler incelendiğinde gruplar arasında canlı ağırlıklar bakımından önemli bir farklılığın çıkmadığı görülecektir. Ancak doğum öncesi 21. gün ile doğum sonrası 5. gün değerleri arasındaki fark yönünden kontrol grubunda daha az bir canlı ağırlık kaybı gözlenirken 5. gün ile 45. günler arasında gliserol verilen grupta daha düşük bir kayıp gözlenmiştir. Gliserolün böbreklerden suyun geri emilmesini, dolayısıyla vücutta su tutulmasını artırdığı bilinmektedir. Gliserolün bu özelliğinden yararlanarak dayanıklılık gerektiren sporları yapan sporculara oral gliserol verilmesi ile ilgili bazı araştırmalar bulunmaktadır (Wagner 1999, Dini ve ark 2007). Doğumla birlikte gliserol verilen gruptaki hayvanların daha fazla ($p<0.05$) kilo kaybetmesi, literatürde böyle bir bilgi olmamasına karşılık, gliserolün hiperhidratif etkisinden dolayı yavru sularının artmasına bağlanabilir. Doğum sonrasında gliserol verilen grupta daha az ($p<0.05$) canlı ağırlık kaybı ise yine gliserolün hiperhidratif etkisiyle birlikte, glikoz ihtiyacının kısmen gliserolden karşılanmış olmasından kaynaklandığı ve gliserolün rasyonun enerjisini artırmış olduğu şeklinde yorumlanabilir. Wang ve ark (2008), tarafından yapılan bir araştırmada da doğum sonrası gliserol verilen gruplarda daha az canlı ağırlık kaybı olduğu bildirilmiştir.

Buzağı doğum ağırlıkları incelendiğinde ortalama veriler arasında bir farklılık olmadığı görülmektedir (Tablo 3). Osborne ve ark (2009), geçiş döneminde süt ineklerinin içme suyuna 20 g/L konsantrasyonunda kattıkları gliserolün buzağı doğum ağırlığını etkilemediğini bildirmişlerdir.

Kontrol ve deneme grubunda süt verimi bakımından önemli bir farklılık bulunmamıştır (Grafik 1). Gliserol uygulamasının süt verimi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmalarda çelişkili sonuçlarla karşılaşılacaktır. Bodarski ve ark (2005) tarafından yapılan bir çalışmada geçiş dönemini kapsayan günlerde 300 ya da 500 ml gliserol verilen süt ineklerinde süt veriminin arttığı bildirilirken, DeFrain ve ark (2004) tarafından yapılan bir çalışmada gliserol uygulaması ile süt veri-

minde azalma eğilimi olmuştur. Ogborn (2006) tarafından yapılan çalışmada ise yüksek verimli süt ineklerinde uygulamanın süt verimini değiştirmedeği görülmüştür. Kaiser ve ark (2002), süt ineklerine doğu-

mu takip eden ilk 6. saat ve 30. saatlerde iki defa 1.5 litre gliserol uygulamasının süt verimi üzerine özellikle ilk doğumunu yapan düvelerde olumlu etkileri olduğunu bildirmişlerdir.



Grafik 1. Araştırma boyunca grupların ortalama süt verimleri, L/gün.

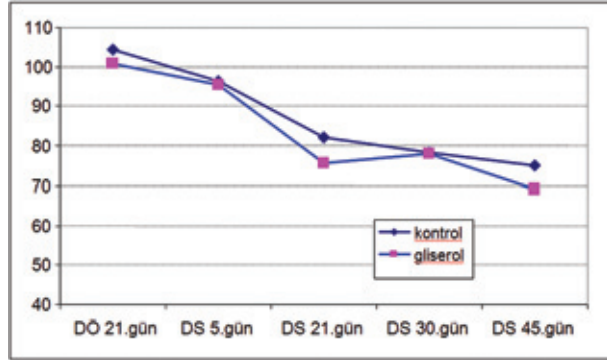
Tablo 5 incelendiğinde, gliserol uygulaması ile sütün bileşiminde istatistiksel yönden farksız sonuçlar bulunmuştur ($p>0.05$). Reichel ve ark (2006), doğum öncesi 10. günden başlayarak doğum sonrası 100. güne kadar günde 100 g gliserol uygulamasının süt üre-N’u düzeyini azalttığını ve süt yağı üzerinde de artma yönünde bir eğilim gözlediklerini bildirmişlerdir.

Tablo 5. Araştırmanın 21 ve 30. günlerinde sütün bileşimi.

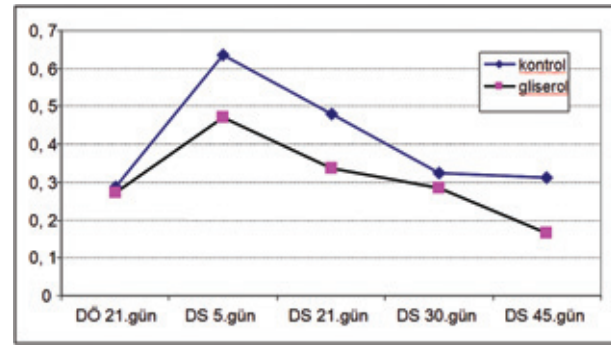
	Kontrol			Gliserol			T
	n	X	Sx	n	X	Sx	
Kuru madde, %	12	12.09	0.13	10	12.45	0.16	1.663
Yağsız kuru madde, %	12	8.48	0.08	10	8.59	0.09	0.870
Yağ, %	12	3.65	0.11	10	3.94	0.11	1.777
Protein, %	12	2.90	0.06	10	3.05	0.05	1.832
Laktoz, %	12	4.69	0.03	10	4.61	0.03	1.797
Süt üre azotu, mg/dl	12	16.54	0.50	10	15.78	0.91	0.696

Yapılan çalışmalar incelendiğinde süt ineklerine gliserol verilmesi ile kan glikoz düzeyinde artış, NEFA ve keton cisimcikleri miktarlarında ise azalma söz konusudur (Goff ve Horst 2001, Bodarski ve ark 2005, Osman ve ark 2006, Osman ve ark 2008). Bu çalışmada BHBA bakımından doğum sonrası ortalama değerler arasında farklılık 21. günde kontrol gru-

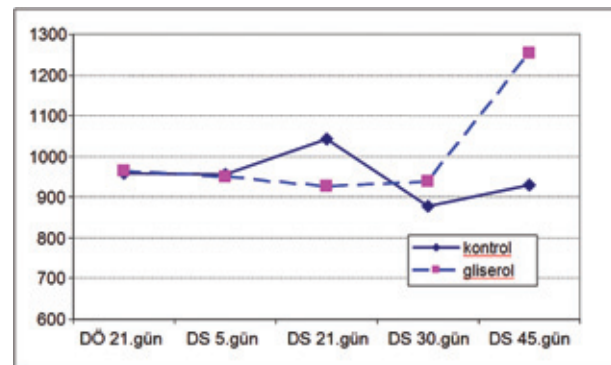
bu lehine, 45. günde ise gliserol grubu lehine rakamsal olarak artmıştır (Grafik 4). Geçiş dönemindeki süt ineklerine gliserol içirmenin plazma glikoz düzeyine etkisi olmamıştır (Grafik 2). Plazma NEFA değerleri doğum öncesi ve sonrası dönemlerde gruplar arasında 45. gün değeri hariç farksız çıkmıştır. 45. günde literatür bulgularına paralel olarak günlük ham gliserol içirmenin vücuttan yağ mobilizasyonunun bir göstergesi olarak kabul edilen NEFA değerini düşürdüğü gözlenmiştir.



Grafik 2. Araştırma süresince elde edilen kan plazması glikoz değerleri, mg/dL.



Grafik 3. Araştırmada elde edilen kan plazması NEFA değerleri, mmol/L.



Grafik 4. Araştırma süresince elde edilen kan plazması BHBA değerleri, µmol/L.

► Öneriler

Geçiş dönemi olarak adlandırılan doğum öncesi 2-3 hafta ile doğum sonrası 45 günü içine alan dönemde, süt ineklerine günde 750 g ham gliserol içirilmesinin

süt verimi, sütün bileşimi, canlı ağırlıklar ve kan plazmasında glikoz ve BHBA konsantrasyonları açısından önemli bir farklılığa yol açmadığı gözlenmiştir. Doğum sonrası 45. günde ham gliserol içirmenin vücuttan yağ mobilizasyonunun bir göstergesi olarak kabul edilen NEFA değerini düşürdüğü gözlenmiştir. Yine doğum sonrası canlı ağırlık kaybında gözlenen azalma da uygulamanın pozitif yönünü oluşturmaktadır.

Sonuç olarak, süt veriminde beklenen artış olmamasına karşılık; canlı ağırlık değişimlerinde ve kan plazması değerlerinde olumlu yönde değişimler nedeniyle süt ineklerinde geçiş döneminde gliserol kullanılması önerilebilir.

► Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen 1060360 nolu ve "Biyodizel Yan Ürünü Gliserolün Hayvan Beslemede Kullanımı" isimli projenin bir bölümüdür. Araştırmanın yürütülmesi sırasında tesis, hayvan materyali ve personel desteği veren Sözen Petrol A.Ş. Tarım ve Hayvancılık İşletmesi yetkililerinden Erol Sözen ve Hayri Sözen'e, Projenin yürütülmesi sırasındaki yardımlarından dolayı İşletme Sorumlusu Hasan Yavuz ve diğer işletme çalışanlarına, çalışmada kullanılan gliserolu temin eden Yıldırımlar Kazan Makine San. ve Tic. Ltd. Şti.'ne, çalışmayı maddi yönden destekleyen TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

► Kaynaklar

- AOAC, 2003. International. Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th Ed. 2nd Revision. Gaithersburg, MD, USA, Association of Analytical Communities.
- Bodarski R, Wertelecki T, Bommer F, Gosiewski S, 2005. The changes of metabolic status and lactation performance in dairy cows under feeding TMR with glycerin (glycerol) supplement at periparturient period. Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Animal Husbandry, 8, 4.
- DeFraen JM, Hippen AR, Kalscheur KF, Jardon PW, 2004. Feeding glycerol to transition dairy cows: effects on blood metabolites and lactation performance. J Dairy Sci, 87, 4195-4206.
- Dini M, Corbianco S, Rossi B, Lucacchini A, 2007. Hyperhydrating with glycerol: effects on thermoregulation, hydration and athletic performance during specific exergonic exercise in a warm-humid environment. Sport Sci Health, 2, 1-7.
- Fergusson JO, Galligan DT, Thomsen N, 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. J Dairy Sci, 77, 2965-2703.
- Fisher LJ, Erfle JD, Satter LD, 1971. Preliminary evaluation of the addition of glucogenic material to the rations of lactating cows. Can J Anim Sci, 51, 721-727.
- Fisher LJ, Erfle JD, Lodge GA, Sauer FD, 1973. Effects of propylene glycol or glycerol supplementation of diet of dairy cows on feed intake, milk yield and composition, and incidence of ketosis. Can J Anim Sci, 53, 289-296.

- Geoering HK, Van Soest PJ, 1970. Forage Fiber Analysis (Apparatus, Reagents and Some Applications). Handbook No: 379, ARS-USDA, Washington, USA.
- Goff JP, Horst RL, 2001. Oral glycerol as an aid in treatment of ketosis/fatty liver complex. *J Dairy Sci*, 84, Suppl 1, 153.
- Ingvarstsen KL, 2006. Feeding- and management-related diseases in the transition cow physiological adaptations around calving and strategies to reduce feeding-related diseases. *Anim Feed Sci Technol*, 126, 175-213.
- Ingvarstsen KL, Dewhurst RJ, Friggens NC, 2003. On the relationship between lactational performance and health: is it yield or metabolic imbalance that cause production diseases in dairy cattle? A position paper. *Livest Prod Sci*, 73, 277-308.
- İnal Ş, 2005. Biyometri, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Konya.
- Johnson R, 1953. The treatment of ketosis with glycerol and propylene glycol. *Cornell Vet*, 44, 6-21.
- Jordan ER, Fourdraine RH, 1993. Characterization of the management practices of the top milk producing herds in the country. *J Dairy Sci*, 76, 3247-3256.
- Kaiser G, Stokes S, Goff J, 2002. Effect of oral glycerol drench on transition dairy cattle. *Proceedings of Mid-South Ruminant Nutrition Conference*, Arlington, USA, pp:31-36.
- Kelton DF, Lissemore KD, Martin RE, 1998. Recommendations for recording and calculating the incidence of selected clinical diseases of dairy cattle. *J Dairy Sci*, 81, 2502-2509.
- Nielsen NI, Ingvarstsen KL, 2004. Propylene glycol for dairy cows. A review of the metabolism of propylene glycol and its effects on physiological parameters, feed intake, milk production and risk of ketosis. *Anim Feed Sci Technol*, 115, 191-213.
- Ogborn KL, 2006. Effects of method of delivery of glycerol on performance and metabolism of dairy cows during transition period, (A Thesis of Master of Science), Cornell University.
- Osborne VR, Odongo NE, Cant JP, Swanson KC, McBride BW, 2009. Effects of supplementing glycerol and soybean oil in drinking water on feed and water intake, energy balance, and production performance of periparturient dairy cows. *J Dairy Sci*, 92, 698-707.
- Osman M, Mehyar N, Bobe G, Coetzee J, Beitz D, 2006. Acute effects of subcutaneous injection of glucagon and/or oral administration of glycerol on blood metabolites and hormones of Holstein dairy cows affected with fatty liver disease. *Iowa State University Animal Industry Report*, R2090.
- Osman MA, Allen PS, Mehyar NA, Bobe G, Coetzee JF, Koehler KJ, Beitz DC, 2008. Acute metabolic responses of postpartal dairy cows to subcutaneous glucagon injections, oral glycerol, or both. *J Dairy Sci*, 91, 3311-3322.
- Reichel P, Hybsky S, Kovac G, Zavadona Z, Huska M, Poulikova I, 2006. Feeding glycerol to transition dairy cows effects on rumen fluid, blood metabolites and lactation performance. *Slov Vet Res*, 43, 137-139.
- Sauer FD, Erfle JD, Fisher LJ, 1973. propylene glycol and glycerol as a feed additive for lactating dairy cows: an evaluation of blood metabolite parameters. *Can J Anim Sci*, 53, 265-271.
- Schröder A, Südekum KH, 1999. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants, *Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress*, Canberra, Australia.
- Wagner DR, 1999. Hyperhydrating with glycerol: implications for athletic performance. *J Am Diet Assoc*, 99, 207-212.
- Wang C, Liu Q, Yang WZ, Huo WJ, Dong KH, Huang YX, Yang XM, He DC, 2008. Effects of glycerol on lactation performance, energy balance and metabolites in early lactation holstein dairy cows. *Anim Feed Sci Technol*, 151, 12-20.