

Yerfıstığı Kabuğu ve Farklı Tamponlayıcı Maddelerin Rumen Sıvısı Parametreleri Üzerine Etkisi

Kadir ERTEN¹, Sevilay GÜL^{2*}, Levend COŞKUNTUNA¹, Fisun KOÇ¹

¹Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Tekirdağ

²Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Tekirdağ

*Sorumlu yazar (Corresponding author): sgul@nku.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 07.07.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 20.08.2023

Özet

Bu çalışmada, süt sığırlarının beslenmesinde kullanılan toplam rasyon karışımına (TRK), yerfıstığı kabuğu (YFK), sodyum bikarbonat (NaHCO₃) ve magnezyum oksit (MgO) katkısının, rumen sıvısı parametreleri üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada Kontrol grubuna (R1) % 0.2 oranında yerfıstığı kabuğu (R2), sodyum bikarbonat (R3) ve magnezyum oksit (R4) katılmıştır. Ayrıca, kontrol grubuna % 0.4 oranında magnezyum oksit katılarak (R5), MgO üzerinden doz interaksyonunun etkisi incelenmiştir. Rasyona katılan YFK, NaHCO₃ ve MgO katkılarının etkilerini incelemek için standart (S) ve düşük (D) pH değerine sahip iki farklı çözelti hazırlanarak rumen sıvısı ile 2 /1 oranında karıştırılmıştır. Rumen sıvısı karışımında oluşan pH değerleri S grubunda 7.45, D grubunda ise 6.95 olarak belirlenmiştir. Çalışmada, inkübasyonun 1, 2 ve 4. saatleri sonunda pH değeri, protozoa sayısı ve viskozite değerleri ölçülmüştür. YFK katkısının düşük pH koşullarında tamponlama kapasitesinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Düşük pH seviyesinin protozoalar üzerinde olumsuz etki gösterdiği tespit edilmiştir. İnkübasyon süresi arttıkça rumen sıvının viskozite değeri yükselmiş. Rasyona MgO katılırken % 0.2 yerine % 0.4 doz katkısının rumen mikroorganizmaları üzerine daha olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, atık niteliğindeki yerfıstığı kabuğunun, ruminant hayvanların rasyonlarında kullanılmasının hem ekonomik hem de ekolojik olarak fayda sağlayacağı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hayvan besleme, yerfıstığı kabuğu, sodyum bikarbonat, magnezyum oksit

The Effect of Peanut Shell and Different Buffering Agents on Rumen Fluid Parameters

Abstract

In this study, the effects of peanut shell (PS), sodium bicarbonate (NaHCO₃) and magnesium oxide (MgO) additives to the total mixed ration (TMR) used in dairy cow feeding on rumen fluid parameters were investigated. In the study, 0.2% peanut shell (R2), sodium bicarbonate (R3) and magnesium oxide (R4) were added to the control group (R1). In addition, 0.4% magnesium oxide (R5) was added to the control group and the effect of dose interaction via MgO was examined. In order to examine the effects of the addition of PS, NaHCO₃ and MgO to the ration, two different solutions with standard (S) and low (L) pH values were prepared and mixed with rumen fluid at a ratio of 2/1. The pH values in the rumen fluid mixture were determined as 7.45 in S group and 6.95 in L group. In the study, pH value, protozoa number and viscosity values were measured at the end of 1, 2 and 4 hours of incubation. It was determined that buffering capacity of PS additive was high at low pH conditions. It was determined that low pH level had a negative effect on protozoa. The viscosity value of rumen fluid increased as the incubation period passed. While adding MgO to the ration, it was determined that 0.4% dose addition instead of 0.2% had more positive effect on rumen microorganisms. As a result, it was determined that the use of waste peanut shell in the rations of ruminant animals will provide both economic and ecological benefits.

Keywords: Animal nutrition, peanut shell, sodium bicarbonate, magnesium oxide

1. Giriş

Süt ineklerinde doğum öncesi kuru dönem ve doğumla birlikte devam eden laktasyonun ilk dönemi, hayvan için en hassas olan dönemdir. İneklerin süt verimi laktasyonun ilk döneminde sürekli olarak artarak en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Hayvanların artan besin madde ihtiyaçlarını karşılamak için, rasyonda kaba yem oranı düşürülürken, kolay çözünebilir karbonhidratlarca zengin konsantre yem oranı arttırılmaktadır (Alataş, 2013; Plaizier ve ark., 2017; Wetzels ve ark., 2017; Çayıroğlu ve ark., 2019). Rumen pH seviyesi ve rumen hareketi, kolay çözünebilir karbonhidrat kaynakları nedeniyle kısa ve uzun vadede olumsuz etkilenmektedir. Rasyonlarda dengesiz ve yetersiz fiziksel etkin selüloz eksikliği, bu olumsuz etkileşimlere neden olabilmektedir. Rumen pH seviyesini dengeleyen yem katkıları ve tükürük salgısının yetersizliği de bu etkileşimlere neden olabilmektedir (Bal, 2017). Beslenmenin kaba ve kesif yem oranı açısından dengeli bir şekilde yapılmaması durumunda, rumen pH dengesi bozulmakta ayrıca, uçucu yağ asitlerinin (UYA) üretimi ve emilimi de hızlı bir şekilde değişmektedir. Yemlemeyi takip eden ilk 2-6 saat arasında en büyük sorun olan asidozis başta olmak üzere, metabolik birçok problemlerin ortaya çıkması da mümkündür. Bu durum, hayvanın verimi açısından olumsuz sonuçların oluşmasına neden olmaktadır (Mao ve ark., 2013; Humer ve ark., 2018). Bu tür metabolik hastalıkları önlemek için, rasyonda tamponlayıcı katkı maddesi kullanılmaktadır. Hayvan beslemede tampon maddesi olarak, amonyak, sodyum klorür, sodyum bentonit, sodyum bikarbonat, potasyum karbonat, kalsiyum karbonat, kireç taşı ve magnezyum oksit kullanılmaktadır. Sodyum bikarbonat ve magnezyum oksit bu tampon maddeleri arasında en yaygın olarak kullanılan bileşenlerdir (NRC, 2001). Bikarbonat, 40 yıldır ruminant hayvanların rasyonlarında düzenli tamponlama yapmak ve süt

yağındaki azalmayı önlemek için kullanılmaktadır (Beauchemin ve Penner, 2009; Calsamiglia ve ark., 2012). Kuru madde (KM) esasına göre, hayvan başına günde 110–225gram sodyum bikarbonat eklenmesi süt verimi, süt yağ oranı ve yem tüketimi üzerinde olumlu bir etki yapmaktadır (Hu ve Murphy 2005). Sodyum bikarbonatın tampon maddesi olarak kullanımı tercih edilmekle birlikte, sodyumun yüksek olmasından oluşabilecek diğer problemlerin azaltılması amacı ile, hem tamponlayıcı etkisini sağlamak hem de mineral ihtiyacının karşılanması amacıyla magnezyum oksit kullanılmaktadır (Şahiner ve Yavuz, 2020). Son zamanlarda hayvan beslemede kullanım olanakları incelenen yerfıstığı kabuğu (YFK), yüksek düzeyde sodyum ve potasyum içeriğine sahiptir. Bu da onun pH üzerinde tamponlayıcı etkisini arttırmaktadır (Dung ve ark., 2022; Mokolopi, 2022). Yerfıstığı kabuğunda nişasta olmayan polisakkarit (NOP) miktarının yüksek olmasına rağmen, ham protein (HP) miktarı (% 6.40-12.20) bakımından hayvan beslemede kullanılan sap, saman vb. yemlere göre yüksek olması sebebiyle bazı araştırmacılar tarafından potansiyel yem olabileceği konusu da tartışılmaktadır (Anike ve ark., 2016; Yuan ve Wan, 2019; Irshad, 2021; Dung ve ark., 2022; Bizzuti ve ark., 2023). Atık olarak nitelendirilen ve çevreye atılarak ekolojik zarar oluşturan yerfıstığı kabuğunun yonca samanına göre daha yüksek *in vitro* gaz üretim (GÜ) değerine sahip olduğu ve rasyona katıldığında, rumen pH değerini arttırdığı yapılan çalışmalarda belirlenmiştir (Yuan ve Wan, 2019). Ayrıca yerfıstığı kabuğu düşük metan (CH₄) üretimine sahip olmasının yanında sera gazı emisyonunu azaltmada da önemli bir kaynak olarak görülmektedir (Bizzuti ve ark., 2023). Bu çalışmada, rasyona yerfıstığı kabuğu, sodyum bikarbonat ve magnezyum oksit katkısının, rumen sıvısı parametrelerinden pH değeri, protozoa sayısı ve viskozite üzerine olan etkileri incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Rasyonların hazırlanması

Hazırlanan rasyonların içerikleri ve kimyasal bileşenlerine ilişkin değerler Tablo 1’de verilmiştir. Çalışmanın kontrol grubunu R1 rasyonu oluşturmuştur. Kontrol grubuna % 0.2 oranında yerfıstığı kabuğu

(YFK) (R2), sodyum bikarbonat (NaHCO_3) (R3) ve magnezyum oksit (MgO) (R4) katılmıştır. Ayrıca, kontrol grubuna % 0.4 oranında magnezyum oksit katılarak (R5), MgO üzerinden doz interaksyonunun etkisi incelenmiştir.

Tablo 1. Rasyonların yem hammaddeleri (%) ve besin değerleri (%KM)

TRK	R1	R2	R3	R4	R5
Arpa	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
Melas	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
Mısır	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00
ATK	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Bira mayası	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
KK	6.25	6.25	6.25	6.25	6.25
SFK	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
Buğday kepeği	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
Mısır DDGS	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
Mermer tozu	0.60	0.50	0.50	0.50	0.40
Tuz	0.35	0.30	0.30	0.30	0.20
Vit-Min. Mix.	0.20	0.15	0.15	0.15	0.15
YFK	-	0.20	-	-	-
NaHCO_3	-	-	0.20	-	-
MgO	-	-	-	0.20	0.40
KM	89.12	89.20	89.14	89.17	89.17
HP	16.49	16.45	16.48	16.47	16.47
HK	9.01	8.96	9.00	9.02	9.02
HY	2.24	2.23	2.24	2.24	2.24
HS	8.69	8.79	8.69	8.69	8.69
NDF	32.58	32.81	32.59	32.60	32.60
ADF	9.90	9.97	9.91	9.90	9.90
ADL	2.44	2.48	2.44	2.43	2.43

ATK: Ayçiçeği tohum küspesi, KK: Kanola küspesi, SFK: Soya fasülyesi küspesi, TRK: Toplam rasyon karması, YFK: Yerfıstığı kabuğu (pH=6.50), S: Sodyum bikarbonat (NaHCO_3 , pH=8.50), M: Magnezyum oksit (MgO , pH=10.80), KM: Kuru madde, HP: Ham protein, HK: Ham kül, HY: Ham yağ, HS: Ham selüloz, NDF: Nötral çözücülerde çözünmeyen lif, ADF: Asit çözücülerde çözünmeyen lif, ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin.

Kimyasal analizler

Yemlerin kuru madde (KM), ham kül (HK), ham protein (HP), ham yağ (HY) ve ham selüloz (HS) analizleri AOAC (2005)’da bildirilen yöntemlere göre yapılmıştır. Analizlerde kullanılacak olan yemler 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüştür. Denemede kullanılan yemler 3 tekerrürlü olarak analizde kullanılmıştır. Yemlerin KM içerikleri 105 °C’de bir gece etüvde kurutulularak, HK içeriği ise 550 °C’de 6 saat kül fırınında yakılarak belirlenmiştir. Yemlerin HP analizi için kjeldahl metodu kullanılmıştır. Yemlerin

HY analizi için ise eter ekstraksiyon metodu kullanılmıştır. Hücre duvarı bileşenlerini oluşturan nötral çözücülerde çözünmeyen lif (NDF), asit çözücülerde çözünmeyen lif (ADF) ve asit çözücülerde çözünmeyen lignin (ADL) içerikleri ise Van Soest et al. (1991) tarafından bildirilen yöntemlere göre yapılmıştır.

Tampon çözeltisi hazırlama

Rumen sıvısı için hazırlanan tampon çözelti ve çözelti içinde bulunan kimyasal maddeler Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Tampon çözelti için gerekli kimyasal maddeler

Kimyasallar	S	D
Na ₂ HPO ₄	1.368	0.228
KH ₂ PO ₄	1.488	1.488
MgSO ₄ .7H ₂ O	0.144	0.144
CaCl ₂ .2H ₂ O	0.01584	0.01584
MnCl ₂ .4H ₂ O	0.012	0.012
CoCl ₂ .6H ₂ O	0.0012	0.0012
FeCl ₂ .6H ₂ O	0.00096	0.00096
NaHCO ₃	8.4	0.0525
(NH ₄)HCO ₃	0.96	0.006
Resazurin	1.22	1.22
1 N NaOH	2.00	2.00
Na ₂ S.7H ₂ O	0.336	0.336

S: Standart pH değerine sahip tampon çözelti (gr/L), D: Düşük pH değerine sahip tampon çözelti (gr/L).

Toplam rasyon karmasına (TRK) katılan yer fıstığı kabuğu ve tampon maddelerin etkilerini incelemek için standart tampon çözelti (7,45) (S) yanında daha düşük pH seviyesine sahip tampon çözelti (6,95) (D) hazırlanmış ve rumen sıvısı ile karıştırılmıştır. Rumen sıvısı, kesimhanede kesilen rumen oluşumunu tamamlamış 5 yaşındaki holstein ırkı sığırdan alınarak, termos içinde sıcaklığı 38-40 °C arasında sabit tutulmuş ve hızlı bir şekilde laboratuvara getirilmiştir. Rumen sıvısı içerisinde kalan katı kısım süzülerek ayrılmış analiz için uygun forma getirilmiştir. 100 ml hacimli cam flakon tüplerine 200 mg yem örneği koyularak, 30 ml rumen sıvısı ve tampon çözelti (1/2) eklenmiştir. Cam flakon tüpler 39 °C'de inkübasyon dolabında 1, 2 ve 4 saat bekletilmiş ve bu saatler sonunda rumen sıvılarında pH, protozoa sayımı ve

viskozite ölçümü yapılmıştır. Rumen sıvısının pH değerleri, dijital bir pH metre (WTW Inolab pH 730) ile ölçülmüştür.

Protozoa sayımı

Protozoa sayısı için inkübasyonun başlangıcında, 1, 2 ve 4. saatlerinde alınan 1 ml rumen sıvısı 9 ml protozoa sayım çözeltisiyle (0,6 g metil yeşili, 8 g NaCl, 100 ml % 37' lik formaldehit 1 litrelik balon jöjeye koyularak, üzeri 1000 ml çizgisine kadar distile su ile tamamlanır) karıştırılmıştır. Işık mikroskobu kullanılarak, Thoma lamında (derinlik: 0,100 mm, küçük kare alanı: 0,0025 mm²) bir büyük kareye (16 tane orta büyüklükte kare) düşen protozoa sayısı belirlenmiştir. Bulunan sayı, aşağıda verilen formülde yerine koyularak, 1 ml rumen sıvısındaki protozoa sayısı hesaplanmıştır (Harmeyer, 1965).

$$P.S = \frac{P * S.O * B.H}{A} * 1000$$

P.S: 1 ml rumen sıvısındaki protozoon sayısı

P: Bulunan protozoa sayısı

S.O: Sulandırma oranı (1/10)

B.H: Birim hacim (En küçük birimin hacmi, 1/4000 mm³)

A: Protozoon sayımının gerçekleştirildiği alan (256 küçük kare)

Viskozite ölçümü

Rumen sıvılarının viskozite yoğunluğunu belirlemek için NDJ-1 ROTATIONAL VISCOMETER cihazı kullanıldı. İnkübasyonun başlangıcında, 1, 2 ve 4. saatlerinde elde edilen rumen sıvıları filtre kağıdında süzöldükten sonra, 10 dk boyunca 5000 rpm devirde santrifüj edildi. Santrifüj tüpünde üstte kalan sıvı kısım

alınarak yoğunluğu hesaplandı. 24 °C sabit sıcaklıkta viskozitesi ölçülen rumen sıvılarının dinamik viskozitesi (η) belirlendi. Aşağıda verilen formüller ile rumen sıvılarının kinematik viskozite (ν) değerleri hesaplandı. Dinamik viskozite (mPa.s) = Kofaktör (K) x Kadran üzerinde okuma (Sapma açısı) (a)

$$\eta = K \times a$$

Dinamik viskozite (mPa.s) = Kinematik viskozite ($\text{mm}^2 \text{s}^{-1}$) x Kinematik viskoziteyi

belirlerken sıcaklıktaki yoğunluk (g cm^3^{-1}) (p)

$$\eta = \nu \times p$$

3. İstatistiksel analizler

Elde edilen verilerin istatistik analizleri SPSS 22 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde ve gruplar arasındaki farklılığın belirlenmesinde tek yönlü varyans analizi, grup etkilerinin karşılaştırmasında ise Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Parametreler arasındaki ilişkiyi incelemek için Pearson Correlation analiz testi yapılmıştır (Genç ve Soysal, 2018).

4. Bulgular ve Tartışma

Rasyonların rumen sıvısı parametrelerine ilişkin analiz sonuçları Tablo 3'te verilmiştir. Rasyonların rumen sıvısına ilişkin pH değerleri 6.81-7.58 arasında değişmiştir (Şekil 1). En yüksek pH değeri inkübasyonun 2. saatinde, S grubunda yer alan R4 rasyonunda tespit edilirken, en düşük pH değeri inkübasyonun 4. saatinde, D grubunda yer alan R1 rasyonunda saptanmıştır. Süreye bağlı olarak D grubunun pH değerleri değişirken, S grubunda istatistiksel olarak farklılık görülmemiştir. İnkübasyon süresi geçtikçe D grubunda pH değerleri azalmıştır ($P < 0.05$). S grubunda pH değerleri büyükten küçüğe doğru $\text{MgO} > \text{NaHCO}_3 > \text{YFK}$ şeklinde olmuştur. Fakat D grubunda

pH değerleri büyükten küçüğe doğru $\text{YFK} > \text{MgO} > \text{NaHCO}_3$ şeklinde olmuştur. Bu durum YFK katkısının düşük pH koşullarında tamponlama etkinliğini artırdığını göstermektedir. Katkı maddeleri, kontrol grubuna göre daha yüksek pH değerine sahip olmasına rağmen istatistiksel olarak önemlilik saptanmamıştır ($P > 0.05$). S ve D grupları karşılaştırıldığında, inkübasyon süresince S grubu, D grubuna göre yüksek pH değerine sahip olduğu belirlenmiştir ($P < 0.001$). Sodyum bikarbonat ve magnezyum oksit karşılaştırıldığı bir çalışmada, pH değeri 4.0 olarak ayarlanan solüsyon sıvısında, 0.5 g magnezyum oksit katkısı ile pH değeri 7.02'ye yükselirken, 0.5 g sodyum bikarbonat katkısı ile pH değeri 6.94'e yükselmiştir. pH değeri 5.0 olarak ayarlanan solüsyon sıvısında, 0.5 g magnezyum oksit katkısı ile pH değeri 8.18'e yükselirken, 0.5 g sodyum bikarbonat katkısı ile pH değeri 7.60'a yükselmiştir. Çalışmada pH değeri 6.5 olarak ayarlanan rumen sıvısına 0.5 g katılan sodyum bikarbonat ve magnezyum oksit karşılaştırıldığında, inkübasyon süresinin 15. dakikasında magnezyum oksit eklendiği rumen sıvısındaki pH değeri, sodyum bikarbonatın eklendiği

rumen sıvısının pH değerine göre daha düşük kalmıştır. Ayrıca pH değeri 7.0 olan rumen sıvısına, 0.25 g katılan katkı maddelerinde, 120 dakikalık inkübasyonun sonunda, sodyum bikarbonatın katıldığı rumen sıvısının pH değeri 7.15 bulunurken,

magnezyum oksit katıldığı rumen sıvısında pH değeri 7.34 olarak tespit edilmiştir. Magnezyum oksit normal pH koşullarında sodyum bikarbonata göre daha fazla tamponlayıcı etki göstermiştir (Şahiner ve Yavuz, 2020).

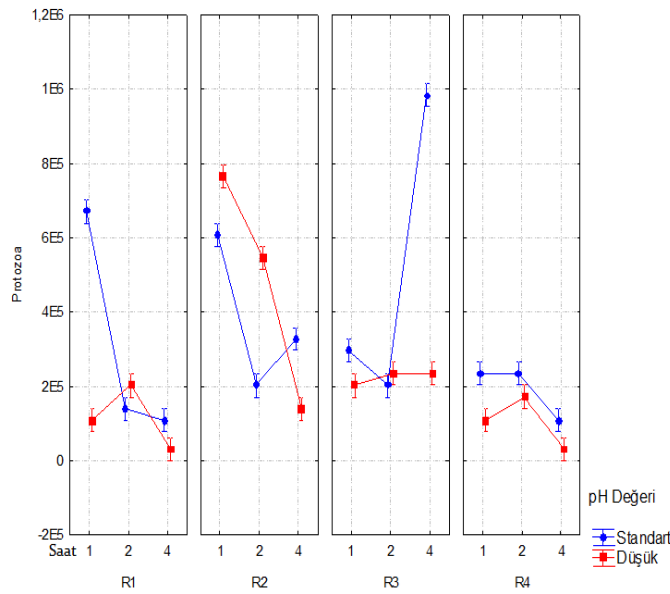
Tablo 3. Oluşturulan rasyonların rumen sıvısı parametreleri

Rasyon	pH Değeri	Süre	Katkı	pH	Protozoa	Viskozite
-	S	0	Başlangıç	7.45	6.25	0.300
-	D	0	Başlangıç	6.95	4.69	0.300
R1	S	1	TRK	7.43 ab	6.72 c	0.415 a-c
R2	S	1	TRK+YFK	7.39 a-d	6.09 d	0.364 a-c
R3	S	1	TRK+S	7.52 a	2.97 f	0.365 a-c
R4	S	1	TRK+M	7.56 a	2.34 g	0.400 a-c
R1	S	2	TRK	7.53 a	1.41 ı	0.427 a-c
R2	S	2	TRK+YFK	7.44 ab	2.03 gh	0.509 a-c
R3	S	2	TRK+S	7.47 ab	2.03 gh	0.480 a-c
R4	S	2	TRK+M	7.58 a	2.34 g	0.427 a-c
R1	S	4	TRK	7.31 a-e	1.09 i	0.573 a-c
R2	S	4	TRK+YFK	7.38 a-d	3.28 f	0.387 a-c
R3	S	4	TRK+S	7.41 a-c	9.84 a	0.598 a-c
R4	S	4	TRK+M	7.45 ab	1.09 i	0.619 ab
R1	D	1	TRK	7.30 a-e	1.09 i	0.298 bc
R2	D	1	TRK+YFK	7.39 a-d	7.66 b	0.299 bc
R3	D	1	TRK+S	7.00 b-e	2.03 gh	0.394 a-c
R4	D	1	TRK+M	7.10 a-e	1.09 i	0.407 a-c
R1	D	2	TRK	6.89 de	2.03 gh	0.400 a-c
R2	D	2	TRK+YFK	7.39 a-d	5.47 e	0.550 a-c
R3	D	2	TRK+S	6.97 b-e	2.34 g	0.566 a-c
R4	D	2	TRK+M	7.15 a-e	1.72 hı	0.610 ab
R1	D	4	TRK	6.81 e	0.31 j	0.618 ab
R2	D	4	TRK+YFK	6.91 c-e	1.41 ı	0.636 a
R3	D	4	TRK+S	6.83 e	2.34 g	0.421 a-c
R4	D	4	TRK+M	7.09 a-e	0.31 j	0.269 c
OSH				0.042	0.352	0.021
P						
Süre				0.045	0.000	0.011
Katkı				0.350	0.000	0.991
pH				0.000	0.000	0.841
Süre*Katkı				0.880	0.000	0.563
Süre*pH				0.415	0.000	0.374
Katkı*pH				0.230	0.000	0.671
Süre*Katkı*pH				0.625	0.000	0.124

^{abj}: Aynı sütundaki farklı harf içeren gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. S: Standart pH değeri, D: Düşük pH değeri, Süre: Saat, TRK: Toplam rasyon karması, YFK: Yerfistüğü kabuğu, S: Sodyum bikarbonat (NaHCO₃), M: Magnezyum oksit (MgO), Viskozite: (mm² s⁻¹) Protozoa: x 10⁵, OSH: Ortalamaların standart hatası.

Farklı dozlarda NaHCO_3 (%0, 0.5, 1.0, 1.5) ve MgO (%0, 0.25, 0.5, 1.0)'in arpa, buğday mısır ve yulaf üzerine katkısının incelendiği araştırmada, MgO katkısı *in vitro* gaz üretimi, pH ve tampon kapasitesini artırırken, NaHCO_3 katkısı ise $\text{NH}_3\text{-N}$ miktarını artırmıştır (Umucalılar ve Şeker, 2000). Rasyonların rumen sıvısına ilişkin protozoa sayıları $0.31\text{-}9.84 \times 10^5$ arasında değişmiştir (Şekil 2). En yüksek protozoa sayısı inkübasyonun 4. saatinde, S grubunda yer alan R3 rasyonunda tespit edilirken, en düşük protozoa sayısı inkübasyonun 4. saatinde, D grubunda görülmüştür. İnkübasyon süresi arttıkça R3 grubu hariç diğer rasyonların protozoa sayıları azalmıştır. Süre etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Rasyonlar arasında en yüksek protozoa sayısı R2 grubunda görülürken, en düşük protozoa sayısı R4 grubunda tespit edilmiştir. YFK ve NaHCO_3 katkılarının protozoalar üzerinde olumlu etki gösterdiği, fakat MgO katkısının protozoalar üzerinde olumsuz etki gösterdiği belirlenmiştir. Katkı maddeleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.001$). S ve D grupları karşılaştırıldığında, inkübasyon boyunca S grubu, D grubuna göre daha fazla protozoa sayısına sahip olduğu

belirlenmiştir ($P<0.001$). Rumen mikroflorası içinde oldukça hassas olan protozoalar pH 5,5'in altında yaşayamazlar (Krause ve Oetzel, 2006). Asit ortamda laktik asidi fermente eden bakteriler ve protozoaların gelişiminin baskılanması, buna karşın aside dayanıklı laktik asit üreten bakterilerin gelişiminin uyarılmasının bir sonucu olarak görülmektedir (Öztürk ve Pişkin, 2009). Grupların rumen sıvısı viskozitesi $0.269\text{-}0.636 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1}$ arasında değişmiştir. En yüksek viskozite değeri inkübasyonun 4. saatinde, D grubunda yer alan R2 rasyonunda tespit edilirken, en düşük viskozite değeri inkübasyonun 4. saatinde, D grubunda yer alan R4 rasyonunda saptanmıştır. Rumen sıvısının en düşük viskozite değeri inkübasyonun 1. saatinde tespit edilmiştir. İnkübasyon süresi ilerledikçe rumen sıvısının viskozite değeri yükselmiş ve 4. saatlerinde en yüksek değerlere ulaşmıştır. Süre etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Rasyonlar arasında viskozite değerleri bakımından fark bulunmamıştır ($P>0.05$). S grubunun, D grubuna göre daha yüksek viskozite değerine sahip olduğu belirlenmiştir, fakat istatistiksel olarak önemlilik saptanmamıştır ($P>0.05$).



Şekil 2. Rasyonların rumen sıvısına ilişkin protozoa sayıları

Farklı dozlarda eklenen MgO katkısının rumen sıvısı parametrelerine ilişkin analiz sonuçları Tablo 4’te verilmiştir. MgO katkısının rumen sıvısına ilişkin pH değerleri 6.81-7.59 arasında değişmiştir (Şekil 3). En yüksek pH değeri inkübasyonun 1. saatinde, % 0.4 MgO katkılı S grubunda tespit edilirken, en düşük pH değeri inkübasyonun 4. saatinde, D kontrol grubunda saptanmıştır. Süre ve doz etkileşimleri istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0.05$). İnkübasyon süresi boyunca, S grubu D grubuna göre daha yüksek pH seviyesine sahip olduğu için

istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Rasyonların rumen sıvısına ilişkin protozoa sayıları $0.31-6.87 \times 10^5$ arasında değişmiştir (Şekil 4 ve Şekil 5). En yüksek protozoa sayısı inkübasyonun 1. saatinde, S 7.43 pH değerine sahip kontrol grubunda tespit edilirken, en düşük protozoa sayısı inkübasyonun 4. saatlerdeki, kontrol ve % 0.2 MgO katkılı D grubunda bulunmuştur. En düşük protozoa sayıları inkübasyonun 4. saatinde görülmüştür. İnkübasyon süresi arttıkça rasyonların protozoa sayıları azalmıştır.

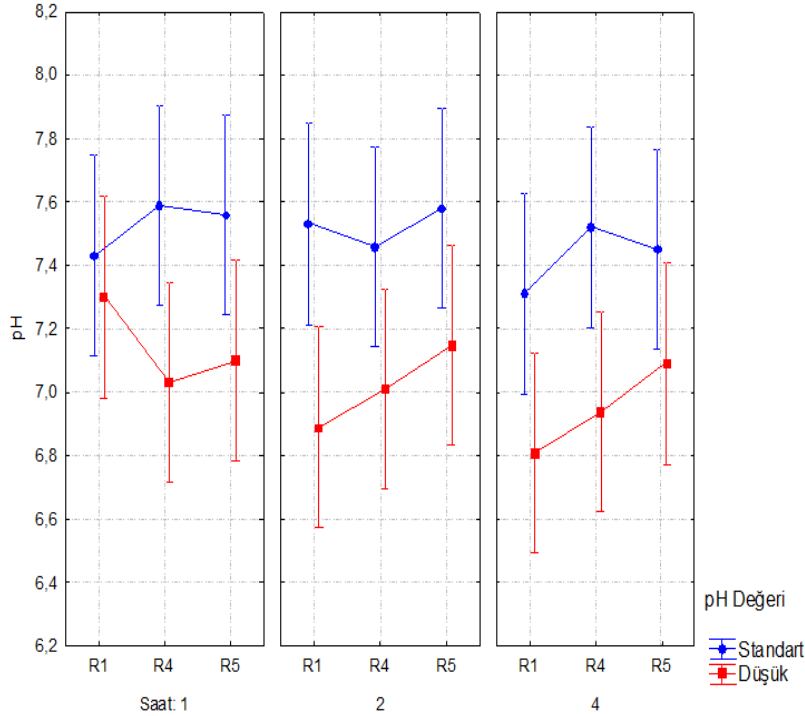
Tablo 4. Farklı dozlarda MgO katkısının rumen sıvısı parametrelerine etkisi

pH Değeri	Rasyon	Süre	Doz	pH	Protozoa	Viskozite
S	-	Başlangıç	-	7.45	6.25	0.300
D	-	Başlangıç	-	6.95	4.69	0.300
S	R1	1	0	7.43 ad	6.87 a	0.294 d-f
S		2	0	7.53 ab	1.56 de	0.324 cd
S		4	0	7.31 ae	1.25 ef	0.454 b
S	R4	1	0.2	7.56 a	2.34 bc	0.264 fg
S		2	0.2	7.58 a	2.34 bc	0.238 gh
S		4	0.2	7.45 ad	1.09 f	0.301 d
S	R5	1	0.4	7.59 a	1.72 d	0.268 e-g
S		2	0.4	7.46 ac	2.66 b	0.265 fg
S		4	0.4	7.52 ac	1.09 f	0.297 de
D	R1	1	0	7.30 ae	1.25 ef	0.218 hı
D		2	0	6.89 e	2.19 c	0.311 cd
D		4	0	6.81 e	0.31 g	0.499 a
D	R4	1	0.2	7.10 ae	1.09 f	0.246 gh
D		2	0.2	7.15 ae	1.72 d	0.317 cd
D		4	0.2	7.09 ae	0.31 g	0.121 i
D	R5	1	0.4	7.03 be	2.34 bc	0.216 hı
D		2	0.4	7.01 ce	1.72 d	0.342 c
D		4	0.4	6.94 de	1.41 d-f	0.196 ı
OSH				0.050	0.230	0.014
				P		
Süre				0.255	0.000	0.000
Doz				0.459	0.000	0.000
pH				0.000	0.000	0.000
Süre*Doz				0.744	0.000	0.000
Süre*pH				0.758	0.000	0.000
Doz*pH				0.767	0.000	0.122
Süre*Doz*pH				0.593	0.000	0.000

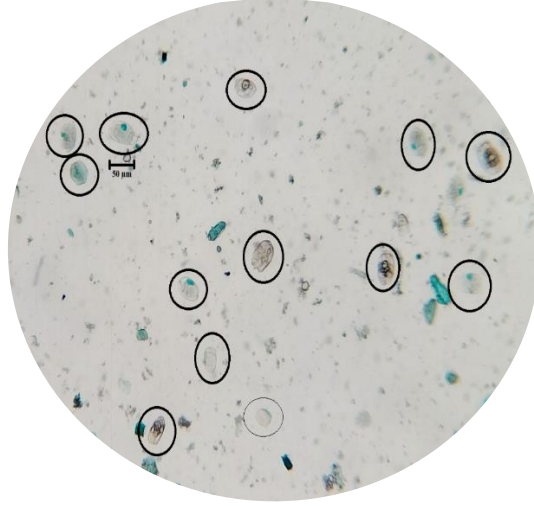
^{a-i}: Aynı sütundaki farklı harf içeren gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Süre: Saat, Viskozite: ($\text{mm}^2 \text{s}^{-1}$) Protozoa: $\times 10^5$, OSH: Ortalamaların standart hatası.

Süre interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Doz bakımından MgO katkısının % 0.4 değerinde % 0.2 değerine göre daha yüksek protozoa sayısı saptanmıştır ($P<0.001$). S ve D grupları karşılaştırıldığında, inkübasyon boyunca S grubunun, D grubuna göre daha fazla protozoa sayısına sahip olduğu belirlenmiştir ($P<0.001$). Laktik asit ve UYA üretiminin aşırı miktarda artması protozoa sayısını azaltmaktadır (Gümüş, 2014). Grupların rumen sıvısı viskozitesi $0.121-0,499 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1}$ arasında değişmiştir. En yüksek viskozite değeri inkübasyonun 4. saatinde, D grubunda yer alan % 0.4 MgO katkısında tespit edilirken, en düşük viskozite değeri inkübasyonun 4. saatinde,

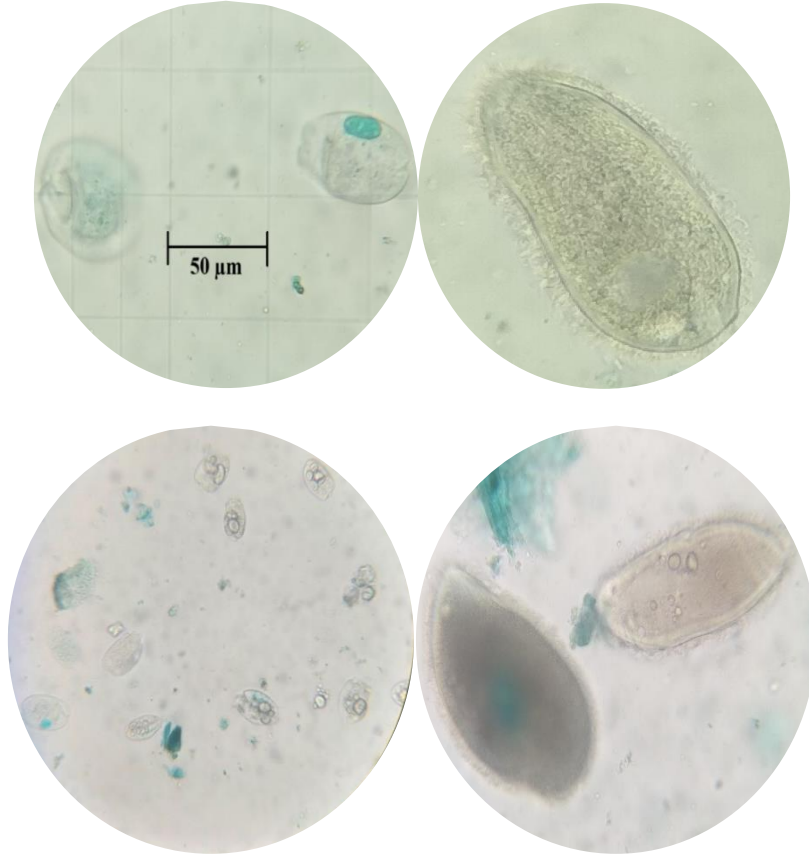
D grubunda yer alan % 0.2 MgO katkısında bulunmuştur. Rumen sıvının viskozite değeri en düşük inkübasyonun 1. saatinde tespit edilmiştir. İnkübasyon süresi geçtikçe rumen sıvının viskozite değeri yükselmiş ve 4. saatlerinde en yüksek değerlere ulaşmıştır. Süre interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Doz miktarı arttıkça rumen sıvısının viskozite değeri düşmüştür ($P<0.001$). Ayrıca S grubunun, D grubuna göre daha yüksek viskozite değerine sahip olduğu belirlenmiştir ($P<0.001$). Rasyona tamponlayıcı madde olarak MgO katılırken, % 0.2 yerine % 0.4 dozunun katılması, rumen mikroorganizmaları üzerine daha olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 3. MgO katkısının rumen sıvısına ilişkin pH değerleri



Şekil 4. Işık mikroskobu altında rumen protozoaları (x10)



Şekil 5. Işık mikroskobu altında rumen protozoaları (x40)

Rumen sıvısı parametrelerin korelasyon analizine ilişkin bulgular Tablo 5'te

verilmiştir. Çalışmada standart ve düşük pH değerine sahip rumen sıvıları farklı

etkileşimler göstermiştir. Standart pH değerinden düşük pH değerine geçildiğinde, inkübasyon boyunca rumen sıvısının pH seviyesi düşük kalmıştır. Bu durum protozoa sayılarını da doğrusal olarak etkilemiştir. Protozoa sayıları düşük pH değerinde azalma göstermiştir. pH değerleri ile rumen viskozite değeri arasında negatif korelasyon görülmüştür. pH seviyesinin düşmesi rumen viskozitesini artırmıştır. İnkübasyon süresine bağlı olarak, sürenin artması rumen viskozite değerini arttırmıştır. İnkübasyon süresi ilerledikçe pH seviyesi ve protozoa sayısında düşme görülmüştür. Viskozite

değeri, pH seviyesi ve protozoa sayısı ile negatif korelasyon içerisinde bulunmuştur. Viskozite seviyesinin artması, yem parçalanmaları ile birlikte ortamda hücre çeperi bileşenleri ve nişastanın fazla olduğunu göstermektedir. Yemler rumende parçalandığında ortama uçucu yağ asitleri (UYA) çıkar, bu yağ asitleri rumen sıvısında pH seviyesini düşürerek, ortamın asitliğini artırır (Erten ve ark., 2023). Protozoa sayısı ile pH seviyesi arasında pozitif korelasyon bulunmuştur. Düşük pH seviyesinde hassaslaşan protozoalar, asitliğin artması ile birlikte yaşamlarını kaybetmektedirler (Öztürk ve Pişkin, 2009).

Tablo 5. Rumen sıvısı parametrelerinin korelasyon tablosu

Korelasyon		pH değeri	Süre	Viskozite	pH	Protozoa
pH değeri	Pearson's r	—				
	P	—				
Süre	Pearson's r	-0.089	—			
	P	0.546	—			
Viskozite	Pearson's r	-0.064	0.370**	—		
	P	0.664	0.010	—		
pH	Pearson's r	0.714***	-0.281	** -0.458	—	
	P	< 0.001	0.053	0.001	—	
Protozoa	Pearson's r	0.399**	-0.189	-0.090	0.334*	—
	P	0.005	0.198	0.544	0.020	—

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

Sonuç

Süt sığırlarının farklı laktasyon dönemlerine göre rasyon içerikleri değişmektedir. Metabolik hastalıkların en fazla görüldüğü erken laktasyon döneminde, yoğun yemin fazla olduğu ve kaba yemin düşük olduğu besleme yönteminde, rumen ortamının pH düzeyi hızlı bir şekilde düşmektedir. Bu yüzden rasyona tamponlayıcı maddelerin katılması önemlidir. Yerfıstığı kabuğu (YFK) ve tamponlayıcı madde olarak soydum bikarbonat (NaHCO₃) ve magnezyum oksit (MgO) kullanıldığı bu çalışmada, yerfıstığı kabuğu katkısının, soydum bikarbonat ve magnezyum oksite göre, düşük pH koşullarında tamponlama etkinliğinin daha fazla olduğu belirlenmiştir. Rasyona MgO katılırken % 0.2 yerine % 0.4 doz katkısının rumen

mikroorganizmaları üzerine daha olumlu etki gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, atık niteliğindeki yerfıstığı kabuğunun ruminant hayvanların rasyonlarında kullanımının, hayvancılık üretim sektörünün sürdürülebilirliğini artırma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Süt sığırlarının erken laktasyon döneminde, rasyonda asidozu önleyici tampon madde olarak yerfıstığı kabuğunun kullanılabileceği kanaatine varılmıştır.

Yazarların Katkı Beyanı

Yazarlar makaleye eşit katkıda bulduklarını, makalenin yayına hazır son halini gördüklerini/okuduklarını ve onayladıklarını beyan etmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Tüm yazarlar, bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

- Alataş, M.S., 2013. İn vivo ve in vitro şartlarda oluşturulan subakut asidozis durumunda megasphaera elsdeni inokulasyonunun rumen parametreleri üzerine etkisi. Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Anike, F.N., Yusuf, M., Isikhuemhen, O.S. 2016. Co-substrating of peanut shells with cornstalks enhances biodegradation by *Pleurotus ostreatus*. *J Bioremed Biodeg*, 7(1): 1-7.
- AOAC. 2005. Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International. 18th edition. Arlington, VA Washington, DC, USA.
- Bal, M.A. 2017. Rumen pH'sını düzenleyici katkı maddeleri ve etkileri. *Türkiye Klinikleri Journal of Animal Nutrition and Nutritional Diseases-Special Topics*, 3(3):161-170.
- Beauchemin, K., Penner, G., 2009. New developments in understanding ruminal acidosis in dairy cows. *In Tri-State Dairy Nutrition Conference*, , pp. 1-12.
- Bizzuti, B.E., Pérez-Márquez, S., Van Cleef, F.D.O.S., Ovani, V.S., Costa, W.S., Lima, P. M.T., Abdalla, A.L., 2023. In Vitro Degradability and Methane Production from By-Products Fed to Ruminants. *Agronomy*, 13(4): 1043.
- Calsamiglia, S., Blanch, M., Ferret, A., Moya, D. 2012. Is subacute ruminal acidosis a pH related problem? Causes and tools for its control. *Animal Feed Science and Technology*, 172(1-2): 42-50.
- Çayıroğlu, H., Şahin, A., Coşkun, İ. 2019. Süt Sığırlarında Subakut Rumen Asidozisi ve Önleyici Besleme Uygulamaları. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(8): 1156-1165.
- Dung, D.V., Phung, L.D., Ngoan, L.D., Quan, N.H., Tra, T.T.T., Tam, V.T.M., Roubík, H. 2022. Effects of biochar produced from tropical rice husk and peanut shell at different processing temperatures on in vitro rumen fermentation and methane production. *japs: Journal of Animal and Plant Sciences*, 32(3).
- Erten, K., Coşkuntuna, L., Koç, F. 2023. The Relationship Between The *In Vitro* Gas Production Parameters of Feed Nutrients. *Turkish Journal Of Agricultural And Natural Science*, 10(3): 529-540.
- Genç, S., Soysal, M.İ. 2018. Parametrik ve parametrik olmayan çoklu karşılaştırma testleri. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 1(1): 18-27.
- Gümüş, H. 2014. Akarbozun Asidozis Üzerine Etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 2(1): 42-49.
- Harmeyer, J., 1965. Zur methodical experimenteller untersuchungen an pansenprotozoan. *Zentralblatt for veterinary medicine Reihe A*, 12(9): 841-880.
- Hu, W., Murphy, M.R. 2005. Statistical evaluation of early-and mid-lactation dairy cow responses to dietary sodium bicarbonate addition. *Animal Feed Science And Technology*, 119(1-2): 43-54.
- Humer, E., Petri, R.M., Aschenbach, J.R., Bradford, B.J., Penner, G.B., Tafaj, M., Zebeli, Q. 2018. Practical feeding management recommendations to mitigate the risk of subacute ruminal acidosis in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 101(2): 872-888.
- Irshad, N. 2021. Determination of nutrient values of peanuts shells, peanut skins, and almond hulls as ruminant feed. Yüksek Lisans Tezi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Krause, K.M., Oetzel, G.R. 2006. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Animal feed science and technology*, 126(3-4): 215-236.
- Mao, S.Y., Zhang, R.Y., Wang, D.S., Zhu, W.Y. 2013. Impact of subacute ruminal acidosis (SARA) adaptation on rumen microbiota in dairy cattle using pyrosequencing. *Anaerobe*, 24: 12-19.
- Mokolopi, B.G. 2022. Groundnut shells as a potential feed supplement for ruminants on pastures: A review. *Indian Journal of Animal Research*, 56(5): 521-524.
- NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. National Academy of Sciences, 519, Washington, DC.
- Öztürk, H., Pişkin, İ., 2009. Rumen asidozuna fizyopatolojik bakış. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 80(3): 3-6.
- Plaizier, J.C., Li, S., Danscher, A.M., Derakshani, H., Andersen, P.H., Khafipour, E. 2017. Changes in microbiota in rumen digesta and feces due to a grain-based subacute ruminal acidosis (SARA) challenge. *Microbial ecology*, 74: 485-495.
- Şahiner, F., Yavuz, M., 2020. Rumen düzenleyicilerinin tampon özellikleri kullanılarak in vitro yöntemiyle rumen fermantasyonuna etkisinin belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 431-444.
- Umucalı, H.D., Şeker, E. 2000. Effects of sodium bicarbonate and magnesium oxide as buffers on in vitro digestibility of grains. *Eurasian Journal of Veterinary Sciences*, 16(2): 129-135.
- Van Soest, P.V., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science*, 74(10): 3583-3597.
- Wetzels, S.U., Mann, E., Pourazad, P., Kumar, M., Pinior, B., Metzler-Zebeli, B.U., Zebeli, Q. 2017. Epimural bacterial community structure in the rumen of Holstein cows with different responses to a long-term subacute ruminal acidosis diet challenge. *Journal of Dairy Science*, 100(3): 1829-1844.
- Yuan, J., Wan, X. 2019. Multiple-factor associative effects of peanut shell combined with alfalfa and concentrate determined by in vitro gas production method. *Czech Journal of Animal Science*, 64(8): 352-360.

Atf Şekli: Erten, K., Gül, S., Coşkuntuna, L., Koç, F., 2023. Yerfıstığı Kabuğu ve Bazı Tamponlayıcı Maddelerin Rumen Sıvısı Parametreleri Üzerine Etkisi. *MAS Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 8(Özel Sayı): 1011–1023.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10015076>.

To Cite: Erten, K., Gül, S., Coşkuntuna, L., Koç, F., 2023. The Effect of Peanut Shell and Some Buffering Agents on Rumen Fluid Parameters. *MAS Journal of Applied Sciences*, 8(Special Issue): 1011–1023.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10015076>.
