

Tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis*) otunun kuzu rasyonlarına ilavesinin fermantasyon ve sindirim dereceleri üzerine etkisi

Effect of field bindweed (*Convolvulus arvensis*) addition on fermentation and digestion level in lamb diets

Yakup BİLAL¹, Bilal SELÇUK², Tuğba BAKIR¹, Hülya AKÇAM¹

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Onikişubat, Kahramanmaraş, Türkiye.

ARTICLE INFO	ÖZET
<p>Article history: Recieved / Geliş: 01.04.2023 Accepted / Kabul: 19.10.2023</p> <p>Anahtar Kelimeler: <i>Convolus arvensis</i> İn vitro Metan Sindirim derecesi</p> <p>Keywords: <i>Convolus arvensis</i> İn vitro Methane Digestion degree</p> <p>✉Corresponding author/Sorumlu yazar: Yakup BİLAL ykpbl1985@gmail.com</p> <p>Makale Uluslararası Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 Lisansı kapsamında yayınlanmaktadır. Bu, orijinal makaleye uygun şekilde atıf yapılması şartıyla, eserin herhangi bir ortam veya formatta kopyalanmasını ve dağıtılmasını sağlar. Ancak, eserler ticari amaçlar için kullanılamaz. © Copyright 2022 by Mustafa Kemal University. Available on-line at https://dergipark.org.tr/pub/mkutbd This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.</p> <p> </p>	<p>ABSTRACT</p> <p>In this study, field bindweed (<i>Convolvulus arvensis</i>) was used as a coarse forage source, replacing alfalfa hay at increasing levels in lamb rations to achieve iso-caloric and iso-nitrogenous conditions with 17% crude protein and 2500 kcal/kg dry matter. The gas production (GP), methane production, methane percentage, true digestible dry matter (TDDM), partitioning factor (PF), microbial protein (MP), microbial protein synthesis efficiency (MPSE), and true digestion degree (TDD) values of the rations were determined using the in vitro gas production technique. The 24-hour gas production values of the rations ranged from 91.4 to 95 ml (500 mg DM). Methane production varied between 12.8 and 15.68 ml. The methane (ml) and methane (%) of the rations were found to be statistically significant (P<0.01). In the study, TDDM, PF, MP, MPSE, and TDD (%) values were found to be in the range of 297.22 mg – 302.63 mg, 3.13 – 3.40, 88.21 mg – 110.17 mg, 29.68% - 35.28%, and 64.72% - 67.31%, respectively. Pearson's correlation analysis of the rations revealed a negative relationship between methane (ml) and methane (%) with PF, MP, MPSE, and TDD values. A positive correlation was found among TDDM, PF, MP, MPSE, and TDD values (P <0.01). The use of field bindweed instead of alfalfa hay reduced methane production by 18.36%. To observe the impact of field bindweed on dry matter intake and live weight gain in ruminant animals, further in vivo studies are required.</p>
<p>Cite/Atıf</p>	<p>Bilal, Y., Selçuk, B., Bakır, T., & Akçam H. (2024). Tarla sarmaşığı (<i>Convolvulus arvensis</i>) otunun kuzu rasyonlarına ilavesinin fermantasyon ve sindirim dereceleri üzerine etkisi. <i>Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi</i>, 29 (1), 47-54. https://doi.org/10.37908/mkutbd.1275092</p>

GİRİŞ

Beslenme alışkanlıkları ve hayvan türlerine göre çiftlik hayvanları farklı sindirim sistemlerine sahiptirler. Sindirim sistemlerindeki bu farklılıklar mide ve bağırsak bölümlerinde kendini göstermektedir. Ruminant hayvanların midelerinin dört kompartımanlı olması ve mono gastrik hayvanların midesinin ise; tek kompartımanlı olması bu farklılıkların en başında yer almaktadır. Buna ek olarak ruminant hayvanlar, insan ve ruminant dışı hayvanlar tarafından kullanılması mümkün olmayan selüloz içerikli besin maddelerini selülotik mikroorganizmalar yardımıyla sindirebilme yeteneğine sahiptirler (Van Soest, 1994). Besin maddelerinin anaerobik fermantasyon sonucu sera gazlarından CO₂ ve H₂ gazları açığa çıkmaktadır. Oluşan CO₂ ve H₂ gazları metanojen bakteriler tarafından metana indirgenmektedir (Klieve & Hegarty, 1999). Besin maddeleri ile alınan enerjinin metan üretiminden dolayı %2 ile %11 arasında enerji kaybına neden olmaktadır (Johnson & Johnson, 1995). Metan gazı ile ortaya çıkan enerjiden geviş getiren hayvanlar faydalanamaz ve ruktus yolu ile gaz yuvarına gönderilmektedir (Kaya ve ark., 2012). Sera gazlarının oluşmasında tarımsal faaliyetler içerisinde ruminant hayvanların payı fazla olduğu bildirilmiştir (Eggleston ve ark., 2006). Atmosfere salınan sera gazları hem ekonomik hem de ekolojik sorunlara yol açtığı bildirilmektedir (IPCC, 2001). Ruminant hayvanlar tarafından oluşan metan gazının miktarı birçok faktörler tarafından etkilenmektedir. Bu faktörler içerisinde hayvanlara verilecek olan yemler önem arz etmektedir. Bu yüzden ruminant hayvanlara verilecek yem maddelerinin metan gazı miktarını azaltacak stratejiler üzerinde durulması gerekmektedir.

Tarla sarmaşığı otu (*Convolvulus arvensis*) daha çok buğday ve ayçiçeğini istila eden çok yıllık yabancı bir otur (Jurado-Exposito ve ark., 2003). Tarımsal ürünlerle ve vejetatif olarak toprak altı anaçları ile çoğalmaktadır. Buna ilaveten tesadüfi gelişen sürgünleri mahsul verimini azaltmakta ve hasat yapılmasını zorlaştırmaktadır (Liebmann ve ark., 2001). Yabancı otları hasat sonrası veya hasattan önce çayır ve meralarda otlayan hayvanların tüketebileceği bildirilmiştir (Schutte & Lauriault, 2015). Ayrıca tarla sarmaşığı otunun yüksek protein içeriği ve ruminantlarda iyi sindirim düzeyinden dolayı umut vaat eden bir kaba yem kaynağı olabileceği belirtilmiştir (Canbolat, 2012). Tarımsal üretimde birçok zarara neden olan yabancı otların ruminantların beslenmesinde kullanımına yönelik ilgi son yıllarda artmıştır.

Bu çalışmada alternatif kaba yem kaynağı olarak düşünülen tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis*) otu kuzu rasyonlarına yonca (*Medicago sativa* L.) kuru otu yerine artan oranlarda izo-kalorik ve izo-nitrojenik olarak ikame edilmiştir. Tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis*) otunun kuzu rasyonlarında, *in vitro* gaz üretimi, metan üretimi, organik madde sindirim derecesi (OMSD), gerçek sindirim derecesi (GSD), mikrobiyal protein (MP) ve mikrobiyal protein sentezleme etkinliği (MPSE) değerlerine ne kadar etki ettiği araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Yem ham maddelerinin toplanılması

Rasyonlarda kullanılan yem ham maddeleri 2022 yılı haziran ayında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar yerleşkesinde doğal olarak yetişen tarla sarmaşığı ve yonca (*Medicago sativa* L.) otları toplanılmıştır. Ayrıca rasyonlar da kullanılan diğer yem ham maddeleri ise Onikişubat ilçesinde bulunan özel bir hayvan çiftliğinden temin edilmiştir. Rasyonlarda kullanılan yem ham maddeleri Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yemler ve Hayvan Besleme laboratuvarına getirilerek 65°C'de etüvde kurutulma işlemine tabii tutulmuştur.

Kimyasal analizler

Rasyonlarda kullanılan yem ham maddeleri 1 mm'lik elekleri olan değirmende öğütülüp kimyasal analizlere hazır hale getirilmiştir. Yemlerin kuru madde (KM) içerikleri 65 °C' de 4 saat kurutma işlemine tabii tutulmuştur. Ham kül (HK) içerikleri ise kül fırınında 550 °C'de yakılarak belirlenmiştir. Ham protein (HP) analizi ise Kjeldahl metodu kullanılarak yapılmıştır (AOAC, 1990). Ham yağ (HY) analizi AOAC (1990)'da belirtilen yöntemle yapılmıştır. Tarla

sarmaşığı ve yonca kuru otunun kondanse tanen içerikleri Makkar ve ark., (1995)'e göre belirlenmiştir. Kimyasal analizler üç tekerrür halinde yapılmıştır.

Yem ham maddelerinden rasyonların hazırlanması

Kimyasal analizleri yapılan yem ham maddeleri laboratuvarında öğütülerek hassas terazide tartılmıştır. Rasyonlar kimyasal içeriklerine göre NRC (2007)'de kuzular için bildirilen değerler baz alınarak hazırlanmıştır. Rasyonların ham protein ve metabolik enerji içerikleri izo-kalorik ve izo-nitrojenik olacak şekilde %17 HP, 2500 kcal/kg KM enerjiye sahip 4 ayrı deneme rasyonu hazırlanmıştır. NRC (2007)'ye göre kuzu rasyonları için hazırlanan 4 farklı rasyonun içerikleri Çizelge 1' de verilmiştir. Rasyon 0 'da yer alan yonca kuru otu yerine artan seviyelerde %0 (Rasyon 1), %10 (Rasyon 2), %20 (Rasyon 3) ve %30 (Rasyon 4) olacak şekilde tarla sarmaşığı (*Convolvulus arvensis*) kuru otu ikame edilmiştir.

Çizelge 1. Rasyonda kullanılan yem ham maddelerinin oranları (gr)

Table 1. Ratios of feed raw materials used in the ration (gr)

YEM HAM MADELERİ	RASYONLAR			
	I(%0)	II(%10)	III(%20)	IV(%30)
ATK	179.83	181.82	183.82	185.82
Tarla Sarmaşığı	0	100	200	300
Yağ	35	35	35	35
Buğday dane	193	164.48	135.96	107.43
Yonca	550	450	350	250
Mısır sapı samanı	16.17	42.70	69.22	95.75
Tuz	10	10	10	10
Kireç taşı	15	15	15	15
Mineral-Vitamin	1	1	1	1
Toplam (gr)	1000	1000	1000	1000
ME (kcal/kg KM)	2500	2500	2500	2500
HP (%)	17	17	17	17

ATK; Ayçiçek tohumu küspesi, ME; Metabolik enerji, HP; Ham protein.

Hayvan materyali

In vitro gaz üretim tekniğinin uygulanması için; Kahramanmaraş ilinde bulunan özel bir kesimhaneden 3 adet ivesi ırkı 55-60 kg canlı ağırlığındaki koyunlardan seçilerek rumen sıvısı alınmıştır.

***In vitro* gaz ve metan ölçümlerin yapılması**

Hazırlanan dört rasyonun gaz ve metan üretiminin belirlenmesinde Menke ve ark., (1979)'ın bildirmiş olduğu *in vitro* gaz üretim tekniği kullanılarak yapılmıştır. Rasyonlar dört tekerrürlü olacak şekilde 100 ml'lik cam şırıngalara (Model Fortuna, Häberle Labortechnik, Lonsee- Ettlenschie β , Germany) 0.5 g örnek ile 40 ml tamponlu rumen sıvısı (1:2), 24 saatlik inkübasyon için 39 °C' ye ayarlanmış su banyosunda bekletilerek fermantasyona tabi tutulmuştur. Fermantasyon sonucu cam şırıngalarda oluşan gazlardaki metan oranı kızılötesi metan cihazı ile ölçülmüştür (Sensor Europe GmbH, Erkrath, Germany) (Goel ve ark., 2008). Metan (ml) miktarları aşağıda bildirilen formülle hesaplanmıştır.

$$CH_4 \text{ üretimi (ml)} = \text{Toplam gaz üretimi (ml)} * CH_4 (\%)$$

Eq.(1)

Gerçek sindirim derecesinin belirlenmesi

Fermantasyon sonucu oluşan gazların ölçümlerinden sonra cam şiringalarda fermente olmuş substratlar cam behere koyularak üzerine 70 ml NDF çözeltisi eklenip 1 saat süre ile kaynatılmıştır. Kaynatma işleminden sonra numuneler gooch por 1 krozelerinden süzme işlemine tabii tutularak işlem bitirilmiştir (Blümmel ve ark., 1997). Cam krozelerde süzme işlemi bittikten sonra içerisinde kalan yem örnekleri ile birlikte 75 °C' de etüvde 2 saat bekletilmiştir. Etüvden alınan cam krozeler desikatörde soğutulmaya alınmıştır ve daha sonra hassas terazide tartılmıştır. Aşağıda bildirilen formülde yerine koyularak rasyonların gerçek sindirim derecesi ve mikrobiyal protein değerleri hesaplanmıştır (Blümmel ve ark., 1997; Vercoe ve ark., 2010).

$$GSKM (\%): (\text{İnkübe olan substrat miktar} - \text{Süzme işleminden kalan substrat miktar}) * 100 \quad \text{Eq.(2)}$$

$$PF = (GSKM / GÜ) \quad \text{Eq.(3)}$$

$$MP (mg) = (GSKM - (2.2 * GÜ)) \quad \text{Eq.(4)}$$

$$MPSE = ((GSKM - (2.2 * GÜ))/GSKM) * 100 \quad \text{Eq.(5)}$$

$$GSD (\%) = (GSKM / \text{İnkübe olan substrat miktar}) * 100 \quad \text{Eq.(6)}$$

Yem ham maddelerinin metabolik enerji değerleri ve organik madde sindirim derecelerinin belirlenmesi

Yem ham maddelerinin metabolik enerji içerikleri (MJ/kg KM) ve organik madde sindirim dereceleri (OMSD) Menke ve Steingass (1988)' in bildirmiş olduğu formülle hesaplanmıştır.

$$ME (MJ/kg KM) = 1.68 + 0.1418 * GÜ + 0.073 * HP + 0.217 * HY - 0.028 * HK \quad \text{Eq.(7)}$$

$$OMSD (\%) = 14.88 + 0.8893 * GÜ + 0.448 * HP + 0.651 * HK \quad \text{Eq.(8)}$$

Bu eşitliklerde;

KM: Kuru madde (%)

GÜ: Yirmi dört saat sonucundaki gaz üretimi (ml/200 mg)

HP: Ham protein (%)

HY: Ham yağ (%)

HK: Ham kül (%)

OMSD: Organik madde sindirim derecesi (%)

ME:(MJ/kg KM): Metabolik enerji

Rasyonları oluşturan yem ham maddelerinin kimyasal kompozisyonları, organik madde sindirim dereceleri ve metabolik enerji değerleri Çizelge 2' te verilmiştir.

Çizelge 2. Rasyonu oluşturan yem ham maddelerinin kimyasal kompozisyonları

Table 2. Chemical compositions of feed raw materials that make up the ration

Yem Örnekleri	KM (%)	HK (%)	HP (%)	HY (%)	KT (%)	GÜ (ml)	OMSD (%)	ME J kg
ATK	92.44	6.63	36.11	1.33	-	40.05	70,98	10.33
Tarla sarmaşığı	91.93	7.56	15.42	6.53	0.93	60.18	80,22	12.54
Yonca	94.41	8.39	13.42	1.44	0.83	47.70	68,77	9.50
Buğday Dane	90.60	1.46	11.90	1.59	-	59.14	73,75	11.36
Mısır Sapı Samanı	94.37	5.90	3.64	2.20	-	43.01	58,60	8.36

KM: Kuru madde, HK: Ham kül, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, KT: Kondanse tanen, ME: Metabolik enerji, GÜ: Gaz üretimi (200 mg KM), OMSD: Organik madde sindirim derecesi. ME: Metabolik enerji

Elde edilen verilerin istatistik analizi (SPSS 2011) 23.0 paket programında tek yönlü varyans (ANOVA) analizi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Grupların ortalamaları arasındaki farklar ise Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir (Duncan, 1955).

BULGULAR ve TARTIŞMA

Ruminantlarda rasyon kullanımı hayvanların yemlerden mümkün oldukça en iyi şekilde faydalanmasına olanak sağlar. Rasyon ile yemler kantitatif olarak karıştırılarak yemlerin ayrılması ve seçilmesi engellenir ve böylece yemler tek bir besin maddesi haline gelir (Boğa ve ark., 2022).

Rasyonların fermantasyon ve sindirim derecesi parametreleri

Rasyonların gaz ve metan üretimleri, gerçek sindirim derecesi (GSD), gerçek sindirilebilir kuru madde (GSKM), partitioning faktör (PF), mikrobiyal protein (MP) ve mikrobiyal protein sentezleme etkinliği (MPSE) değerleri Çizelge 3’de verilmiştir ($P < 0.001$).

Çizelge 3. Rasyonların *in vitro* gaz üretimi, metan üretimi, sindirim derecesine ve mikrobiyal protein üretimi

Table 3. *In vitro* gas production, methane production, digestion degree and microbial protein production of diets

Rasyonlar	I	II	III	IV	SEM	Sig.
Gaz (ml)	95.00	91.76	93.92	91.40	1.587	0.148
Metan (ml)	15.68a	14.60b	12.99c	12.80c	0.170	0.000
Metan (%)	16.51a	15.91b	13.83c	14.00c	0.170	0.000
GSKM (mg)	297.22	312.06	308.20	302.63	7.365	0.275
PF	3.13b	3.40a	3.28ab	3.30ab	0.855	0.071
MP (mg)	88.21b	110.17a	101.57ab	101.53ab	7.38	0.094
MPSE (%)	29.68b	35.28a	32.95ab	33.44ab	1.724	0.063
GSD (%)	64.72	67.31	66.80	65.46	1.601	0.401

a,b,c Aynı satırda yer alan farklı simgeye sahip ortalamalar birbirinden farklıdır. SEM = Standart error mean. Sig.: Önem seviyesi, GSD: Gerçek sindirim değeri, GSKM: Gerçek sindirilebilir kuru madde, PF: Partitioning factor, MP: Mikrobiyal protein üretimi, MPSE: Mikrobiyal protein sentezleme etkinliği.

Kuzu rasyonlarına artan seviyelerde yonca kuru otu yerine tarla sarmaşığı otunun ikame edilmesiyle CH_4 (ml), CH_4 (%), PF, MP (mg) ve MPSE (%) değerlerini istatistiksel olarak önemli seviyede etkilemiştir ($P < 0.005$). Rasyonların pearson’s korelasyon analizi Çizelge 4’ te verilmiştir.

Çizelge 4’ de görüldüğü gibi GSKM miktarı ile GÜ, metan (ml) ve metan (%) arasında negatif ilişki olduğu görülmektedir. GSKM miktarı arttıkça GÜ, metan (ml) ve metan (%) değerleri azalmıştır. Metan (ml) ve metan (%) ile PF, MP, MPSE ve GSD arasında negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Metan (ml) ve metan (%) miktarları düştükçe GSKM, PF, MP, MPSE ve GSD miktarları yükselmektedir. Rasyonlarda GSKM, PF, MP, MPSE ve GSD değerleri arasında ise pozitif bir ilişki bulunmuştur ($P < 0.01$).

Tarla sarmaşığı otunun artan seviyelerde kuzu rasyonlarına ilavesiyle gaz üretim miktarlarında azalma görülmüştür. En yüksek gaz üretim değerine rasyon I’ de görülürken, en düşük değere rasyon 4’ te görülmektedir. Gaz üretim değerleri 91.40 ml ile 95.00 ml arasında değişmiştir. Fermantasyon sonucu açığa çıkan gaz miktarı fermente olabilen karbonhidrat miktarı ile ilişkilidir (Sampath ve ark., 1995). Fermente olan karbonhidrat miktarı arttıkça gaz üretim miktarı da artmaktadır. Fermantasyon sonucu oluşan uçucu yağ asitleri tampon çözelti ile tepkimeye girerek indirekt gaz oluşmasına sebep olmaktadır (Wolin,1960). Yemler seçilirken sadece gaz üretimlerine göre değil, fermantasyon sonucunda fermente olan kısımlarının da değerlendirilmesi gerektiği bildirilmiştir (Özkan ve ark., 2020).

Çizelge 4. Rasyonların fermantasyon ve sindirim değerleri arasındaki Pearson korelasyonu

Table 4. Pearson correlation between fermentation and digestion values of diets

	GÜ	Metan (ml)	Metan (%)	GSKM (mg)	PF	MP (mg)	MPSE (%)
Metan (ml)	0,426						
Metan (%)	0.155	0.960**					
GSKM (mg)	-0.083	-0.162	-0.140				
PF	-0.642*	-0.358	-0.184	0.817 **			
MP (mg)	-0.516	-0.329	-0.189	0.896**	0.988**		
MPSE (%)	-0.656*	-0.382	-0.205	0.806**	0.999**	0.985**	
GSD (%)	0.15	-0.116	-0.119	0.987**	0.750**	0.842**	0.738**

*Korelasyon önem seviyesi * 0.05 ** 0.01. GÜ: Gaz üretimi 500 mg KM. CH₄ (ml) ve CH₄ (%): Rasyonların metan üretim miktarı. GSKM: Gerçek sindirilebilir kuru madde. PF: Partitioning faktör. MP: Mikrobiyal protein. MPSE: Mikrobiyal protein sentezleme etkinliği. GSD: Gerçek sindirim derecesi

Rasyonlara artan seviyelerde tarla sarmaşığı otunun ilave edilmesi ile fermantasyon sonucu metan üretimlerinde azalma görülmüştür. En yüksek değer rasyon I' de 15.68 ml görülürken en düşük değer rasyon 4' te 12.80 ml görülmektedir. Tarla sarmaşığı otu rasyonlarının fermantasyon sonucu açığa çıkan metan üretim miktarında rasyon I' e kıyasla rasyon IV' ün % 18.36 düşürdüğü görülmüştür. Ruminant hayvanlarda metan üretimi sindirilebilir enerjinin %2-12'si arasında enerji kaybına neden olduğu bildirilmiştir (Johnson & Johnson 1995). Rasyonlarda metan üretiminin düşmesiyle sindirilebilir enerjiden kaynaklı enerji kaybında azalma olduğu söylenebilir. Lopez et al., (2010) yapmış olduğu çalışmada yemlerin metan üretim potansiyelleri değerlendirirken, %11-14 arasında düşük anti-metanojenik, %6-11 arasında orta anti-metanojenik ve %0-6 arasında yüksek anti-metanojenik potansiyele sahip olduğunu belirtmişlerdir. Tarla sarmaşığı otunun kuzu rasyonlarına ilavesi ile metan üretim potansiyelleri bakımından rasyon III ve rasyon IV' ün düşük anti-metanojenik sınıflandırmaya girdiği görülmüştür. Yapılan bir çalışmada yemlerin PF değerlerinin mikrobiyal protein sentezleme etkinliğini belirleyen önemli bir unsur olduğu ve PF değerlerinin 2.75- 4.41 arasında olması gerektiği bildirilmiştir. Ayrıca yemlerde PF değerlerinin yükselmesi ile birlikte mikrobiyal protein sentezleme etkinliğinin de artacağı bildirilmiştir (Blümmel & Lezbien, 2001). Rasyonların PF değerleri 3.13 ile 3.40 arasında olduğu görülmüştür. En yüksek PF değeri rasyon II'de görülürken, en düşük değer rasyon I' de olduğu tespit edilmiştir. Araştırmadaki rasyonların PF değerleri hayvan besleme uzmanlarının istediği değerler arasında bulunmuştur. Rasyonlarda MP (mg) değerleri değişkenlik göstermiştir. En yüksek MP değeri rasyon II'de 110.17 mg olduğu gözlenirken, en düşük MP değerinin rasyon I' de 88.21 mg olarak belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada ruminant hayvanlarda mikrobiyal protein sindirim derecesi %74 ile % 90 arasında değiştiği bildirilmiştir (Russel & Rychlik, 2001). Rasyonlarda mikrobiyal protein üretiminin artmasıyla mikrobiyal protein sindirim derecesinin de artabileceği söylenebilir. Rasyonlarda MPSE (%) değerleri %29.68 ile %35.28 arasında değişmektedir. MPSE değerini belirleyen en önemli faktörlerin PF ve gaz üretim miktarı olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Blümmel ve ark., 2005; Blümmel & Lezbien, 2001). En yüksek MPSE (%) değeri rasyon II' de olduğu ve en düşük değer ise rasyon I' de olduğu tespit edilmiştir. PF değeri artarken gaz üretim miktarının düşmesi mikrobiyal protein üretiminin artmasına ve dolayısıyla MPSE'nin de artmasına neden olmaktadır (Blümmel & Lezbien, 2001; Blümmel ve ark., 2005).

Sonuç olarak, araştırmadaki in vitro bulgular tarla sarmaşığı kuru otunun artan seviyelerde yonca kuru otu yerine kuzu rasyonlarına ikame edilmesiyle düşük anti-metanojenik etkisinin olduğu görülmüştür. Rasyonlar da PF, MP ve MPSE' yi de arttırdığı tespit edilmiştir. Çayır ve meralar alternatif yem kaynakları açısından değerli kaba yem bitkileri

içermesi nedeniyle tarla sarmaşığı otunun ruminant hayvanlar için otlatmanın yanı sıra rasyonlara katılmasıyla da olumlu etkiler gösterebileceği düşünülmektedir. Ayrıca rasyonlarda kullanılan yem ham maddelerinin besin madde içerikleri ve metabolik enerji değerleri ticari rasyonların tasarlanmasında ve optimizasyonunda kullanılabileceği düşünülmektedir. Yapılan çalışmada in vitro analizler ile elde edilen bulguların in vivo çalışmalar ile desteklenmesine ihtiyaç vardır.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

ETİK ONAY BEYANI

Bu makalede insan veya hayvan deneklerle herhangi bir çalışma bulunmaması nedeniyle etik onaya gerek duyulmamaktadır.

KAYNAKLAR

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1990). *Official Method of Analysis*. 15th. ed. Washington DC. USA, 66-88.
- Blümmel, M., & Lebzien, P. (2001). Predicting ruminal microbial efficiencies of dairy rations by *in vitro* techniques. *Live Production Science*, 68 (2-3), 107-117. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(00\)00241-4](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00241-4)
- Blümmel, M., Cone, J.W., Van Gelder, A.H., Nshalai, I., Umunna, N.N., Makkar, H.P.S., & Becker, K. (2005). 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*, 123, 517-526. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.04.040>
- Blümmel, M., Makkar, H.P.S., 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, and the dry matter intake and in vitro digestibility of African roughages in relation to ruminant liveweight gain. *Animal Feed Science and Technology*, 69 (1-3), 131-141. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(97\)81628-8](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(97)81628-8)
- Boğa, M., Avcı, B.C., & Kılıç, H.N. (2022). 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*, 10 (6), 1095-1101.
- Canbolat, Ö. (2012). Potential nutritive value of field binweed (*Convolvulus arvensis L.*) hay harvested at three different maturity stages. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 331-335.
- Duncan, D.B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11 (1), 1-42. <https://doi.org/10.2307/3001478>
- IPCC. (2001). Climate change, Intergovernment Panel on Climate Change 2001. The Scientific Basis. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Goel, G., Makkar, H.P.S., & Becker, K. (2008). Effect of *Sesbania sesban* and *Carduus pycnocephalus* leaves and Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum L.*) seeds and their extract on partitioning of nutrients from roughage- and concentrate-based feeds to methane. *Animal Feed Science and Technology*, 147 (1-3), 72-89. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.09.010>
- Johnson, K.A., & Johnson, D.E. (1995). Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, 73 (8), 2483-2492. <https://doi.org/10.2527/1995.7382483x>

- Jurado-Expósito, M., López-Granados, F., Atenciano, S., Garcia-Torres, L., & González-Andújar, J.L. (2003). Discrimination of weed seedlings, wheat (*Triticum aestivum*) stubble and sunflower (*Helianthus annuus*) by near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS). *Crop Protection*, 22 (10), 1177-1180. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(03\)00159-5](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(03)00159-5)
- Klieve, A.V., & Hegarty, R.S. (1999). Opportunities of biological control of ruminant methanogenesis. *Australian Journal Agricultural Research*, 50, 1315-1319.
- Liebman, M., Mohler, C.L., & Staver, C.P. (2001). *Ecological Management of Agricultural Weeds*. Cambridge University Press.
- López, S., Makkar, H.P., & Soliva, C.R. (2010). 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 (pp. 191-231). Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-90-481-3297-3_10
- Makkar, H.P.S., Blummel, M., & Becker, K. (1995). Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and their implication in gas production and true digestibility in *in vitro* techniques. *British Journal of Nutrition*, 73 (6), 897-913. <https://doi.org/10.1079/BJN19950095>
- Menke, K.H., & Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28, 7-55.
- Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., & Schneider, W. (1979). The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *The Journal of Agricultural Science*, 93 (1), 217-222. <https://doi.org/10.1017/S0021859600086305>
- NRC. (2007). *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids* National Academy of Science.
- Özkan, Ç.Ö., Cengiz, T., Yanık, M., Evlice, S., Selçuk, B., Ceren, B., & Kamalak, A. (2020). Ruminant hayvan beslemede kullanılan bazı kaba ve kesif yemlerin *in vitro* gaz üretiminin, metan üretiminin, sindirim derecesinin ve mikrobiyal protein üretiminin belirlenmesi. *Black Sea Journal of Agriculture*, 3 (1), 56-60.
- Russell, J.B., & Rychlik, J.L. (2001). Factors that alter rumen microbial ecology. *Science*, 292 (5519), 1119-1122. <https://doi.org/10.1126/science.1058830>
- Sampath, K.T., Wood, C.D., & Prasad, C.S. (1995). 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*, 67 (3), 323-328. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740670308>
- Schutte, B.J., & Lauriault, L. (2015). Nutritive value of field bindweed (*Convolvulus arvensis*) roots as a potential livestock feed and the effect of *Aceria malherbae* on root components. *Weed Technology*, 29 (2), 329-334. <https://doi.org/10.1614/WT-D-14-00112.1>
- SPSS. (2011). *IBM SPSS statistics for Windows, version 20.0*. New York: IBM Corp 440.
- Van Soest, P.J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press.
- Vercoe, P.E., Makkar, H.P.S., Schlink, A., (Eds). (2010). *In vitro* screening of plant resources for extra nutritional attributes in ruminants: Nuclear and related methodologies. Springer, London, New York. pp. 191-231. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-3297-3>
- Wolin, M.J. (1960). A theoretical rumen fermentation balance. *Journal of Dairy Science*, 43 (10), 1452-1459. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(60\)90348-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(60)90348-9)