



Saman, Arpa ve Fiğın Propiyonik Asit ile Muamelesinin İn Vitro Gaz Üretimi, Metan Üretimi ve Yem Değeri Üzerine Etkisi*

Rumeysa ÇİFTÇİ^{1a}, Mehmet GÜL^{1b}✉,

1. Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Erzurum, TÜRKİYE.
ORCID: 0000-0002-4744-7681^a, 0000-0001-5477-1773^b

Geliş Tarihi/Received	Kabul Tarihi/Accepted	Yayın Tarihi/Published
04.03.2021	21.09.2021	30.12.2021

Bu makaleye atıfta bulunmak için/To cite this article:
Gül M, Çiftçi R: Saman, Arpa ve Fiğın Propiyonik Asit ile Muamelesinin İn Vitro Gaz Üretimi, Metan Üretimi ve Yem Değeri Üzerine Etkisi. Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg., 16(3): 275-282, 2021. DOI: 10.17094/ataunivbd.890942

Öz: Bu araştırma, ruminantların beslemesinde sıkça kullanılan buğday samanı, arpa ve fiğ yemlerine ilave edilen propiyonik asidin (%0, 1, 2 ve 3) in vitro ortamda metan gazı üretimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütüldü. İn vitro gaz üretim tekniği için gerekli olan rumen içeriği iki yaşlı koçlardan elde edildi. Propiyonik asit ilave edilen yemler, in vitro gaz üretim tekniği ile 24 saatlik inkübasyona bırakıldı. Açığa çıkan toplam gaz ve metan gazı (CH₄) miktarları bilgisayar destekli özel bir cihaz vasıtasıyla ölçüldü. Ayrıca, her bir deneme grubundaki yemlerin ham besin madde içerikleri, metabolik enerji (ME) ile net enerji laktasyon (NEL) düzeyi ve organik madde sindirilebilirliği (OMS) belirlendi. Buğday samanına ilave edilen propiyonik asidin, total gaz hacmini, CH₄ (ml) miktarını, net enerji laktasyon (NEL) ve OMS'ni düşürmesine (kübik etki) rağmen CH₄ (%) üzerine bir etkisinin olmadığı görüldü. Bu çalışmada arpa ve fiğ tanesine ilave edilen propiyonik asidin metan üretimi ve in vitro sindirilebilirlik üzerine bir etkisinin olmadığı tespit edildi. Yemlerin besin madde bileşimi, metan üretimi ve in vitro sindirilebilirlik değerini etkilediği belirlendi. Bu nedenle kaliteli yemlerde propiyonik asidin CH₄ gazı salınımının azaltılması amacıyla kullanılamayacağı sonucuna varıldı.

Anahtar Kelimeler: İn vitro gaz üretimi, Kaba yem, Metan, Propiyonik asit, Yem değeri.

Effects of Propionic Acid on In vitro Gas Production, Methane Production, and Feed Quality in Hay, Barley, and Vetch Grain

Abstract: This study was carried out to determine the effects of propionic acid (0, 1, 2, and 3%) supplementation to wheat straw, barley, and vetch feeds widely used in ruminant feeding on *in vitro* methane (CH₄) gas production. The rumen content required for in vitro gas production technique was obtained from rams two years old. Feeds with supplementation of propionic acid were incubated for 24 hours by *in vitro* gas production technique. Total and methane gas amounts were measured by a special computer-aided device. Moreover, nutrient composition, organic matter digestibility (OMS), metabolic energy (ME), and net energy lactation (NEL) of the feeds in each experimental group were determined. It was observed that it had not affected CH₄ (%), although propionic acid supplementation to the wheat straw reduced total gas amounts, CH₄ (ml), net energy lactation (NEL), and OMS. The study determined that propionic acid supplementation to barley and vetch grains had no effect on methane production and *in vitro* digestibility of the feeds. The nutrient composition of the feeds affects methane production and in vitro digestibility values. Therefore, it was concluded that propionic acid could not be used to reduce CH₄ gas emission in quality feeds.

Keywords: Feed value, In vitro gas production, Methane, Propionic acid, Roughage.

✉ Mehmet Gül

Atatürk Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Erzurum, TÜRKİYE.

e-posta: mehgul@atauni.edu.tr

*Bu makale yüksek lisans tez projesinden özetlenerek hazırlanmıştır.



GİRİŞ

Ruminantlar tarafından tüketilen yem maddeleri rumende mikrobiyal sindirime uğrayarak; NH₃, CO₂ ve uçucu yağ asitlerine kadar parçalanır. Ruminal sindirim sonucunda H₂, H₂S ve CH₄ gazı oluşur. Rumende CH₄ oluşumu, besin maddelerinin fermantasyonu sonucu açığa çıkan CO₂ ve H₂'nin, metanojen bakteriler tarafından CH₄'e indirgenmesi olayıdır (1). Oluşan bu CH₄ gazı ruminantlar tarafından kullanılmadan ruktus (geğirme) yoluyla vücuttan atılır. Bir ruminantta yemle alınan brüt enerjinin %2-12'si bu şekilde kaybedilir. Yapılan bir araştırmada, dünya genelinde yıllık CH₄ gazı üretiminin 452.6 milyon ton düzeylerinde olduğu, bunun yaklaşık %19'nun hayvansal üretim faaliyetlerinden kaynaklandığı ve bu oranın da %95-97'sinin ruminantlar tarafından üretildiği tahmin edilmektedir (2). Ruminantlarda CH₄ gazı oluşumu şeklinde kaybedilen enerji hem hayvancılık ekonomisine zarar vermekte hem de ekolojik dengeyi ciddi bir şekilde etkilemektedir (3). Ruminantlarda CH₄ gazının üretim miktarı, rumen içerisinde oluşan organik asitlere ve kaba yemin çeşidine bağlı olarak değişmektedir (3-5). Kaba yem tüketimini takiben rumende asetik asit ve formik asit miktarları artmaktadır (6). Asetik asit, bütirik asit ve formik asit CH₄ üretimini artırırken propiyonik asit CH₄ üretimini düşürmektedir (7). Önceki yıllarda yapılan çalışmalarda, bilim insanları enterik CH₄ gazı oluşumunu azaltmak için birçok yem katkı maddesi kullanmışlardır. Bu yem katkı maddelerinden biri de antibiyotiklerdir. Yem katkısı olarak en çok kullanılan antibiyotikler iyonofor grubu antibiyotiklerdir. Yapılan çalışmalarda bu antibiyotiklerin CH₄ oluşumunun azaltılmasında oldukça etkili olduğu belirlenmiştir (4,8). Ancak antibiyotiklerin insan ve hayvan sağlığı ile ekolojik denge üzerinde olumsuz etkilere sahip olması nedeniyle antibiyotiklerin yem katkı maddesi olarak kullanımı yasaklanmış veya sınırlandırılmıştır. Rumende CH₄ üretiminin azaltılması amacıyla insan ve hayvan sağlığı ve

ekolojik denge üzerine daha az olumsuz etkisi bulunan; organik asitler, bitki ekstratları, ekzojen enzimler ve prebiyotikler gibi alternatif doğal yem katkı maddelerinin kullanımı gündeme gelmiştir (3,9,10). Organik asitler ve/veya tuzları; yem ve yem hammaddelerinin depolama sürelerini uzatan, yemlerde küf oluşumunu engelleyen, besin maddelerinin sindirim ve emilimine yardımcı olan bileşiklerdir (11). Organizmada metabolize olduklarında H₂O ve CO₂'ye dönüştükleri, sağlık için daha az risk oluşturdukları, vücutta kalıntı bırakmadıkları için organik asitler, günümüzde karma yemlerde koruyucu ve verim arttırıcı olarak sıklıkla kullanılmaktadır (12,13). Katkı maddesi olarak yemlere en çok ilave edilen organik asitler; propiyonik asit, formik asit, asetik asit, malik asit, fumarik asit ve laktik asittir (14). Propiyonik asit sadece rumen fermantasyonu sonucu üretilen bir ürün olmayıp doğal olarak da şekillenir (12). Hayvan yemlerine farklı organik asitlerin ilavesiyle OMS'nin iyileştiği ve CH₄ gazının azaldığını belirten *in vitro* çalışmalar fazla olmasına rağmen propiyonik asitin hayvan yemlerine ilave edildiği *in vitro* çalışmalar sınırlıdır (4,15-25). Propiyonik asitin *in vitro* etkisi araştırıldığı çalışmalar daha çok toplam karma yemde yapılmış olup ruminant beslemede sık kullanılan yemlerdeki veriler sınırlıdır (20-25). Ülkemizde ruminant beslemede en çok tercih edilen yem maddeleri; buğday samanı, arpa ve fiğdir (26).

Bu çalışma, buğday samanı, arpa ve fiğ'e ilave edilen farklı seviyelerde propiyonik asidin, *in vitro* gaz üretim yöntemi kullanılarak CH₄ ve OMS üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapıldı.

MATERYAL ve METOT

Bu çalışma için Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurul Başkanlığı'ndan etik kurul onayı (2017/6 sayılı karar) alındı.

Yem ve Hayvan Materyali

Çalışmada kullanılan buğday samanı, arpa ve fiğ Erzurum ili yem piyasasından temin edildi. Yem örnekleri, 1 mm olacak şekilde öğütüldü. Buğday samanı, arpa ve fiğ yemlerinin kuru madde (KM), ham kül (HK), ham selüloz (HS), ham yağ (HY), ham protein (HP) ve azotsuz öz madde miktarları (NÖM) AOAC 'a (27) göre analiz edildi. Nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF), Asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve Asit deterjanda çözünmeyen lignin (ADL) analizleri ise kuru madde bazında Van Soest ve ark. (28) 'nın bildirdikleri yöntemlere göre belirlendi. Yemlerin selüloz ve hemiselüloz değerleri; NDF, ADF

ve ADL değerleri üzerinden hesaplandı (28) (Tablo 1). Çalışmada kullanılan hayvan materyalini Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü bünyesinde yetiştirilen yaklaşık 24 aylık yaşta ve ortalama 55 kg ağırlığında rumen kanüllü İvesi ırkı iki koç oluşturdu. Rumen sıvısı özelliklerinin benzer olabilmesi için rumen sıvısı alınacak hayvanlara 15 günlük alıştırma periyodunun ardından %60'ı kaba yemden %40 kesif yemden oluşan bir rasyon verildi (26). Deneme boyunca koçlara yaşama payının 1.25 katı oranında, günde iki öğün olacak şekilde bir besleme uygulaması yapıldı. Koçların tüketeceği içme suyuna her zaman ulaşabilmesi sağlandı.

Tablo 1. Denemede kullanılan yem materyallerinin besin madde bileşimi.

Table 1. Nutrient composition of the feed materials used in the *in vitro* trial.

Yem	KM	HK	HS	HY	HP	NÖM	NDF	ADF	ADL	SEL	HSL
B. Samanı	93.0	7.29	34.2	0.660	3.16	47.8	70.2	43.9	16.1	27.7	26.3
Arpa	91.2	2.34	4.75	1.31	14.6	68.2	37.0	8.87	5.68	3.19	28.1
Fiğ	90.0	5.80	3.50	0.722	29.8	50.2	34.4	9.25	3.55	5.70	25.2

KM: Kuru madde (%), HK: Ham kül (%), HY: Ham yağ (%), HP: Ham protein (%), NÖM: Nitrojeniz öz maddeler (%), NDF: Nötral deterjan fiber (%), ADF: Asit deterjan fiber (%), ADL: Asit deterjan lignin(%), SEL: Selüloz (ADF-ADL, %), HSL: Hemiselüloz (NDF-ADF, %).

In Vitro Gaz Üretim Tekniğinin Uygulanması

Gaz üretiminde kullanılan rumen sıvısı hızlı bir şekilde analizin yapılacağı laboratuvara getirildi. Getirilen rumen sıvısı kaba partiküllerinden ayrılması için ivedi bir şekilde dört kat tülbent bezinden CO₂ gazı altında süzüldü. Gaz üretim tekniği Menke ve ark.'nın (29) bildirdiği metoda göre yapıldı. Gaz üretimi üç tekerrür olacak şekilde yapıldı. Laboratuvar ortamında hazırlanan suni tükürük karışımına (2000 ml) rumen sıvısı ilave edilerek (1000 ml), CO₂ gazı altında yaklaşık 15 dakika boyunca renk değişimi kontrol edildi. Daha önce yem örnekleri konulan (0.200 gr), özel cam şırıngalara dispenser yardımıyla 30 ml rumen karışımı ilave edildi. Şırıngalarda oluşan ilk hacim okunup kaydedildi ve cam şırıngalar 39°C'de sabitlenmiş özel yapım su banyosuna yerleştirildi. Fermantasyon sonucunda oluşan gaz, plastik şırınga aracılığıyla alındı. Oluşan gaz, Single Advanced Gasmittter® S-AGM 1010 (Sensors Inc., ABD) cihazına enjekte edilerek CH₄ gazı ölçümü yapıldı. Kör denemeden elde edilen gaz değerleri toplam gaz değerlerinden çıkartılarak yem

örneklerinden elde edilen net toplam gazlar belirlendi.

Metabolik Enerji, Net Enerji Laktasyon ve Organik Madde Sindirilebilirlik Hesaplanması

Tüm yem örneklerine ait ME, NEL ve OMS, *in vitro* gaz üretim tekniğinde elde edilen 24 saatlik *in vitro* total gaz değerleri ile söz konusu yemlere ait HP (%), HY (%) ve HK (%) değerleri kullanılarak hesaplandı (29).

$$ME \text{ (MJ/kg KM)} = 2.20 + 0.136GP + 0.057HP$$

$$NEL \text{ (MJ/kg KM)} = 0.101 GÜ + 0.051 HP + 0.112 HY$$

$$OMS \text{ (%) } = 14.88 + 0.889GÜ + 0.45HP + 0.0651HK$$

ME: Metabolik enerji (MJ/kg Kuru Madde), NEL: Net enerji Laktasyon, GP: 24 saatlik gaz üretimi (ml), HP: Ham protein (%), HK: Ham kül içeriği (%), OMS: Organik madde sindirilebilirlik derecesi (%), GÜ: 24 saatte üretilen gaz miktarı (ml).

İstatistiksel Analiz

Elde edilen ham veriler SPSS 20.0 paket programında istatistiksel analize tabii tutuldu. İstatistiksel analiz için; polinomiyal kontrast analizi ve korelasyon testi kullanıldı. Gaz, Metan (%), Metan

(ml), ME, NEL ve OMS (%) değerlerindeki istatistiksel önem dereceleri linear, kuadratik ve kübik olarak ifade edildi.

BULGULAR

Çalışmada kullanılan buğday saman, arpa ve fiğın farklı seviyelerde (%0, 1, 2 ve 3) propiyonik asit ile muamelesinin 24 saatlik *in vitro* total gaz üretimi ve metan üretimi değerlerine ait veriler Tablo 2'de sunuldu. Yapılan çalışmaya göre sadece buğday samanındaki toplam gaz üretimi ve metan gazı üretim değerlerinin azaldığı tespit edildi (kübik, $p=0.010$ ve $p=0.012$). Yemlerin besin madde kompozisyonları ile Toplam gaz, metan (%), metan (ml), ME, NEL ve OMS (%) arasındaki ilişki Tablo 3'de gösterildi. Yapılan korelasyon testinde; uygulanan

gaz üretim metodu ile KM, HK, HS, ADF, NDF ve ADL arasında negatif bir ilişki olduğu gözlenmesine rağmen gaz üretim metodu ile HP, HY ve NÖM değerleri arasında pozitif bir ilişki olduğu belirlendi. Ayrıca metan üretimi ile KM, HK, HS, NDF, ADF ve ADL değerleri arasında negatif; HP, HY ve NÖM değerleri arasında pozitif bir korelasyon olduğu gözlemlendi. *In vitro* gaz üretimi ile elde edilen ME ve NEL değerleri ile yemlerin besin madde kompozisyonu ilişki içerisindeydi. Yemlerin KM, HK, HS, NDF, ADF ve ADL içeriği; ME ve NEL değerlerini olumsuz etkiledi. Ayrıca yemlerin KM, HK, HS, NDF, ADF ve ADL düzeyleri ile yemlerin OMS arasında negatif bir ilişki olduğu belirlendi.

Tablo 2. Yem örneklerine *in vitro* total gaz üretimi, metan üretimi, metabolik enerji, net enerji laktasyon ve organik madde sindirilebilirlik değerleri.

Table 2. In vitro total gas production, methane production, metabolic energy, net energy lactation, and organic matter digestibility of feed samples.

Buğday Samanı						
Organik Asit, %	Toplam Gaz ^A	Metan, %	Metan, ml	ME ^B	NEL ^B	OMS, %
0	23.3	16.3	3.80	5.38	2.59	35.8
1	19.0	15.8	3.00	4.80	2.15	32.1
2	23.5	15.5	3.64	5.41	2.62	35.9
3	19.7	15.6	3.07	4.89	2.22	32.7
SEM	1.02	0.264	0.181	0.150	0.121	0.935
Linear	0.217	0.258	0.086	0.216	0.266	0.215
Kuadratik	0.827	0.232	0.523	0.828	0.862	0.824
Kübik	0.010	0.947	0.012	0.010	0.012	0.010
Arpa						
Organik Asit, %	Gaz ^A	Metan, %	Metan, ml	ME ^B	NEL ^B	OMS, %
0	48.7	16.4	7.98	8.54	6.53	58.5
1	47.5	17.1	8.10	8.35	6.43	57.4
2	50.0	17.0	8.51	8.76	6.65	59.9
3	46.3	15.8	7.32	8.17	6.35	56.2
SEM	2.04	0.468	0.433	0.323	0.154	2.04
Linear	0.628	0.374	0.425	0.636	0.650	0.627
Kuadratik	0.558	0.087	0.170	0.561	0.547	0.557
Kübik	0.324	0.919	0.373	0.321	0.283	0.321
Fiğ						
Organik Asit, %	Gaz ^A	Metan, %	Metan, ml	ME ^B	NEL ^B	OMS, %
0	49.7	18.5	9.19	8.44	6.83	60.5
1	45.0	19.4	8.74	7.67	6.46	55.8
2	47.5	19.1	9.07	8.08	6.70	58.4
3	49.3	17.9	8.88	8.36	6.77	60.2
SEM	2.63	0.577	0.690	0.441	0.183	2.61
Linear	0.899	0.461	0.843	0.932	0.940	0.900
Kuadratik	0.251	0.119	0.856	0.237	0.264	0.251
Kübik	0.533	0.946	0.696	0.507	0.394	0.525

A:ml/200mg KM, B: MJ/kg KM

Tablo 3. Yem örneklerine ait kimyasal kompozisyon ile OMS, ME, NEL, metan ve gaz üretim değerleri arasındaki korelasyonlar.

Table 3. Correlations between chemical composition, OMS, ME, NEL, methane, and gas production of feed samples.

	KM	HK	HS	HP	HY	NÖM	NDF	ADF	ADL
T. Gaz ^A	-0.676**	-0.706**	-0.693**	0.673**	0.452**	0.664**	-0.693**	-0.607**	-0.639**
Metan, %	-0.785**	-0.398*	-0.811**	0.756**	0.084	0.372*	-0.690**	-0.438**	-0.735**
Metan ,ml	-0.778**	-0.568**	-0.796**	0.784**	0.268	0.540**	-0.768**	-0.586**	-0.770**
ME ^B	-0.606**	-0.783**	-0.618**	0.602**	0.553**	0.733**	-0.641**	-0.626**	-0.558**
NEL ^B	-0.767**	-0.613**	-0.783**	0.781**	0.330*	0.566**	-0.715**	-0.556**	-0.726**
OMS, %	-0.717**	-0.665**	-0.726**	0.716**	0.397*	0.620**	-0.695**	-0.597**	-0.675**

*:P<0.05; **: P<0.01. KM: kuru madde (%), HK: Ham kül (%), HY: Ham yağ (%), HP: Ham protein (%), NÖM: Nitrojeniz öz maddeler (%), NDF: Nötral deterjan fiber (%), ADF: Asit deterjan fiber (%), ADL: Asit deterjan lignin (%), SEL: Selüloz (%), HSL: Hemiselüloz (%), ME: Metabolik enerji (MJ kgKM); NEL: Net enerji laktasyon (MJ kgKM); OMS: Organik madde sindirimi (%); GÜ:24 Saatlik in vitro toplam gaz üretimi (200 mg/ml).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Rumende yemlerin fermantasyonu sonucu açığa çıkan başlıca uçucu yağ asitleri propiyonik asit, asetik asit ve bütirik asittir. Rumendeki propiyonat üretimi, hidrojen kullanımı yönünden CH₄ gazı üretimiyle yarış halinde olan bir süreçtir. Yemlere eklenen propiyonik asidin, propiyonat üretimini arttırması ve oluşan CH₄ gazı üretimini azaltması beklenmektedir (12,23,30). Organik asitler bazı şartlarda hayvan yemlerine ilave edildiğinde hayvan sağlığı üzerinde olumlu etkiler meydana getirebilmektedir (31). Ruminantlarda CH₄ üretiminin azaltılması amacıyla uygulanan yöntemlerin ve kullanılan katkı maddelerinin ekonomik olarak da sürdürülebilir olması işletme ekonomisi açısından oldukça önemlidir. Ruminantlarda CH₄ gazı üretiminin azaltılmasına yönelik çalışmalarda kullanılan, *in vitro* fermantasyon yönteminin daha ucuz bir metod olduğu, fakat daha ileri düzey çalışmalar için *in vivo* yöntemlerin uygulanması gerektiği bilinmektedir (32). Mevcut çalışmada propiyonik asidin, buğday samanında meydana gelen toplam gaz hacmini ve CH₄ miktarını (ml/g KM), ME, NEL ve OMS kontrol grubuna göre azalttığı gözlemlendi. Fakat, arpa ve fiğ tanelerinin farklı seviyelerde propiyonik asitle (%0, 1, 2 ve 3) muamelesinin *in vitro* toplam gaz üretimi, CH₄, OMS, ME ve NEL değerleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığı saptandı. Kaba ve tam karma yemlerde farklı düzeylerde propiyonik asit ilavesiyle bu çalışmaya benzer sonuçlar elde edilmesine rağmen (23) aksini ifade eden çalışmalar da mevcuttur (20-22,24,25). Bu çalışmalarda farklı tip

yemlerin bulunması karşılaştırma yapmayı zorlaştırmaktadır. Çeşitli araştırmacıların organik asitler ile ilgili yapmış oldukları çalışma sonuçları ile bu çalışmada elde edilen CH₄ ve OMS değerleri konusunda oluşan farklılıkların nedeni; kullanılan organik asitin türü, miktarı, kullanım şekli ya da uygulandığı yem materyallerinin farklılığı gibi bir takım etkenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Farklı düzeylerde kaba yemlere ilave edilen organik asitler (formik, tartarik ve malik) toplam gaz üretimi, CH₄, ME, NEL ve OMS düzeylerini azaltmaktadır (32-34). Tek başına gaz üretimi *in vitro* gerçek sindirilebilirlik için zayıf bir göstergedir. Fakat tahmin denklemlerine, yapısal olmayan karbonhidrat, ham protein ve yağ düzeylerinin dahil edilmesi gaz üretimi esas alınarak *in vitro* gerçek sindirilebilirlik tahminlerini iyileştirmektedir. Yemlerin CH₄ gazı üretiminin, enerji düzeyinin ve OMS'nin belirlenmesinde/ tahmininde *in vitro* yöntemler sıklıkla kullanılmaktadır (35-37). Yapılan çalışmanın sonuçlarına dayanarak buğday samanının *in vitro* gaz üretiminde (ml/200mg KM) meydana gelen azalmanın OMS'nin düşmüş olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada, yemlerin KM, HK, HS, NDF,ADF ve ADL içeriği ile toplam gaz üretimi, CH₄ üretimi, ME, NEL ve OMS arasında negatif ilişki gözlenmesine rağmen HP, HY ve NÖM içeriği ile toplam gaz üretimi, CH₄ üretimi, ME, NEL ve OMS arasında pozitif bir ilişki olduğu gözlemlendi. Besin madde kompozisyonunun CH₄ üretimi, ME, NEL ve OMS üzerine etkilerinin benzer olduğunu ifade eden çalışma sayısı oldukça fazladır (1,31,38-41).

Sonuç olarak, bu çalışma ile propiyonik asit ilavesinin buğday samanında total gaz (ml/200mg KM), OMS ve ml olarak metan üretimini azalttığı, konsantre yemlere ilave edilen propiyonik asidin ise *in vitro* sindirilebilirlik ve metan oluşumu üzerine önemli bir etkisinin olmadığı belirlendi. Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak, propiyonik asitin CH₄ gazı üretimi üzerine etkileri ile ilgili saha çalışmaları yapılmasının yanında, kullanılacak propiyonik asit miktar ve kalitesinin belirlenmesine yönelik çalışmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması

Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

1. Islam M., Lee SS., 2019. Advanced estimation and mitigation strategies: a cumulative approach to enteric methane abatement from ruminants. *J Anim Sci and Tech*, 61, 122-137.
2. Johnson DE., Ward GM., 1996. Estimates of animal methane emissions. *Environ Monit Assess*, 42, 133-141.
3. Zubieta AS., Savian JV., de Souza Filho W., Wallau MO., Gomez, AM., Bindelle J., de Faccio Carvalho PC., 2020. Does grazing management provide opportunities to mitigate methane emissions by ruminants in pastoral ecosystems. *SCI Total Environ*, 754, 142029.
4. Czatzkowska M., Harnisz M., Korzeniewska E., Koniuszewska I., 2020. Inhibitors of the methane fermentation process with particular emphasis on the microbiological aspect: A review. *Energ Sci Eng*, 8, 1880-1897.
5. Getachew G., Blümmel M., Makkar HPS., Becker K., 1998. In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. *Anim Feed Sci and Tech*, 72, 261-281.
6. Gasiorek M., Stefanska B., Pruszyńska-Oszmalek E., Taciak M., Komisarek J., Nowak W., 2020. Effect of oat hay provision method on growth performance, rumen fermentation and blood metabolites of dairy calves during preweaning and postweaning periods. *Animal*, 14, 2054-2062.
7. Hungate RE., Smith W., Bauchop T., Yu I., Rabinowitz JC., 1970. Formate as an intermediate in the bovine rumen fermentation. *J Bacteriol*, 102, 389-397.
8. Russell JB., Strobel HJ., 1989. Effect of ionophores on ruminal fermentation. *Appl and Envr Microbio*, 55, 1.
9. Kaya A., Kaya H., Çelebi Ş., 2012. Ruminant hayvanlarda metan üretimini azaltmaya yönelik çalışmalar/Studies to reduce the production of methane from ruminant. *Ata Üni Zir Fak Derg*, 43, 197-204.
10. Honan M., Feng X., Tricarico JM., Kebreab E., 2020. Feed additives as a strategic approach to reduce enteric methane production in cattle: modes of action, effectiveness and safety. *Anim Prod Sci*, 1-15.
11. Dibner JJ., Buttin P., 2002. Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. *J Appl Poult Res*, 11, 453-463.
12. Zhang F., Nan X., Wang H., Guo Y., Xiong B., 2020. Research on the applications of calcium propionate in dairy cows: A Review. *Animals*, 10, 1336.
13. Karademir G., Karademir B., 2003. Yem katkı maddesi olarak kullanılan biyoteknolojik ürünler (Derleme). *Lalahan Hayv Araş Enst Derg*, 43, 61-74.
14. Lückstadt C., Mellor S., 2011. The use of organic acids in animal nutrition, with special focus on dietary potassium diformate under European and Austral-Asian conditions. *Recent Adv Anim Nutr Aust*, 18, 123-130.
15. Palangi V., Macit M., 2021. Indictable mitigation of methane emission using some organic acids as additives towards a cleaner ecosystem. *Wast Biom Valoriz*, 12, 4825-4834.
16. Shen YZ., Ran T., Saleem AM., Wang HR., Yang WZ., 2019. Ground corn steeped in citric acid modulates in vitro gas production kinetics,

- fermentation patterns and dry matter digestibility. *Anim Feed Sci Tech*, 247, 9-14.
17. Reis LG., Chaves AV., Williams SRO., Moate PJ., 2014. Comparison of enantiomers of organic acids for their effects on methane production in vitro. *Anim Product Sci*, 54, 1.
 18. Ali R., Saravia F., Hille-Reichel A., Gescher J., Horn H., 2021. Propionic acid production from food waste in batch reactors: Effect of pH, types of inoculum, and thermal pre-treatment. *Biores Tech*, 319, 124166.
 19. Sniffen CJ., Ballard CS., Carter MP., Cotanch KW., Dann HM., Grant RJ., Mandebvu P., Suekawa M., Martin SA., 2006. Effects of malic acid on microbial efficiency and metabolism in continuous culture of rumen contents and on performance of mid-lactation dairy cows. *Anim Feed Sci Tech*, 127, 13-31.
 20. Miranda LA., Lee Rangel HA., Mendoza Martinez GD., Crosby Galvan MM., Relling AE., Pinos Rodriguez JM., Gonzalez Hernandez M., 2017. Influence of calcium propionate on in vitro fermentation of sorghum-based diets. *Rev. FCA UNCUYO*, 49, 185-192.
 21. Sanchez N., Mendoza G., Martinez J., Hernandez P., Miranda L., Villarreal EBO., 2019. Efecto de bloques con propionato de calcio sobre respuestas productivas en corderos y GEI in vitro. *Rev MVZ Cord*, 24, 7188-7192.
 22. Chen L., Yuan X., Li J., Wang S., Dong Z., Shao T., 2017. Effect of lactic acid bacteria and propionic acid on conservation characteristics, aerobic stability and in vitro gas production kinetics and digestibility of whole-crop corn based total mixed ration silage. *J Integr Agr*, 16, 1592-1600.
 23. Kara K., 2018. Estimated ruminal digestion values and digestion end-products of concentrated mix feed after in vitro treatment with propionic acid. *Vet Med*, 63, 537-545.
 24. Chen L., Guo G., Yuan X., Zhang J., Li J., Shao T., 2015. Effects of applying molasses, lactic acid bacteria and propionic acid on fermentation quality, aerobic stability and in vitro gas production of total mixed ration silage prepared with oat-common vetch intercrop on the Tibetan Plateau. *J Sci Food Agric*, 96, 1678-1685.
 25. Chen L., Yuan XJ., Li JF., Dong ZH., Wang SR., Guo G., Shao T., 2018. Effects of applying lactic acid bacteria and propionic acid on fermentation quality, aerobic stability and in vitro gas production of forage-based total mixed ration silage in Tibet. *Anim Product Sci*, 59,1.
 26. Ergün A., Tuncer ŞD., Çolpan İ., Yalçın S., Yıldız G., Küçükersan MK., Küçükersan S., Şehu A., Saçaklı P., 2020. Hayvan besleme ve beslenme hastalıkları. 8. Baskı, 165-177, Elma Teknik Basım Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara.
 27. AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1990. Official methods of analysis. Assoc Anal Chem. Research Blvd, Ste, Rockville,USA.
 28. Van Soest PJ., Robertson JB., Lewis BA., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci*, 74, 3583-3597.
 29. Menke KH., Raab L., Salewski A., Steingass H., Fritz D., Schneider W., 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim Res Develop*, 28, 7-55.
 30. Chen J., Harstad OM., McAllister T., Dörsch P., Holo H., 2020. Propionic acid bacteria enhance ruminal feed degradation and reduce methane production in vitro. *Act Agri Scand, Sect A-Anim Sci*, 69, 169-175.
 31. Boadi D., Benchaar C., Chiquette J., Masse D., 2004. Mitigation strategies to reduce enteric methane emissions from dairy cows: Update review. *Can J Anim Sci*, 84, 319-335.
 32. Kara K., 2015. In Vitro methane production and quality of corn silage treated with maleic acid. *Italian J Animal Sci*, 14, 3994.
 33. Rowghani E., Zamiri MJ., Seradj AR., 2008. The chemical composition, rumen degradability, in vitro gas production, energy content and digestibility of olive cake ensiled with additives.

- Iran J Vet Res, 209, 213-221.
34. Kilic U., Saricicek BZ., 2010. The effects of different silage additives on in vitro gas production, digestibility and energy values of sugar beet pulp silage. *Asian J Anim Vet Adv*, 5, 566-574.
35. Amanzougarene Z., Fondevila M., 2020. Fitting of the in vitro gas production technique to the study of high concentrate diets. *Animals*, 10, 1935.
36. Ugbogu EA., Elghandour MM., Ikpeazu VO., Buendia GR., Molina OM., Arunsi UO., Salem, AZ., 2019. The potential impacts of dietary plant natural products on the sustainable mitigation of methane emission from livestock farming. *J Clean Product*, 213, 915-925.
37. Al-Masri MR., 2003. An in vitro evaluation of some unconventional ruminant feeds in terms of the organic matter digestibility, energy and microbial biomass. *Trop Anim Health and Prod*, 35, 155-167.
38. Getachew G., Robinson PH., DePeters EJ., Taylor SJ., 2004. Relationships between chemical composition, dry matter degradation and in vitro gas production of several ruminant feeds. *Anim Feed Sci and Tech*, 111, 57-71.
39. Canbolat Ö., 2012. Comparison of in vitro gas production, organic matter digestibility, relative feed value and metabolizable energy contents of some cereal forages. *Kafkas Üniv Vet Fak Derg*, 18, 571-577.
40. Gurbuz Y., Kaplan M., 2008. Chemical composition, organic matter digestibility, in vitro gas production characteristics and ensiling of sugar beet leaves as alternative feed resource. *J Anim and Vet Adv*, 7, 1568-1574.
41. Bezabih M., Pellikaan WF., Tolera A., Khan NA., Hendriks WH., 2014. Chemical composition and in vitro total gas and methane production of forage species from the Mid Rift Valley grasslands of Ethiopia. *Grass and Forage Sci*, 69, 635-643.