

## Sığıla (*Liquidambar orientalis*) Ağaç Yapraklarının Koyun Diyetlerine İlavesinin Fermantasyon ve Sindirim Derecelerine Etkilerinin *In vitro* Gaz Üretim Tekniği ile Belirlenmesi

Bilal SELÇUK<sup>1\*</sup>, Tuğba BAKIR<sup>2</sup>, Yakup BİLAL<sup>3</sup>, Hülya AKÇAM<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 46000, Kahramanmaraş

<sup>2</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 46000, Kahramanmaraş

<sup>3</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 46000, Kahramanmaraş

<sup>4</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 46000, Kahramanmaraş

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-9136-5707>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-2185-7137>

<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0001-9785-5395>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-6784-1782>

\*Sorumlu yazar: bllselcuk46@gmail.com

### Araştırma Makalesi

#### Makale Tarihi:

Geliş tarihi: 02.02.2023

Kabul tarihi: 26.11.2023

Online Yayınlanma: 11.03.2024

#### Anahtar Kelimeler:

*In vitro*

Sindirim derecesi

Koyun diyetleri

Ağaç yaprakları

### ÖZ

Çalışmada sığıla ağaç yapraklarının, yonca kuru otu yerine % 0, 10, 20, 30 oranlarında koyun rasyonlarına ilave edilerek, gaz üretimi (GÜ), metan (CH<sub>4</sub>) üretimi, gerçek sindirilebilir kuru madde (GSKM), taksimat faktörü (TF), mikrobiyal protein (MP), mikrobiyal protein sentezi etkinliği (MPSE) ve gerçek sindirim derecesi (GSD) üzerine olan etkileri *in vitro* gaz üretim tekniği ile belirlenmesi amaçlanmaktadır. Çalışmada sığıla ağaç yapraklarını kullanımı GÜ ve CH<sub>4</sub> üretimlerini önemli derecede düşürmüştür (P<0.001). Rasyonlar arasındaki GSKM, TF, MP, MPSE ve GSD değerleri sayısal farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur (P<0,05). Araştırmada, GSKM (252,71 ile 264,49 mg), TF (3,58 ile 4,59), MP (100,80 ile 131,16 mg), MPSE (% 38,53 ile % 51,89) ve GSD (% 53,57 ile % 56,23) arasında bulunmuştur. Pearson's korelasyon analizi kullanılarak rasyonların fermantasyon parametreleri GÜ, CH<sub>4</sub> (ml), CH<sub>4</sub> (%) ile PF, MP ve MPSE değerleri arasında negatif bir ilişki çıkmıştır (P<0.01). Sığıla ağaç yapraklarının içerisinde bulunan tanen miktarının yüksek olmasından dolayı koyun rasyonlarında uygun dozun belirlenmesi için *in vitro* bulgular ile elde edilen sonuçların *in vivo* çalışmalarla desteklenmesine ihtiyaç vardır.

## Determination of the Effects of Addition of Sweetgum (*Liquidambar orientalis*) Tree Leaves to Sheep Diets on Fermentation and Digestion Degrees by *In vitro* Gas Production Technique

### Research Article

#### Article History:

Received: 02.02.2023

Accepted: 26.11.2023

Published online: 11.03.2024

#### Keywords:

*In vitro*

Degree of digestion

Sheep diets

Tree leaves

### ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effects of adding sweetgum tree leaves at levels of 0, 10, 20, and 30% to sheep diets instead of alfalfa hay on gas production (GP), methane (CH<sub>4</sub>) production, true digestible dry matter (TDDM), partitioning factor (PF), microbial protein (MP), microbial protein synthesis efficiency (MPSE) and true digestibility (TD) using the *in vitro* gas production technique. The GP and CH<sub>4</sub> productions of the diets were significantly decreased (P<0.001). The TDDM, PF, MP, MPSE and TD values of the diets were found to be statistically significant (P<0.05). In the study, the TDDM, PF, MP, MPSE, and TD values were found to be between 252.71 and 264.49 mg, 3.58 and 4.59, 100.80 and 131.16 mg, 38.53% and 51.89%, and 53.57% and 56.23%, respectively. Using Pearson's correlation analysis in the diets, a negative correlation was found between the fermentation parameters GP, CH<sub>4</sub> (ml), CH<sub>4</sub> (%) and PF, MP

and MPSE values ( $P<0.01$ ). Due to the high tannin content of the sweetgum tree leaves in the diets, it is necessary to support the results obtained from the *in vitro* findings with *in vivo* studies to determine the appropriate dose in the diets of sheep.

**To Cite:** Selçuk B., Bakır T., Bilal Y., Akçam H. Sığla (*Liquidambar orientalis*) Ağaç Yapraklarının Koyun Diyetlerine İlavesinin Fermantasyon ve Sindirim Derecelerine Etkilerinin *In vitro* Gaz Üretim Tekniği ile Belirlenmesi. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 2024; 7(2): 674-683.

## 1. Giriş

Kaba yem, geviş getiren hayvanların metabolizması için önemli ve ekonomik bir besin kaynağıdır. Rumen mikroorganizmaları, fizyolojik yapıları sebebiyle geviş getiren hayvanlarda rumende kaba yemi uçucu yağ asitlerine, B ve K grubu vitamin sentezi ve mikrobiyel proteinlere dönüştürebilmektedir (Chen ve ark., 2022). Rumen mikroorganizmaları fermantasyon süreci boyunca kaba yem kaynaklarından ve partikül boyutlarından büyük ölçüde etkilenmektedir (Liu ve ark., 2021). Bu nedenle, kaba yem bileşimi ile rumen mikroorganizmaları arasındaki etkileşim mekanizmasının daha iyi anlaşılması, hayvanların performansların ve ürünlerin ekonomik etkinliğinin artırılmasına yardımcı olmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde, çeşitli sebeplerden dolayı gıda yan ürünlerinin hayvan yemi olarak kullanımına olan ilginin artmasına neden olmuştur. Bu sebepler, kirliliğin azaltılması, geri dönüşüm maliyetlerinin artması, insan beslenmesiyle rekabet etmeden çiftlik hayvanlarının beslenmesi hedefi ve ekonomik yemin değerinin algılanmasındaki değişiklikleri içermektedir (Maghsoud ve ark., 2008). Hayvancılık verimliliğini sınırlayan en önemli faktör, mera miktarı ve kalitesi açısından gıda arzının mevsimsel olmasıdır. Genellikle kurak dönemlerde daha az yem üretilmektedir. Bu nedenle kaliteli kaba yemlere sınırlı erişimin olması, geviş getiren hayvanlarda et ve süt üretiminde düşüşe yol açacağı bildirilmiştir (Cai ve ark., 2020).

Yonca (*Medicago sativa* L.), protein ve mineraller açısından zengin olması nedeniyle yaygın olarak kullanılan bir kaba yem kaynağıdır (Zhang ve ark., 2017). Bununla birlikte, yonca üretiminin yüksek maliyeti, onun hayvancılık üretiminde kullanılabilirliğini ciddi şekilde kısıtlamıştır (Chávez ve ark., 2021). Bu nedenle, tatmin edici hayvansal üretimi sağlamak için yerel olarak üretilen, yüksek verimli, alternatif yem kaynaklarının araştırılması, çözülmesi gereken acil bir sorun haline gelmiştir. Özellikle kuraklık dönemlerinde ağaç yaprak ve dallarının hayvan beslemede kullanılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Ağaç dal ve yapraklarının, geviş getiren hayvanların beslenmesinde kullanılabileceği ve rasyonların önemli bir kısmını oluşturduğu bildirilmiştir (Kamalak ve ark., 2005b; Boga, 2014; Ulger ve ark., 2017; Olfaz ve ark., 2018). Ayrıca ağaç yaprakları besin maddelerinin yanı sıra fenolik bileşikler ve sekonder metabolitleri içermektedir. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda, bu sekonder metabolitlerin geviş getiren hayvanlarda anti-proteolitik ve anti-metanojenik özellikleri üzerinde durulmuştur (Sallama ve ark., 2011; Jayanegara ve ark., 2011; Jayanegara ve ark., 2014; Denek ve ark., 2017).

Sığla (*Liquidambar orientalis*) 10-15 m' ye kadar büyüyen Türkiye'ye özgü bir ağaçtır. Yapraklarının çeşitli sekonder metabolitler içerdiği ve yapılan çalışmalarda da anti metanojenik bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Ulger ve ark., 2017). Çalı ve ağaç yaprakları arasından potansiyel olarak önemli yem

kaynaklarını tanımlamak ve bunları ruminantların rasyonlarına dahil etmek için, dünyanın birçok gelişmekte olan bölgelerinde artan bir eğilimin olduğu ve sindirilebilir besin maddeleri bakımından diğer birçok yem bitkisiyle karşılaştırılabileceği, hatta bunların birçok yem bitkisinden daha iyi olabileceği ifade edilmiştir (Devendra, 1990; Boschini, 2002).

Ruminantlarda rasyon kullanımı rumen mikrobiyotasını düzenleyebileceği ve yemden yararlanma oranını etkileyebileceği iyi bilinmektedir (Cui ve ark., 2019). Bu çalışmada koyun rasyonlarına sığıla ağaç yapraklarının artan oranlarda yonca kuru otu yerine kullanılması ile koyun diyetlerinde *in vitro* gaz ve metan üretim parametlerine, sindirim derecelerine etkileri araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Çalışmada kullanılan sığıla ağaç yaprakları Haziran 2022 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesinde 5 ayrı ağaçtan toplanmıştır. Toplanan sığıla ağaç yaprakları, yemler ve hayvan besleme laboratuvarına getirilerek gölgede kurumaya bırakılmıştır. Kurutulan yapraklar değirmende 1 mm' lik elekten geçecek şekilde öğütülmüştür. Daha sonra sığıla ağaç yaprakları ve rasyonları oluşturan yem ham maddelerinin ham protein (HP), ham kül (HK), ham yağ (HY) ve kuru madde (KM) içerikleri AOAC (1990)'de bildirilen yöntemlere göre yapılmıştır. Sığıla ağaç yapraklarının ve yonca kuru otunun kondanse tanen içerikleri Makkar ve ark., (1995)'nin bildirmiş olduğu yöntemle göre belirlenmiştir. Rasyonlarda kullanılan yem ham maddelerinin kimyasal kompozisyonu ve metabolik enerji değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.** Rasyonları oluşturan yem hammaddelerinin kimyasal kompozisyonları

	<b>KKM (%)</b>	<b>HP (%)</b>	<b>HY (%)</b>	<b>HK (%)</b>	<b>KT (%)</b>	<b>GÜ(ml)</b>	<b>ME (MJ/kg)</b>
Sığıla ağaç yaprağı	94,82	11,82	3,91	4,79	12,73	36,89	2,04
Yonca	94,41	13,42	1,51	8,39	0,82	48,82	2,28
Soya küspesi	93,14	52,86	2,41	7,33		55,74	3,30
Yulaf dane	92,53	10,88	5,45	3,69		58,75	2,85
Buğday samanı	94,34	3,87	1,37	4,80		31,83	1,59

KKM (%): Kurutulmuş kuru madde, HP(%): Ham protein, HY(%): Ham yağ, HK(%): Ham kül, KT(%): Kondanse tanen, GÜ: 24 saatlik gaz üretimi 200 mg/KM, ME (MJ/kg): Metabolik enerji

Rasyonu oluşturan yemlerin metabolik enerji değerleri Menke ve Steingass (1988)'in bildirdiği yöntemle aşağıdaki eşitlik kullanılarak belirlenmiştir.

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

GÜ: Gaz üretimi (200 mg/KM)

HP: Ham protein (%) (g/kg<sup>-1</sup> KM)

HY: Ham yağ (%) (g/kg<sup>-1</sup> KM)

HK: Ham kül (%) (g/kg<sup>-1</sup> KM)

Yem hammaddelerinin kimyasal kompozisyonları kullanılarak NRC (2007)' ye göre izokalorik ve izonitrojenik olacak şekilde %17 HP ve 2600 kcal/kg enerjiye sahip 4 ayrı deneme rasyonu hazırlanmıştır. Diyetleri oluşturan yem ham maddelerinin miktarları, diyetlerin metabolik enerji ve HP içerikleri Tablo 2' de verilmiştir.

**Tablo 2.** Rasyonları oluşturan besin maddelerinin miktarları (gr)

YEM ÖRNEKLERİ	KONTROL (%0)(g/kg)	S <sub>1</sub> (%10)(g/kg)	S <sub>2</sub> (%20) (g/kg)	S <sub>3</sub> (%30) (g/kg)
Yonca	500	400	300	200
Sığıla ağaç yaprağı	0	100	200	300
Soya küspesi	142,63	145,08	147,54	150
Yulaf dane	231,54	237,19	242,85	248,5
Buğday samanı	59,83	51,72	43,61	35,50
Yağ	40	40	40	40
Tuz	10	10	10	10
Kireç Taşı	15	15	15	15
Min-Vit	1	1	1	1
Toplam (gr)	1000	1000	1000	1000
ME (kcal/kg KM)	2600	2600	2600	2600
HP (g/kg)	170	170	170	170

Min-Vit: Mineral ve Vitamin, ME: Metabolik enerji, HP: Ham protein S<sub>1</sub>: Sığıla ağaç yaprağı %10, S<sub>2</sub>: Sığıla ağaç yaprağı %20, S<sub>3</sub>: Sığıla ağaç yaprağı %30. Metabolik enerji NRC (2007)' ye göre hesaplanmıştır.

Çalışmada kullanılan rasyonların gaz üretim değerleri Menke ve ark., (1979)'nın bildirdiği *in vitro* gaz üretim yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Rasyonlar tamponlanmış rumen sıvısı inokulumu (1:2) ile 100 ml hacimli cam şırıngalara (Model Fortuna, Häberle Labortechnik, Lonsee- Ettlenschie ß, Germany) 500 mg/KM örnek miktarı ve 40 ml tamponlanmış rumen sıvısı olacak şekilde anaerobik şartlarda 39 °C' de su banyosunda 24 saatlik fermentasyona bırakılmıştır. Rumen sıvısı inokulumu Kahramanmaraşta bulunan kesimhaneden 3 baş merinos koyunlardan alınmış olup, koyunlar 50-60 kg canlı ağırlıkları arasındadır. Rumen sıvıları hava geçirmez bir termos yardımıyla laboratuvara getirilmiştir. Rasyonların, cam şırıngalarda yirmidört saatlik inkubasyonu sonucu oluşan toplam gazın metan içerikleri kızılötesi metan ölçüm cihazı yardımıyla (Sensor Europe GmbH, Erkrath, Germany) belirlenmiştir (Goel ve ark., 2008).

Metan (ml) miktarları aşağıda belirtilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$CH4 (ml) = G\ddot{U} * CH4 (\%) \quad (2)$$

Cam şırıngalarda 24 saatlik fermentasyon sonucu rasyonları içeren rumen sıvısı inokulantları 100 ml lik cam beherlere konulmuştur. Daha sonra beherlerin içerisine 50 ml NDF solüsyonu ilave edilerek 60 dk hot plate cihazında kaynamaya bırakılmıştır. Kaynamış olan rumen sıvısı inokulantları darası daha önceden alınmış 1 por'luk cam krezeler ile süzölmüştür. Süzme işleminden sonra krezeler 70 °C' de 24 saat boyunca kurumaya bırakılmıştır. Diyetlerin gerçek sindirilebilir kuru madde (GSKM), gerçek sindirim derecesi (GSD), taksimat faktörü (TF), mikrobiyal protein (MP) ve mikrobiyal protein sentezleme etkinliği (MPSE) değerleri aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır. (Blümmel ve ark., 1997a).

$$GSKM (mg) = \text{İnkubasyon edilmiş substrat miktarı (mg)} - \text{Substrat miktarı (mg)} \quad (3)$$

$$GSD (\%) = GSKM / \text{İnkubasyon edilmiş substrat miktarı (mg)} \quad (4)$$

$$TF = (GSD / GÜ) \quad (5)$$

$$MP (mg) = (GSD - (2,2 * GÜ)) \quad (6)$$

$$MPSE (\%) = ((GSD - (2,2 * GÜ))/GSD) * 100 \quad (7)$$

### İstatistik Analiz

Çalışmadaki *in vitro* bulgular SPSS v 20.0 programı (IBM Corp., Armonk, NY, ABD) ile tek yönlü varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur ve rasyonların *in vitro* gaz üretimleri ve sindirim parametreleri arasındaki ilişki Pearson's korelasyon analizi ile belirlenmiştir. Ortalamalar arasındaki farklar ( $P < 0.05$ ) Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (Duncan, 1955).

### 3. Bulgular ve Tartışma

Ruminant beslemede rasyon kullanımı hayvanlar için bir çok avantajı vardır. Rasyon kullanımı yemlerin kantitatif olarak karışmasını sağlar ve yemler tek bir besin maddesi haline döner. Ayrıca yemlerin hayvanlar tarafından seçilmesi ve elenmesi de önlenmiş olur (Boğa ve ark., 2022). Rasyonların *in vitro* gaz üretimleri ve sindirim parametreleri Tablo 3' te verilmiştir. Rasyonların fermantasyon ve sindirim parametreleri arasındaki Pearson's korelasyonu Tablo 4'te verilmiştir.

**Tablo 3.** Rasyonların gaz üretimleri, mikrobiyal protein ve sindirim parametreleri

TMR	GÜ (ml)	CH <sub>4</sub> (ml)	CH <sub>4</sub> (%)	GSKM(mg)	TF	MP (mg)	MPSE(%)	GSD (%)
Kontrol	80,18 <sup>a</sup>	13,23 <sup>a</sup>	16,51 <sup>a</sup>	261,40 <sup>ab</sup>	3,58 <sup>b</sup>	100,80 <sup>b</sup>	38,53 <sup>b</sup>	55,54 <sup>ab</sup>
S <sub>1</sub>	76,89 <sup>a</sup>	11,54 <sup>b</sup>	15,01 <sup>b</sup>	254,97 <sup>ab</sup>	3,64 <sup>b</sup>	100,97 <sup>b</sup>	39,59 <sup>b</sup>	54,16 <sup>ab</sup>
S <sub>2</sub>	60,68 <sup>b</sup>	7,37 <sup>d</sup>	12,14 <sup>d</sup>	252,71 <sup>b</sup>	4,59 <sup>a</sup>	131,16 <sup>a</sup>	51,89 <sup>a</sup>	53,57 <sup>b</sup>
S <sub>3</sub>	77,16 <sup>a</sup>	10,21 <sup>c</sup>	13,23 <sup>c</sup>	264,49 <sup>a</sup>	3,76 <sup>b</sup>	109,94 <sup>b</sup>	41,53 <sup>b</sup>	56,23 <sup>a</sup>
SHO	1,923	0,315	0,228	4,437	0,152	5,574	1,727	0,983
Sig.	***	***	***	Ö.D	***	***	***	Ö.D

<sup>a,b,c,d</sup> aynı sütunda yer alan farklı simgeye sahip olan ortalamalar birbirinden farklıdır. Kontrol: Kontrol grubu, S<sub>1</sub>: %10 sığıla ağaç yaprağı, S<sub>2</sub>: %20 sığıla ağaç yaprağı, S<sub>3</sub>: %30 sığıla ağaç yaprağı, GÜ: Gaz üretimi(500mg/ KM), GSKM: Gerçek sindirilebilir kuru madde (500 mg/ KM), TF: Taksimat faktörü, MP: Mikrobiyal protein (mg), MPSE: Mikrobiyal protein sentezleme etkinliği (%), GSD: Gerçek sindirim derecesi (%) ve SHO: Standart hata ortalaması Sig: Önem seviyesi \*  $P < 0,05$ , \*\*  $P < 0,01$ , \*\*\* $P < 0,001$ . Ö.D: Önemli değil.

**Tablo 4.** Rasyonların fermantasyon ve sindirim parametreleri arasındaki Pearson's korelasyonu

	GÜ	CH <sub>4</sub> (ml)	CH <sub>4</sub> (%)	GSKM	PF	MP	MPSE
CH <sub>4</sub> (ml)	0,91**						
CH <sub>4</sub> (%)	0,77**	0,95**					
GSKM	0,47	0,31	0,15				
PF	-0,96**	-0,89**	-0,76**	-0,26			
MP	-0,89**	-0,88**	-0,79**	-0,02	0,96**		
MPSE	-0,96**	-0,92**	-0,80**	-0,23	0,99**	0,97**	
GSD	0,48	0,33	-0,17	0,99**	-0,28	-0,04	-0,25

Korelasyon önem seviyesi \* 0,05 \*\* 0,01. GÜ: Gaz üretimi 500 mg KM; CH<sub>4</sub> (ml) ve CH<sub>4</sub> (%): Rasyonların metan üretim miktarı; GSKM: Gerçek sindirilebilir kuru madde; PF: Partitioning faktör; MP: Mikrobiyal protein; MPSE: Mikrobiyal protein sentezleme etkinliği; GSD: Gerçek sindirim derecesi

Rasyonların fermantasyon parametreleri GÜ, CH<sub>4</sub> (ml), CH<sub>4</sub> (%) ile PF, MP ve MPSE değerleri arasında negatif bir ilişki çıkmıştır (P<0.01). Rasyonların GSKM ile GÜ, CH<sub>4</sub> (ml) ve CH<sub>4</sub> (%) değerleri arasında ise pozitif bir ilişki tespit edilmiştir (Tablo 4). Diyetlerin kuru madde sindirimi azaldıkça gaz ve metan üretimlerinin de azaldığı bu ilişki ile belirtilebilir. Rasyona eklenen sığıla ağaç yaprakları gaz üretimini azaltmış ve sayısal olarak bu farklılık istatistiksel olarak da önemli bulunmuştur (P<0.001). Rasyonların *in vitro* gaz üretim değerleri 60,68 ml ile 80,18 ml arasında değişmiştir. En yüksek gaz üretim değeri kontrol grubunda en düşük ise S<sub>2</sub> grubundan elde edilmiştir. Yemlerin gaz üretim değerlerinin fermente edilmiş madde miktarına bağlı olduğu bildirilmiştir (Sampath, 1995). Uçucu yağ asitleri bağırsak lümeninde, sindirilmemiş rasyon karbonhidratları gibi çeşitli maddelerin mikrobiyal fermantasyonuyla üretilen organik asitlerdir (Çağlar ve ark., 2017). Ayrıca yem hammaddelerinin toplam gaz üretimi direkt ve indirekt olmak üzere iki şekilde oluşmaktadır. Fermantasyon esnasında oluşan uçucu yağ asitlerinin tampon çözelti ile tepkimeye girmesi sonucu indirekt gaz üretimi oluşmaktadır (Wolin, 1960). Çalışmadaki rasyonların 24 saatlik fermantasyon sonucunda CH<sub>4</sub> ml değerleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.001). Rasyonların CH<sub>4</sub> ml değerleri 7,37 ml ile 13,23 ml 500 mg/KM arasında değişmiştir. Rasyonların metan üretimi kontrol grubuna oranla S<sub>2</sub> rasyonunda % 44'lük bir azalma görülmüştür. Rasyonlarda sığıla ağaç yaprak oranlarının artması ile kondanse tanen miktarı da artabileceği söylenebilir (Tablo 1.). Tavendale ve ark., (2005)'ın yapmış olduğu çalışmada tanenlerin arkeaların yapısında bulunan proteinlere tutunması ile oluşan bakterisid ya da bakteriyostatik etkilerinden dolayı rumende fermantasyon sonucu oluşan CH<sub>4</sub> üretiminin azalmasına sebep olduğunu bildirmişlerdir. Kondanse Tanen bakımından zengin rasyonlar, ruminantlarda rumen protein bozulması ve CH<sub>4</sub> emisyonu üzerinde etkili bir inhibitör etki ile azaltabilir, ancak bu, yemin sindirilebilirliği ve verimliliği üzerindeki olumsuz etkilerinden kaçınmak için diyete dahil etme şeklini, miktarını ve dikkatli kaynak seçimini gerektirir (Min ve ark., 2020). Çalışmadaki rasyonların CH<sub>4</sub> içerikleri %12,14 ile 16,51 arasında değişmiştir. Lopez ve ark., (2010)'ın yaptıkları çalışmada yem hammaddeleri anti-metanojenik özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre çalışmadaki S<sub>2</sub> ve S<sub>3</sub> grupları düşük anti-metanojenik etki gösterdiği belirlenmiştir. Rasyonlarda GSKM değerleri 252,71 ile 264,49 mg/KM arasında tespit edilmiştir. Bitkilerde bulunan esansiyel yağlar, tanen ve diğer aktif bileşikler rumende bulunan selülotik mikroorganizmaların işlevini engelleyerek yemlerin sindirimini azalttığı bildirilmektedir (Patra ve ark., 2006). Rasyonların TF değerleri 3,58 ile 4,59 arasında bulunmuştur. Yemlerdeki TF değeri 1 ml gaz üretimi için ihtiyaç duyulan substrattan enerjinin dönüşümünü ifade eder. Fakat bu enerji hem uçucu yağ asitlerinin üretimi, hem de mikrobiyal proteinlerin üretimi için kullanıldığından yemleri sadece gaz üretimine göre seçim yapmak doğru olmaz (Blümmel ve ark., 1994; Blümmel ve ark., 1997b). Teorik olarak ruminant hayvanların beslenmesinde kullanılan yemlerin TF değerlerinin 2,75 ile 4,41 arasında olması gerektiğini ve bu değerlerin MPSE'yi belirleyen en önemli etkenlerden biri olduğu ve yüksek TF değeri ile düşük gaz üretimi genellikle mikrobiyal protein üretiminin artacağına bir göstergesi olduğu daha önce yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Blümmel ve ark., 2005; Blümmel ve Lebzien, 2001). Rasyonların MP 100,80 ile 131,16

mg arasında ve MPSE değerleri ise %38,53 ile 51,89 arasında tespit edilmiştir. Kondanse tanenler, rumende proteinler ile kompleks yapı oluşturarak rumende mikrobiyal sindirim oranını düşürdükleri bildirilmiştir (Silanikove ve ark., 1994). Rasyonların GSD değerleri ise %53,57 ile 56,23 arasında bulunmuştur. Yemlerde kondanse tanenin yüksek miktarda olması yemin lezzetini düşürecek olup yem tüketimini kısıtlayarak sindirim derecesinde düşmesine neden olacağı bildirilmiştir (Kamalak ve ark., 2005a).

#### **4. Sonuç**

Rasyonda sığıla ağaç yapraklarının yonca otu yerine artan seviyelerde ilave edilmesiyle gaz ve CH<sub>4</sub> üretimini düşürdüğü, TF, MP ve MPSE değerlerini ise önemli derecede etkilediği saptanmıştır (P<0.001). Çalışmadaki *in vitro* bulgulara göre rasyonlarda kontrol grubuna kıyasla % 20 sığıla ağaç yaprakları bulunan S<sub>2</sub> grubunda metan üretimini %44 düşürdüğü tespit edilmiştir. Sığıla ağaç yapraklarının rasyonlarda kullanılmadan önce içerdiği yüksek kondanse tanenden dolayı polietilen glikol (PEG) muamelesine tabii tutularak tanenin havanlar üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılabileceği düşünülmüştür. Bu çalışmadaki rumen fermantasyon parametrelerinin sonuçlarına bakılarak hayvansal üretimde rasyonda uygulanması ve hayvan performansı arasındaki etkileşimin anlaşılması için *in vivo* çalışmalarda referans sağlayabilir. *In vitro* çalışmalarla elde edilen bulguların *in vivo* çalışmalarla desteklenmesine gereksinim duyulmaktadır.

#### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Makale yazarları herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

#### **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti**

Yazarlar makaleye benzer oranda katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

#### **Kaynakça**

- AOAC. Official method of analysis. 15th ed., pp.66-88. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. 1990.
- Blümmel M., Cone JW., Van Gelder AH., Nshalai I., Umunna NN., Makkar HPS., Becker K. Prediction of forage intake using *in vitro* gas production methods: Comparison of multiphase fermentation kinetics measured in an automated gas test, and combined gas volume and substrate degradability measurements in a manual syringe system. *Animal Feed Science and Technology* 2005; 123, 517-526.
- Blümmel M., Lebzien P. Predicting ruminal microbial efficiencies of dairy rations by *in vitro* techniques. *Livestock Production Science* 2001; 68(2-3): 107-117.
- Blümmel M., Makkar HPS., Chisanga G., Mtimuni J., Becker K. The prediction of dry matter intake of temperate and tropical roughages from *in vitro* digestibility/gas-production data, and the dry

- matter intake and in vitro digestibility of African roughages in relation to ruminant liveweight gain. *Animal Feed Science and Technology* 1997a; 69(1-3): 131-141.
- Blümmel M., Steingas H., Becker K. The relationship between in vitro gas production, in vitro microbial biomass yield and 15N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. *British Journal of Nutrition* 1997b; 77(6): 911-921.
- Blümmel M., Steingass H., Becker K. The partitioning of in vitro fermentation products and its bearing for voluntary feed intake. In *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology (Germany) 1994*; DLG.
- Boga M. Chemical composition and in vitro gas production kinetics of some tree leaves obtained in the mediterranean region of Turkey. *Anadolu J Agr Sci.* 2014, 29(2): 143-146.
- Boğa M., Avcı BC., Kılıç HN. Evaluation of some commercial food rations in terms of chemical composition, methane production, net energy and organic substance digestibility. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 2022; 10(6): 1095-1101.
- Boschini CF. Nutritional quality of mulberry cultivated for ruminant feeding. (Mulberry for Animal Production. Ed. M.D. Sánchez. *FAO Animal Production and health Paper*. ISBN:92-5-104568-2) 2002; Rome.
- Çağlar A., Tomar O., Ekiz T. Bütirik asit: yapısı, özellikleri ve sağlık üzerine etkileri. *Koçtepe Vet Dergisi* 2017; 10(3): 213-225.
- Cai Y., Du Z., Yamasaki S., Nguluve D., Tinga B., Macome F., Oya T. Community of natural lactic acid bacteria and silage fermentation of corn stover and sugarcane tops in Africa. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 2020; 33(8): 1252.
- Chávez CCM., Ramírez PN., Hoyos LR., Durán MGR., Madrigal JF., Sánchez MCC., Palacios CAM. Retos y perspectivas del sector acuícola rumbo al 2050. *Ciencia Nicolaita*; 2021; 83.
- Chen X., Ma Y., Khan MZ., Xiao J., Alugongo GM., Li S., Cao Z. A combination of lactic acid bacteria and molasses improves fermentation quality, chemical composition, physicochemical structure, in vitro degradability and rumen microbiota colonization of rice straw. *Frontiers in Veterinary Science* 2022; 9.
- Cui K., Qi M., Wang S., Diao Q., Zhang N. Dietary energy and protein levels influenced the growth performance, ruminal morphology and fermentation and microbial diversity of lambs. *Scientific Reports* 2019; 9(1): 1-10.
- Denek N., Aydın SS., Can A. The effects of dried pistachio (*Pistachio vera L.*) by-product addition on corn silage fermentation and in vitro methane production. *Journal of Applied Animal Research* 2017; 45(1): 185-189.
- Devendra C. Shrubs and tree fodders for farm animals: proceedings of a workshop in Denpasar, Indonesia, 24-29 July 1989. IDRC, Ottawa, ON, CA, 1990.
- Duncan DB. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 1955; 11(1): 1-42.



- Goel G., Makkar HP., Becker K. Effects of Sesbania sesban and Carduus pycnocephalus leaves and Fenugreek (Trigonella foenum-graecum L.) seeds and their extracts on partitioning of nutrients from roughage-and concentrate-based feeds to methane. *Animal Feed Science and Technology* 2008; 147(1-3): 72-89.
- Jayanegara A., Wina E., Soliva CR., Marquardt S., Kreuzer M., Leiber F. Dependence of forage quality and methanogenic potential of tropical plants on their phenolic fractions as determined by principal component analysis. *Animal Feed Science and Technology* 2011; 163(2-4): 231-243.
- Jayanegara A., Wina E., Takahashi J. Meta-analysis on methane mitigating properties of saponin-rich sources in the rumen: influence of addition levels and plant sources. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 2014; 27(10): 1426.
- Kamalak A., Canbolat Ö., Gürbüz Y., Özyay O., Erer M., Özkan ÇÖ. Kondense taninin rumimant hayvanlar üzerindeki etkileri hakkında bir inceleme. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi* 2005a; 8(1): 132-137.
- Kamalak A., Canbolat O., Gurbuz Y., Ozay O., Ozkose, E. Chemical composition and its relationship to in vitro gas production of several tannin containing trees and shrub leaves. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 2005b; 18(2): 203-208.
- Liu K., Zhang Y., Yu Z., Xu Q., Zheng N., Zhao S., Wang J. Ruminant microbiota–host interaction and its effect on nutrient metabolism. *Animal Nutrition* 2021; 7(1): 49-55.
- Lopez S., Makkar HPS., Soliva CR. Screening plants and plant products for methane inhibitors. In “In vitro screening of plant resources for extra nutritional attributes in ruminants: Nuclear and related methodologies”, Ed; Vercoe PE, Makkar HPS, Schlink A, London, New York, USA 2010.
- Maghsoud B., Akbar T., Hossein J., Ali MG. Evaluation of some by-products using in situ and in vitro gas production techniques. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences* 2008; 3(1): 7-12.
- Makkar HPS., Blümmel M., Becker K. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility in in vitro techniques. *British Journal of Nutrition* 1995; 73(6): 897-913.
- Menke KH., Steingass H. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim Res Dev*, 1988; 28, 7-55.
- Menke KH., Raab L., Salewski A., Steingass H., Fritz D., Schneider W. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *The Journal of Agricultural Science* 1979; 93(1): 217-222.
- Min BR., Solaiman, S., Waldrip HM., Parker D., Todd RW., Brauer D. Dietary mitigation of enteric methane emissions from ruminants: A review of plant tannin mitigation options. *Animal Nutrition* 2020; 6(3): 231-246.

- NRC. National Research Council (US). Committee on Nutrient Requirements of Small Ruminants. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids, 2007.
- Olfaz M., Kilic U., Boga M., Abdi AM. Determination of the in vitro gas production and potential feed value of olive, mulberry and sour orange tree leaves. *Open Life Sci.* 2018; 13: 269–278.
- Patra AK., Kamra DN., Agarwal N. Effect of plant extracts on in vitro methanogenesis, enzyme activities and fermentation of feed in rumen liquor of buffalo. *Animal Feed Science and Technology* 2006; 128 (3-4): 276-291.
- Sallama SMA., Abdelgaleilb SAM., Buenoc ICS., Nassera MEA., Araujod RC., Abdallac AL. Effect of some essential oils on in vitro methane emission *Archives of Animal Nutrition* 2011; 65(3): 203–214.
- Sampath KT., Wood CD., Prasad CS. Effect of urea and by-products on the in-vitro fermentation of untreated and urea treated finger millet (*Eleusine coracana*) straw. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 1995; 67(3): 323-328.
- Silanikove N., Nitsan Z., Perevolotsky A. Effect of a daily supplementation of poly (ethylene glycol) on intake and digestion of tannin-containing leaves (*Ceratonia siliqua*) by sheep. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 1994; 42(12): 2844-2847.
- Tavendale MH., Meagher LP., Pacheco D., Walker N., Attwood GT., Sivakumaran S. Methane production from in vitro rumen incubation with *Lotus pedunculatus* and *Medicago sativa*, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. *Anim Feed Sci Technol* 2005; 123-124, 403-419.
- Ulger I., Kamalak A., Kurt O., Kaya E., Guven I. Comparison of the chemical composition and anti-methanogenic potential of Liquidambar orientalis leaves with *Laurus nobilis* and *Eucalyptus globulus* leaves using an in vitro gas production technique. *Ciencia e investigación agraria: revista latinoamericana de ciencias de la agricultura* 2017; 44(1): 75-82.
- Wolin MJ. A theoretical rumen fermentation balance. *J. Dairy Sci* 1960; 43:1452–1459. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(60\)90348-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(60)90348-9).
- Zhang Q., Zhao M., Wang X., Yu Z., Na R. Ensiling alfalfa with whole crop corn improves the silage quality and in vitro digestibility of the silage mixtures. *Grassland Science* 2017; 63(4): 211-217.