



KUZU RASYONLARINDA KULLANILAN DUT YAPRAKLARININ ANTİ-METANOJENİK VE ANTİ-PROTEOLİTİK ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Mesut ERER^{1*}, Adem KAMALAK²

¹Kayseri Provincial Directorate of Agriculture and Forestry, 38090 Kocasinan, Türkiye

²Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, 46100, Kahramanmaraş, Türkiye

Özet: Hayvancılık sektöründe metan emisyonlarının azaltılması çevresel sürdürülebilirliği sağlamanın yanında yemden kaynaklı enerji kayıplarını önlemek açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma, kuzu rasyonlarında kullanılan dut (*Morus alba*) yapraklarının anti-metanojenik ve anti-proteolitik etkilerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, farklı oranlarda (%0, %5, %10, %15, %20) rasyona dahil edilen dut yapraklarının in vitro sindirim parametreleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada, farklı oranlardaki dut yapraklarından oluşturulan rasyonların kimyasal bileşimi, in vitro gaz üretimi, metan emisyonu, sindirim derecesi ve fermentasyon parametreleri incelenmiştir. İn vitro koşullarda yapılan çalışmada elde edilen bulgular dut yaprağının CH₄ (ml) üretiminin 14,81-15,22, NH₃-N üretiminin ise 47,88 49,30 arasında değiştiğini göstermiş ve istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Bu bulgular farklı oranlarda kullanılan dut yaprağının anti-metanojenik ve anti-proteolitik etkisinin olmadığını göstermiştir. Rasyona dut yaprağının ilave edilmesinin fermentasyon parametreleri üzerinde olumsuz bir etkisinin olmaması ve dut yaprağının besin değerleri özellikle protein içeriğinin yüksek olmasından dolayı, ruminant hayvanların beslenmesinde kullanılan kaba yemlerin yeterince üretilmediği bölge ve mevsimlerde ucuz ve alternatif yem kaynağı olarak dut yapraklarının kullanılmasının kaba yem açığının giderilmesine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Dut yaprağı, Kuzu rasyonu, Metan emisyonu, Anti-metanojenik etki, Anti-proteolitik etki

Determination of Anti-Methanogenic and Anti-Proteolytic Effects of Mulberry Leaves Used in Lamb Rations

Abstract: Reducing methane emissions in the livestock sector is of great importance not only for ensuring environmental sustainability but also for preventing energy losses originating from feed. This study aims to determine the anti-methanogenic and anti-proteolytic effects of mulberry (*Morus alba*) leaves used in lamb rations. The effects of mulberry leaves included in the ration at different levels (0%, 5%, 10%, 15%, 20%) on in vitro digestion parameters were evaluated. The chemical composition, in vitro gas production, methane emission, digestibility, and fermentation parameters of rations containing different proportions of mulberry leaves were examined. Findings obtained under in vitro conditions showed that CH₄ (ml) production ranged between 14.81 and 15.22, and NH₃-N production ranged between 47.88 and 49.30, with no statistically significant differences. These results indicate that mulberry leaves used at different inclusion levels do not exhibit anti-methanogenic or anti-proteolytic effects. Since the inclusion of mulberry leaves in the ration did not have a negative effect on fermentation parameters and due to their high nutritional value especially protein content it is considered that mulberry leaves could contribute to closing the forage gap as a cheap and alternative feed resource in regions and seasons where sufficient roughage for ruminant feeding is not produced.

Keywords: Mulberry leaf, Lamb ration, Methane emission, Anti-methanogenic effect, Anti-proteolytic effect

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Kayseri Provincial Directorate of Agriculture and Forestry, 38090 Kocasinan, Türkiye

E mail: mesuterer@hotmail.com (M. ERER)

Mesut ERER  <https://orcid.org/0000-0001-6637-584X>

Adem KAMALAK  <https://orcid.org/0000-0003-0967-4821>

Gönderi: 19 Şubat 2025

Kabul: 13 Haziran 2025

Yayınlanma: 15 Eylül 2025

Received: February 19, 2025

Accepted: June 13, 2025

Published: September 15, 2025

Cite as: Erer M, Kamalak A. 2025. Determination of anti-methanogenic and anti-proteolytic effects of mulberry leaves used in lamb rations. BSJ Eng Sci, 8(5): 1307-1312.

1. Giriş

Hayvancılık insan beslenmesi için önemli bir besin kaynağı oluşturmalarının yanı sıra diğer endüstri kollarına da hammadde sağlaması nedeniyle ülke ekonomilerinde önemli bir yer tutmaktadır. Her ekonomik faaliyet gibi tarım ve hayvancılıkta stratejik öneme sahip olan bir ekonomik faaliyettir ve diğer faaliyetler gibi büyük oranda doğal kaynakların kullanımına dayanmaktadır. Doğal kaynakların kullanımı ile gerçekleştirilen hayvancılığın çevreye olan etkisi genele yayılan bir etki

göstermekte ve çevreyle etkileşiminde etkileyen ve etkilenen durumuna getirmektedir. Hayvansal orjinli besin maddelerinin üretilmesinde kaynak oluşturan ruminant hayvanlar insan beslenmesi için gerekli proteinlerin üretilmesinde öneme sahiptirler. İnsanlar ve diğer çiftlik hayvanlarının sindiremediği selülozu ve protein tabiatında olmayan nitrojenli bileşikler değerlendirilerek besin zincirine katkıda bulunmaktadır (Kutlu vd., 2005). Sindirim sistemleri bakımından monogastrik



hayvanlardan farklılık gösteren ruminant hayvanların beslenmeleri amacıyla tükettikleri karbonhidratlar rumende fermentasyon işlemine maruz kalmakta ve fermentasyon sonucu uçucu yağlar, karbondioksit, metan ve H₂ oluşmaktadır. Oluşan CO₂ ve H₂ rumende bulunan metanojenik mikroorganizmalar tarafından metan gazına dönüştürülmektedir. Enterik metan olarak adlandırılan ve rumende oluşan metan gazı hayvan tarafından kullanılmamakta ve doğaya salınmaktadır. Doğaya salınan ve hayvanın genetik kapasitesi, rasyonun besin maddesi durumu, yemde kullanılan katkı maddesine göre değişiklik göstererek oluşan enterik metan yemlerle birlikte alınan enerjinin %2-12'sinin kaybına neden olmaktadır (Jonhson ve Jonhson 1995). Hayvanlar tarafından kullanılamayarak doğaya salınan enerjinin yine hayvanlar tarafından kullanılması sağlanarak meydana gelen enerji kaybının önlenmesi dolayısıyla bu enerjiyi elde etmek için kullanılan yem materyalinin israf edilmesinin önlenilmeye çalışılması için çalışmaların yapılması oldukça önemlidir. Bu nedenle, hayvancılıkta metan emisyonunu azaltmak hem enerji kayıplarını azaltmak hem de çevresel etkileri minimuma indirmek amacıyla bilimsel çalışmalara konu olmaktadır (Kamalak vd., 2021; de Moraes vd., 2023).

Metan, karbondioksitten sonra gelen en önemli sera gazı olarak bilinmektedir (Akın, 2006). Metan moleküllerinin su tutma kapasitesi CO₂ moleküllerinin 20 katıdır ve küresel ısınmaya önemli derecede etki etmektedir. (Van Nevel ve Demeyer, 1996; Aksay vd., 2005). Sera gazı salınımı 1990 ve 2021 yılları arasında %157.1 artmış ve artan bu sera gazlarının %56.5'nin tarım ve hayvancılıktan kaynaklandığı bildirilmiştir (TÜİK 2023). Küresel anlamda iklim değişikliklerinin tarımsal büyümeyi olumsuz etkilediği günümüzde, hayvancılık sektörünün modern bilimsel tekniklerle desteklenmesi gerekmektedir.

Hayvansal üretimin sürdürülebilirliğini sağlamak ve kaynak verimliliğini artırmak için, alternatif yem kaynakları üzerine yapılan çalışmalar giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Son yıllarda, bazı bitki türlerinin

hayvan beslemesindeki kullanımları, ruminant hayvanlarda hem metan salınımını azaltma hem de protein sindirimini iyileştirme potansiyelleriyle dikkat çekmektedir (Bilal ve Kamalak, 2022; Kılıç ve Boğa, 2021; Selçuk ve Kamalak, 2022). Bu çalışmanın amacı, kuzu rasyonlarına farklı oranlarda katılan dut yapraklarının hem anti-metanojenik ve anti-proteolitik etkilerini hem de rasyona katkı oranını belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem

Dut (*Morus alba*) yaprakları Nisan ve Mayıs aylarında toplanarak gölgede kurutulmuştur. Kuzu rasyonlarında kullanılacak olan yonca otu, buğday samanı, arpa danesi, buğday danesi, yulaf danesi, buğday kepeği, pamuk tohumu küspesi ve ayçiçeği küspesi gibi kaba ve kesif yemlerin ticari firmalardan temin edilmiştir. Dut yaprakları kullanılarak oluşturulacak rasyonda kullanılan kaba ve kesif yemler 1 mm boyutta olacak şekilde yem öğütme makinasıyla öğütülerek kimyasal analizler ve in vitro gaz, metan, sindirim ölçümleri için uygun hale getirilmiştir. Yemler naylon torbalar içerisinde buzdolabında saklanmıştır. Dut yaprakları ile rasyonları oluşturacak kaba ve kesif yemlerin kimyasal kompozisyonu belirlemek amacıyla analizleri üç tekerrürlü olarak yapılmıştır.

2.1. Rasyonların oluşturulması

Öğütülmüş olan dut yaprağı, 0-200 g/kg oranlarında rasyona eklenerek Tablo 1'de gösterilen rasyonlar hazırlanmıştır. Dut yaprağı, genellikle yonca otunun yerine kullanılmıştır. Enerji ve protein içeriği dengesini sağlamak amacıyla diğer yem ham maddelerinin katkı oranlarında küçük düzenlemeler yapılmıştır. Bu düzenlemeler sonucunda rasyonlar izo-kalorik ve izo-nitrojenik özellikte tasarlanmıştır. Kompozisyonları ve enerji değerleri belirlenen, dut yaprakları yonca kuru otu yerine %0, %5, %10, %15, %20 oranlarında ikame edilerek izo-kalorik ve izo-nitrojenik rasyonlar hazırlanmıştır.

Tablo 1. Dut yaprağının katılmasıyla oluşan rasyonların bileşimi

Yem Ham Maddeleri	Dut Yaprağının Katkı Oranları (g/Kg)				
Arpa	145	145	145	145	145
Dut Yaprağı	0	50	100	150	200
Bitkisel Yağ	17	20	24	28	32
Buğday Kepeği	260,41	255	246	237,3	228,5
Ayçiçeği Tohumu Küspesi	51,59	54	59	63,7	68,5
Yonca Otu	500	450	400	350	300
Tuz	10	10	10	10	10
Kireç Taşı	15	15	15	15	15
Mineral-Vitamin	1	1	1	1	1
ME (kcal/kg)	2651	2648	2648	2649	2649
HP (g/kg)	170	170	170	170	170

HP= ham protein, ME= metabolik enerji.

2.2.Kimyasal analizler

Kuru madde oranı dut yaprağı örneklerinin 105 °C de 2 saat bekletilmesiyle, ham kül oranı ise yem örneklerinin 550 °C'de 8 saat yakılmasıyla belirlenmiştir. Dut yaprakları ve rasyonlarda kullanılan kaba ve kesif yemlerin ham protein içerikleri Kjeldahl yöntemiyle tespit edilmiştir. Kjeldahl yöntemiyle örneklerin azot içeriği belirlenmiş ve bulunan azotun 6.25 ile çarpımıyla ham protein oranı belirlenmiştir. Ham yağ oranının belirlenmesinde Soxhlet aleti kullanılmıştır (AOAC 1990). Dut yapraklarının kondense tanen içeriklerinin belirlenmesinde Makkar vd., (1995)'nin geliştirdiği n-Butanol yöntemi kullanılmıştır.

2.3.Dut yaprakları ve rasyonların *in vitro* gaz ve metan üretimlerinin, metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesinin belirlenmesi

Laboratuvarda yapılmış olan *in vitro* çalışmalar için gerekli izinler Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yerel Etik Kurulundan gerekli izin alınmıştır (Protokol No: 2023/1-3). Dut yaprakları ve kuzu rasyonlarının *in vitro* gaz ölçümleri Menke vd. (1979) geliştirdiği *in vitro* gaz ölçüm sistemi kullanılarak yapılmıştır. Fermantasyon sonunda tamponlanmış rumen sıvısının amonyak içeriği de belirlenmiştir. Dut yaprakları katılarak elde edilen rasyonlar üç tekerrürlü olacak şekilde 0,5 gram tartılarak üzerine 40 mL tamponlanmış rumen sıvısı ilave edilmiş ve 39 °C'de ayarlanmış su banyosuna yerleştirilmiştir. 24 saat fermantasyon sonunda körlerden elde edilen gaz ve metan değerleri ölçümlerden çıkartılarak rasyonlardan elde edilen net toplam gaz ve metan üretimleri belirlenmiştir. İnkübasyon sonunda açığa çıkan gazın metan içerikleri İnfrared metan analiz cihazı kullanılarak belirlenmiştir (Goel ve Makkar 2008). Üretilen metan gaz miktarı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

Metan (mL) = Gaz üretimi (mL) x metan (%)

Fermantasyon sonunda açığa çıkan gaz Menke ve Steingass (1988) belirttiği formüller kullanılarak rasyonların metabolik enerji ve dut yaprağının organik madde sindirim dereceleri belirlenmiştir. Rasyonun metabolik enerji ve organik madde sindirim dereceleri aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır (eşitlik 1 ve 2).

$$ME(MJ/kg\ KM) = 1,68 + 0,1418GÜ + 0,073 HP + 0,217HY - 0,028HK \quad (1)$$

$$OMSD(\%) = 14,88 + 0,8893GÜ + 0,448HP + 0,651 HK \quad (2)$$

GÜ: Gaz üretimi (40 ml/0.5 gram)

HP: Ham protein (%)

HY: Ham yağ (%)

HK: Ham kül (%)

Gaz ölçümlerinden sonra şırıngalarda kalan numüne behere koyulup üzerine 70 ml NDF eklenilerek 1 saat kaynatılmıştır. Kaynama işleminden sonra gooch por 1 krozelardan geçirilerek süzme işlemi yapılmıştır (Blümmel vd., 1997). Rasyonun gerçek sindirilebilir kuru madde (g) (GSKM), taksimat faktörü (TF), mikrobiyal protein (MP), mikrobiyal sentezleme etkinliği (MPSE), değerleri Blümmel vd., (1997)'nin bildirdiği formüllere göre hesaplanmıştır (eşitlik 3-5).

$$GSKM (mg) = \text{İnkübe edilen KM (mg)} - \text{Kalan KM (mg)} \quad (3)$$

$$MP (mg/g\ KM) = GSKM - (GÜ \times 2,2\ mg/ml) \quad (4)$$

$$MPSE = (GSKM - (GÜ \times 2,2\ mg/ml))/GSKM \quad (5)$$

2.4.İstatistiksel analiz

Çalışma sonucunda elde edilen veriler SPSS 20.0 (2011) paket programında varyans analize tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (Duncan, 1955).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1.Dut yapraklarının kimyasal kompozisyonu, *in vitro* gaz üretimi, metabolik enerji içeriği ve organik madde sindirim derecesi

Dut yapraklarının kimyasal kompozisyonu, *in vitro* gaz üretimi, metabolik enerji içeriği ve organik madde sindirim derecesi Tablo 2'de verilmiştir. Dut yapraklarının HK, HY, HP ve KT içerikleri sırasıyla %12,10, %3,77, %17,73, %0,82 olduğu belirlenmiş, ME değeri 808 MJ/kg KM ve OMSD değeri ise %66,36 olarak ölçülmüştür.

Tablo 2. Dut yapraklarının kimyasal kompozisyonu, *in vitro* gaz üretimi, metabolik enerji içeriği ve organik madde sindirim değerleri

Dut yaprağı	HK (%)	HY(%)	HP(%)	KT(%)	Gaz (ml)	ME (MJ/kg KM)	OMSD (%)
	12,10	3,77	17,73	0,82	38,29	8,88	66,36

HK= ham kül; HY= ham yağ; HP= ham protein; KT= kondanse tanen; ME= metabolik enerji; OMSD= organik madde sindirim derecesi.

Dut yapraklarının kompozisyonlarının daha önce yapılan çalışmalarla uyum içerisinde olduğu görülmüştür (Güven, 2012; Akçil ve Denek, 2013; Ulger vd., 2017, Özdemir ve Kaya, 2020; Cengiz ve Kamalak, 2020). Genel olarak bakıldığında, dut yapraklarının HP içerikleri ruminant hayvanların hem yaşama hem de verim payı ihtiyacını karşılayacak seviyede olduğu gözükmemektedir.

Kuzu rasyonlarına farklı oranlarda dut yaprağı ilavesinin kimyasal analizlerine, *in vitro* gaz ve metan üretimi ile gerçek sindirim derecesi, taksimat faktörü, mikrobiyal protein ve mikrobiyal protein sentezleme etkinliğine etkisi belirlenmiş ve Tablo 3'te verilmiştir. Kuzu rasyonuna dut yaprağı ilavesinin metan (%) üretimine etkisi istatistiksel olarak %5 seviyesinde önemli olurken,

incelenen diğer özellikler üzerine etkisinin olmadığı bulunmuştur ($P \geq 0.05$).

Tablo 3'ten görüldüğü gibi gaz üretimi, rasyona eklenen dut yaprağı miktarına bağlı olarak 102.00 ml (0 g/kg) ile 106.00 ml (200 g/kg) arasında değişmiştir. Fermentasyon sonucunda açığa çıkan gaz miktarı fermente olabilen yem miktarına bağlıdır. Yani fermente olabilen yem ne kadar fazla ise fermentasyondan o kadar fazla gaz açığa çıkmaktadır (Blummel ve Orskov, 1993). Fakat bazı yemlerde bulunan tanen, esansiyel yağlar ve saponin gibi anti-besinsel faktörler fermentasyon sırasında çıkan gaz üretim miktarını ve gazın kompozisyonunu değiştirebilmektedir (Jafari vd., 2019). Bu anti-besinsel faktörler bakteriler ve metanojenler üzerinde doğrudan anti-mikrobiyal etkili olabildiği gibi yemlerle bileşik oluşturarak dolaylı bir şekilde

fermentasyon sonucu açığa çıkan gaz miktarını ve kompozisyonunu etkilemektedir. Fakat bu çalışmada kullanılan dut yaprağının düşük kondense tanen içeriği gaz üretimi üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı bulunmuştur.

Tablo 3'den de görüldüğü gibi fermentasyon sonucu açığa çıkan gazın metan içeriği farklı şekilde ifade edilmiştir. Dut yaprağının rasyona ilavesi sadece oluşan gazın metan içeriğinde (%) küçük bir düşüşe neden olmasına rağmen dut yaprağının anti-metanojenik özelliğe sahip olduğunu söylemek oldukça zordur. Çünkü metanın farklı şekillerde ifade edildiğinde metan üretimi kontrol grubuyla benzer bulunmuştur. Oysa daha önce yapılan bazı çalışmalarda Chen vd., (2015) ile Habib vd., (2016) dut yaprağının metan emisyonunu azaltıcı etkisini bildirmişlerdir.

Tablo 3. Dut yaprağının kuzu rasyonlarına ilavesinin sindirim derecesine ve bazı fermentasyon parametrelerine etkisi

Özellikler	Dut Yaprağının Katkı Oranları (g/Kg)					SEM	O.S
	0	50	100	150	200		
Gaz (ml)	102,00	103,25	102,00	103,50	106,00	1,609	0,137
CH ₄ (%)	14,93 ^a	14,70 ^{ab}	14,73 ^a	14,53 ^{ab}	13,97 ^b	0,242	0,013
CH ₄ (ml)	15,22	15,18	15,02	15,03	14,81	0,303	0,680
CH ₄ (ml/SK)	44,42	44,79	46,01	45,45	42,59	1,711	0,366
GSKM	67,75	67,24	64,43	65,68	68,87	2,108	0,288
TF	3,36	3,29	3,20	3,20	3,28	0,110	0,577
MP	118,47	113,05	102,25	103,72	115,10	11,058	0,521
MPSE	34,53	33,02	31,25	31,21	32,91	2,280	0,576
NH ₃ -N	47,88	48,33	49,30	48,56	48,62	0,815	0,550

^{abc}Aynı satırda farklı simgeye sahip ortalamalar farklıdır, GSKM= gerçek sindirim derecesi(%), TF= taksimat faktörü, MP= mikrobiyal protein (mg), MPSE= mikrobiyal protein sentezleme etkinliği(%).

Gerçek sindirim derecesi (GSKM), 100 g/kg oranında en düşük (%64,43), 200 g/kg oranında ise en yüksek (%68,87) değerleri almıştır. Bu durum, dut yaprağının rasyonun sindirilebilirliğine olumsuz bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Mikrobiyal protein sentezi (MP) ve etkinliği (MPSE) değerlerinde belirgin bir fark gözlenmemesine rağmen, 0 g/kg katkı oranında MP 118,47 mg olarak en yüksek değeri göstermiştir. Bu sonuç, Olfaz vd. (2018) ile Kandyli vd. (2009) tarafından bildirilen bulgularla uyumlu bulunmuştur.

Taksimat faktörü (TF), dut yaprağı oranı artışıyla çok fazla değişmemiş olup, 100 g/kg ve 150 g/kg katkılarında 3,20 ile en düşük değeri gösterirken, 0 g/kg katkıda 3,36 ile en yüksek değeri göstermiştir. Bu durum, dut yaprağının rasyonun enerji ve protein dengesi üzerinde önemli bir bozulma yaratmadığını göstermektedir. Ek olarak, bu bulgu, Hassan vd. (2020) tarafından bildirilen benzer etkilerle uyumlu bulunmuştur. Mikrobiyal protein, 0 g/kg (118,47 mg) ile 100 g/kg (102,25 mg) arasında değişmiştir. Diğer araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda mikrobiyal protein sentezleme etkinliğinin önemli parçası olan taksimat faktörü en uygun değerinin 2,75-4,41 arasında olduğu bildirilmektedir. (Blummel vd., 1997; Blummel ve Lebzien, 2001). Bildirilen değerler çalışmada elde edilen verilerin olumlu olduğunu göstermektedir.

4. Sonuç

İn vitro koşullarda yapılan çalışmada elde edilen bulgular dut yaprağının anti-metanojenik ve anti-proteolitik etkisinin olmadığını belirlemiştir. Rasyona dut yaprağının ilave edilmesinin fermentasyon parametreleri üzerinde olumsuz bir etkisinin olmaması ve dut yaprağının besin değerleri özellikle protein içeriğinin yüksek olmasından dolayı, ruminant hayvanların beslenmesinde kullanılan kaba yemlerin yeterince üretilmediği bölge ve mevsimlerde ucuz ve alternatif yem kaynağı olarak kullanılmasının kaba yem açığının giderilmesine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Katkı Oranı Beyanı

Yazarların katkı yüzdeleri aşağıda verilmiştir. Yazarlar makaleyi incelemiş ve onaylamıştır.

	M.E	A.K
K	50	50
T	100	
Y		100
VTI	70	30
VAY	50	50
KT	70	30
YZ	60	40
KI	50	50
GR	60	40
PY	50	50
FA	50	50

K= kavram, T= tasarım, Y= yönetim, VTI= veri toplama ve/veya işleme, VAY= veri analizi ve/veya yorumlama, KT= kaynak tarama, YZ= Yazım, KI= kritik inceleme, GR= gönderim ve revizyon, PY= proje yönetimi, FA= fon alımı.

Çalışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Etik Onay Beyanı

Bu çalışmada hayvanlar ve insanlar üzerinde herhangi bir çalışma yapılmadığı için etik kurul onayı alınmamıştır.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (Proje No: 2023/5-4 D) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Akçil E, Denek N. 2013. Farklı seviyelerde okaliptus (*Eucalyptus camaldulensis*) yaprağının bazı kaba yemlerin in vitro metan gazı üretimi üzerine etkisinin araştırılması. *Harran Univ Vet Fak Derg*, 2(2): 75-81.
- Akın G. 2006. Küresel ısınma, nedenleri ve sonuçları. *Ankara Univ Dil Tarih Cog Fak Derg*, 46(2): 29-43.
- Aksay CS, Ketenoğlu O, Kurt L. 2005. Küresel ısınma ve iklim değişikliği. *Selçuk Univ Fen Fak Fen Derg*, 1(25): 29-42.
- AOAC. 1990. Official method of analysis. 15th ed., Association of official analytical chemists, Washington, DC, USA, pp: 15.
- Bilal Y, Kamalak A. 2022. Kuzu rasyonlarına meşe palamudu ilavesinin sindirim derecesine, metabolik enerjisine ve metan üretimine etkisinin in vitro gaz üretim tekniği ile belirlenmesi. *KSÜ Tarım Doğa Derg*, 25(Ek Sayı 2): 583-590.
- Blümmel M, Lebzien P. 2001. Predicting ruminal microbial efficiencies of dairy rations by in vitro techniques. *Livest Prod Sci*, 68: 107-117.
- Blümmel M, Makkar HPS, Chisanga G, Mtimuni J, Becker K. 1997. The prediction of dry matter intake of temperate and tropical roughages from in vitro digestibility/gas-production data. *Anim Feed Sci Tech*, 69(1-3): 131-141.
- Blümmel M, Orskov ER. 1993. Comparison of in vitro gas

- production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. *Anim Feed Sci Tech*, 40: 109-119.
- Cengiz T, Kamalak A. 2020. Farklı bölgelerde yetişen söğüt yapraklarının potansiyel besleme değerlerinin ve anti-metanojenik özelliklerinin belirlenmesi. *KSÜ Tarım Doğa Derg*, 23(5): 1351-1358.
- Chen D, Chen X, Tu Y, Wang B, Lou C, Ma T, Diao Q. 2015. Effects of mulberry leaf flavonoid and resveratrol on methane emission and nutrient digestion in sheep. *Anim Nutr*, 1(4): 362-367.
- de Moraes JPG, Campana M, Gregorini P, Garcia TM, Minussi JFDA, Pereira SN, Del Valle TA. 2023. In vitro evaluation of potentially edible Brazilian trees and shrubs in ruminant nutrition. *Animals*, 13(23): 3703.
- Duncan DB. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11(1): 1-42.
- Goel G, Makkar HP, Becker K. 2008. Effects of *Sesbania sesban* and *Carduus pycnocephalus* leaves and Fenugreek seeds and their extracts on partitioning of nutrients to methane. *Anim Feed Sci Tech*, 147(1-3): 72-89.
- Güven I. 2012. Effect of species on nutritive value of mulberry leaves. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 18(5).
- Habib G, Khan NA, Sultan A, Ali M. 2016. Nutritive value of common tree leaves for livestock in the semiarid and arid rangelands of Northern Pakistan. *Livest Sci*, 184: 64-70.
- Hassan FU, Arshad MA, Li M, Rehman MSu, Looor JJ, Huang J. 2020. Potential of mulberry leaf biomass and its flavonoids to improve production and health in ruminants. *Animals*, 10(1): 2076.
- Jafari S, Ebrahimi M, Goh YM, Rajion MA, Jahromi MF, Al-Jumaili WS. 2019. Manipulation of rumen fermentation and methane gas production by plant secondary metabolites. *Ann Anim Sci*, 19(1): 3-29.
- Johnson KA, Johnson DE. 1995. Methane emissions from cattle. *J Anim Sci*, 73(8): 2483-2492.
- Kamalak A, Ozkan CO. 2021. Potential nutritive value and anti-methanogenic potential of some fallen tree leaves in Türkiye. *Livest Res Rural Dev*, 33(11): 132.
- Kandylis K, Hadjigeorgiou I, Harizanis P. 2009. The nutritive value of mulberry leaves (*Morus alba*) as a feed supplement for sheep. *Trop Anim Health Prod*, 41: 17-24.
- Kılıç HN, Boğa M. 2021. Hayvan besleme stratejileri ile metan emisyonunun azaltılması. *Türk J Agric-Food Sci Technol*, 9(9): 1700-1713.
- Kutlu R, Görgülü M, Çelik LB. 2005. ZM-208 Genel Hayvan Besleme Ders Notu. URL: <https://www.ruminantbesleme.com/wp-content/uploads/2018/09/GENEL-HAYVAN-BESLEME.pdf> (accessed date: March 3, 2022).
- Makkar HP, Blümmel M, Becker K. 1995. In vitro effects of and interactions between tannins and saponins and fate of tannins in the rumen. *J Sci Food Agric*, 69(4): 481-493.
- Menke KH, Raab L, Salewski A, Steingass H, Fritz D, Schneider W. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *J Agric Sci*, 93(1): 217-222.
- Menke KH, Steingass H. 1988. Estimation of the energetic feed value from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim Res Dev*, 28: 7-55.
- Olfaz M, Kilic U, Boga M, Abdi AM. 2018. Determination of in vitro gas production and potential feed value of olive, mulberry and sour orange tree leaves. *Open Life Sci*, 13(1): 269-278.

- Özdemir Ö, Kaya A. 2020. Bazı ağaç yapraklarının in vitro gaz üretim tekniğiyle yem değerlerinin belirlenmesi. YYÜ J Agric Sci, 30(3): 454-461.
- Selçuk B, Kamalak A. 2022. Biberiye yaprağı ekstraktının yonca otunun rumen fermentasyonu, metan ve mikrobiyal protein üretimine etkisi. KSÜ Tarım Doğa Derg, 25(3): 623-628.
- SPSS. 2011. IBM SPSS statistics for Windows, version 20.0. New York: IBM Corp.
- Tavendale MH, Meagher LP, Pacheco D, Walker N, Attwood GT, Sivakumaran S. 2005. Methane production from in vitro rumen incubation and effects of condensed tannin fractions. Anim Feed Sci Tech, 123-124: 403-419.
- TÜİK. 2023. URL: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2021-49672> (accessed date: June 24, 2025).
- Ulger I, Kamalak A, Kurt O, Kaya E, Guven I. 2017. Comparison of chemical composition and anti-methanogenic potential of tree leaves using in vitro gas production technique. Cienc Investig Agrar, 44(1): 75-82.
- Van Nevel CJ, Demeyer DI. 1996. Control of rumen methanogenesis. Environ Monit Assess, 42: 73-97.