

1 **Bazı Baklagil Kaba Yemlerinin *In Vitro* Gaz Üretimi, Metabolik Enerji,**
2 **Organik Madde Sindirimi ve Mikrobiyal Protein Üretimlerinin**
3 **Karşılaştırılması**

4
5 **Önder CANBOLAT^{1*}, Hüseyin KARA¹, İsmail FİLYA¹**

6
7 ¹Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Bursa, Türkiye

8 *e-mail: canbolat@uludag.edu.tr; tel: 0224 294 15 58

9
10 **Özet:** Bu çalışmada, yonca (*Medicago sativa* L.), adi fiğ (*Vicia sativa* L.), bezelye
11 (*Vicia narbonensis* L.), gazal boynuzu (*Lotus corniculatus* L.) ve kolza (*Brassica napus* L.)
12 gibi baklagil kuru otlarının kimyasal bileşimleri, *in vitro* gaz üretimleri, metabolik enerji
13 (ME), sindirilebilir organik maddeleri (SOM) ve mikrobiyal protein üretimleri (MPÜ)
14 karşılaştırılmıştır. Gaz ölçümleri 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96 saat aralıklarla saptanmıştır.

15 Baklagil kuru otlarının kimyasal bileşimleri arasında önemli farklılıklar saptanmıştır
16 (P<0.05). Baklagil danelerinin kimyasal bileşimlerindeki değişiklik ham protein için %16.82-
17 3920.79; ham yağ için %3.46-5.16; ham kül için %5.74-8.37; nötr deterjan lif (NDF) için
18 %36.05-46.00; asit deterjan lif (ADF) için %26.60-37.79 ve asit deterjan lignin (ADL) için
19 %7.41-13.23 olarak saptanmıştır. Besin maddeleri bileşimi ile gaz üretimi arasındaki
20 farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.05). Toplam gaz üretimi 68.37-75.40 ml/200 mg KM,
21 sindirilebilir organik madde (SOM) %71.77-78.29, metabolik enerji (ME) 10.68-11.22 MJ/kg
22 KM ve mikrobiyal protein üretimi (MPÜ) ise 110.89-124.31 g/kg KM arasında değişmiştir.
23 Kolza otunun toplam gaz üretimi, SOM, ME ve MPÜ içeriği diğer baklagil otlarından önemli
24 düzeyde düşük bulunmuştur (P<0.05).

25
26 **Anahtar kelimeler:** Baklagil otları, gaz üretimi, sindirilebilirlik, metabolize enerji,
27 mikrobiyal protein üretimi

28 **Comparison of *In vitro* Gas Production, Metabolizable Energy, Organic Matter**
29 **Digestibility and Microbial Protein Production of Some Legume Hays**

30
31 **Abstract:** The aim of this study was to compare the chemical composition, *in vitro*
32 gas production, metabolizable energy (ME), organic matter digestibility (OMD) and microbial
33 protein (MP) production of the legume hays from alfalfa (*Medicago sativa* L.), common vetch
34 (*Vicia sativa* L.), pea (*Pisum sativum* L.), birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) *canola*
35 (*Brassica napus* L.). Gas production were determined at 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 and 96 h.

36 There were significant differences among legume hays in terms of chemical
37 composition ($P<0.05$). The crude protein content of legume hays ranged from 16.82 to
38 20.79%; ether extract from 3.46 to 5.16%; crude ash 5.74 to 8.37%; neutral detergent fiber
39 (NDF) from 36.05 to 46.00%; acid detergent fiber (ADF) from 26.60 to 37.79% and acid
40 detergent lignin (ADL) 7.41-13.23%. Chemical composition had a significant effect on the
41 gas production kinetics ($P<0.05$). Total gas production ranged from 68.37 to 75.40 ml/200 mg
42 DM, organic matter digestibility (OMD) from 71.77 to 78.29%, ME from 10.68 to 11.22
43 MJ/kg DM and microbial protein (MP) production from 110.89 to 124.31 g/kg DM. The total
44 gas production, OMD, ME and MP of *canola* hay was significantly lower than the other
45 legume hays ($P<0.05$).

46
47 **Key Words:** Legume hay, gas production, digestibility, metabolizable energy, microbial
48 protein

52 **Giriş**

53 Baklagil kaba yemleri tüm dünyada önemli yem kaynaklarından olup, yaygın olarak
54 ruminant ve diğer hayvanların beslenmesinde kullanılmaktadır. Söz konusu yemler başta
55 protein olmak üzere mineral ve vitaminler bakımından diğer kaba yemlerden daha
56 zengindirler (Ensminger ve ark. 1990). Baklagil kaba yemlerinin besleme değerleri genetik
57 yapı başta olmak üzere iklim, toprak yapısı, sulama vb. çevre faktörlerinden etkilenmektedir.
58 Yemlerin besleme değerini bu faktörlerden en fazla etkileyen ise genetik özellikleridir.
59 Genellikle genotipler arasında yem kalite özellikleri bakımından farklılıklar bulunmaktadır
60 (Açıkgöz, 2001).

61 Yemler arasında görülen farklılıkların ortaya konmasında, yemlerin kimyasal
62 bileşimleri ile enerji ve sindirilebilir besin maddelerinin saptanması önem taşımaktadır.
63 Ayrıca yem ham maddelerinin rumende sindirimi sonucunda, yüksek düzeyde mikrobiyal
64 proteine (biyokitleye) dönüşmesi de istenmektedir (Beever, 1993; Leng, 1993; Van Soest,
65 1994). Yemlerin bileşiminde yer alan protein ve karbonhidratların mikrobiyal protein verimini
66 etkilediği saptanmıştır (Brown ve Pittman, 1991; Clark ve ark. 1992; Sinclair ve ark. 1995).
67 Mikrobiyal protein üretimi karbonhidrat, protein tüketimi ile kaynakları (Clark ve ark. 1992)
68 ve rumende parçalanma hızları (Karslı ve Russell, 2002) gibi faktörler tarafından etkilendiği
69 bildirilmektedir.

70 Yemlerin kimyasal yapısı rumende sentezlenen mikrobiyal N düzeyini etkilediği ve
71 rumende fermente edilen her kg organik maddenin 14–60 g N/kg düzeyinde mikrobiyal N
72 sentezlediği bildirilmektedir (ARC, 1984). Ayrıca Alman yem değerlendirme sisteminde de
73 rumende fermente edilen 1000 g organik maddenin 150 g mikrobiyal protein ürettiğini var
74 sayılmaktadır (Cone ve Van Gelder, 1999). Demeyer ve Van Novel, (1986) mikrobiyal
75 büyüme etkinliğinin yemlerin kimyasal ve fiziksel özellikleri ile yem tüketimine bağlı

76 olduğunu bildirmişlerdir. Söz konusu araştırmacıların çalışmaları sonucunda düşük kaliteli kaba
77 yemlerle beslemede mikrobiyal verim etkinliğinin düşük, yüksek parçalanabilirliğe sahip
78 (nişasta) yemlerle beslemede ise bu etkinliğin yüksek olduğunu saptamışlardır.

79 Bu çalışmanın amacı, ruminant beslemede çok kullanılan bazı kaba yemlerin *in vitro*
80 gaz üretim tekniği ile gaz üretim değerleri ve bu değerler kullanılarak hesaplanan metabolik
81 enerji, organik madde sindirimi ile mikrobiyal protein üretimi gibi bazı parametrelerin
82 karşılaştırmayı amaçlamıştır.

83

84 **Materyal ve Yöntem**

85 ***Yem materyali***

86 Araştırmanın yem materyalini ruminant beslemede yaygın olarak kullanılan ve Bursa
87 ilinde yetiştirilen yonca kuru otu (YKO), fiğ kuru otu (FKO), bezelye kuru otu (BKO), gazal
88 boynuzu kuru otu (GBKO) ve kolza kuru otu (KKO) oluşturmuştur.

89

90 ***Hayvan materyali***

91 *In vitro* gaz üretim tekniğinin uygulanması amacıyla 3 baş Holstain ırkı erkek tosun
92 kullanılmıştır. Rumen sıvısı sonda yardımıyla alınmıştır. Rumen sıvısı alınan hayvanlar mısır
93 silajı ve yoğun yem karması (%18 ham protein, 2850 kcal/kg KM) temeline dayanan rasyonla
94 yemlenmişlerdir. Rasyonlarda kaba ve yoğun yem oranı kuru madde temeline göre 50/50
95 olacak şekilde düzenlenmiştir.

96

97 ***Kimyasal analizler***

98 Yemler 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülerek analizlerde kullanılmıştır.
99 Denemede yemlerin analizleri her biri yem grubu için 4 tekerrür olarak yapılmıştır. Yemlerin

100 kuru madde (KM) içerikleri 105°C'de 4 saat etüvde kurutularak, ham kül içeriği ise 550°C'de
101 4 saat kül fırınında yakılarak saptanmıştır. Azot (N) içeriğinin saptanmasında Kjeldahl
102 metodundan yararlanılmıştır. Ham protein ise Nx6.25 formülü ile hesaplanmıştır AOAC
103 (1990). Ham yağ analizi de AOAC (1990) da bildirilen yöntemle göre yapılmıştır. Yemlerin
104 hücre duvarı bileşenlerini oluşturan nötr deterjan lif (NDF), asit deterjan lif (ADF) ve asit
105 deterjan lignin (ADL) içerikleri ise Van Soest ve Robertson (1985) tarafından bildirilen
106 yöntemlere göre ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY,
107 USA) cihazı kullanılarak analiz edilmiştir.

108

109 ***İn vitro gaz üretim özellikleri***

110 Yonca silajlarının *in vitro* koşullarda sindirilebilirlik ve ME düzeyinin saptanmasında
111 Menke ve Steingass (1988) tarafından bildirilen *in vitro* gaz üretim tekniği kullanılmıştır.
112 Silajların *in vitro* gaz üretim miktarları ile ME ve SOM'lerinin saptanmasında 100 ml hacimli
113 özel cam tüplere (Model Fortuna, Häberle Labortechnik, Lonsee-Ettlenschieß, Germany) 4
114 paralel olarak, yaklaşık 200±10 mg, silaj konmuştur. Daha sonra üzerine Menke ve ark.
115 (1979) tarafından bildirilen yöntemle göre hazırlanan rumen sıvısı/tampon çözeltisinden 30 ml
116 ilave edilmiştir. Bu işlemden sonra tüpler 39°C'deki çalkalamalı su banyosunda inkübasyona
117 alınmışlar ve sırasıyla 24 ve 96. saatlerde fermentasyonla oluşan gaz miktarları saptanmıştır.

118 Silajların ME ve SOM'leri Menke ve Steingass (1988) tarafından bildirilen eşitliklerle
119 saptanmıştır.

$$120 \text{ SOM, \%} = 15.38 + 0.8453 \times G\ddot{U} + 0.0595 \times HP + 0.0675 \times HK$$

$$121 \text{ ME, MJ/kg KM} = 2.20 + 0.1357 \times G\ddot{U} + 0.0057 \times HP + 0.0002859 \times HY^2$$

$$122 \text{ NEL (MJ/kg KM)} = 0.096 \times G\ddot{U} + 0.0038 \times HP + 0.000173 \times HY^2 + 0.54$$

123 (SOM: sindirilebilir organik madde, ME: metabolik enerji, net enerji laktasyon (NEL);
124 GÜ: 24 saatlik fermantasyon sonucu açığa çıkan gaz miktarı (ml); HP: ham protein içeriği
125 (g/kg KM); HY: ham yağ içeriği (g/kg KM); HK: ham kül içeriği (g/kg KM)

126

127 ***İn vitro gerçek sindirilebilir organik madde (GSOM) ve mikrobiyal protein***
128 ***üretiminin (MPÜ) saptanması***

129 Baklagil otlarının rumen bakterileri kaynaklı protein biyokütlesinin gelişmesi üzerine
130 etkileri Blümmel ve ark. (1997) tarafından bildirilen formül kullanılarak, Makkar ve ark.
131 (1995), Makkar ve ark. (1997) tarafından bildirilen yöntemlere göre saptanmıştır. Bu amaçla,
132 *in vitro* gaz üretim tekniğinde kullanılan cam şırıngaların içerisine yem örneklerinden
133 yaklaşık 500 mg (KM'de) tartılmış (a) ve üzerine 40 ml rumen sıvısı: yapay tükürük çözeltisi
134 karışımı aktarıldıktan sonra şırıngalar 24 saat süreli bir inkübasyona bırakılmıştır.

135 İnkübasyon süresinin sonunda şırınganın içeriği, darası alınmış 70 ml'lik santrifüj
136 tüplerine (b) ayrı ayrı aktarılıp +4°C sıcaklıkta 14.000 devir/dak.'da 30 dak. süre ile santrifüj
137 edilmiştir. Tüplerin içerisinde kalan sıvı kısım tamamen atılmıştır. Daha sonra cam şırıngalar
138 bir dispenser (Brand Dispensette, Germany) yardımıyla 60 ml NaCl çözeltisi (4 g NaCl/lit) ile
139 yıkanıp içeriği santrifüj tüplerine aktarılmıştır. Santrifüj tüplerinin diplerinde kalan kalıntının
140 sıvı kısım ile karışabilmesi için tüpler elde iyice çalkalandıktan sonra tekrar +4°C'de 30
141 dak.'lık santrifüj işlemi gerçekleştirilmiş ve üstte kalan sıvı kısım pipetle alınarak dışarı
142 atılmıştır. Santrifüj tüpleri içerisindeki kalıntı, etüvde 105°C'de sıcaklıkta kurumaya
143 bırakılmış ve daha sonra içerisinde kurumuş kalıntı bulunan tüplerin ağırlıkları saptanmıştır
144 (c). Bunu izleyen aşamada santrifüj tüpleri içerisindeki kuru kalıntı 600 ml'lik erlenlere
145 aktararak üzerine 70 ml NDF çözeltisi ilave edilmiş ve 1 saat kaynatılmıştır. Son olarak
146 erlenler içerisindeki kalıntı, darası alınmış Gooch (por: 1) krozelerinden süzülerek (d)

147 kurutulmuş ve kalıntı ağırlığı saptanmıştır (Van Soest ve Robertson, 1985). Daha sonra
148 krozeler 1 gece boyunca etüvde 105°C’de kurutulduktan sonra ağırlıkları saptanmıştır (e). Son
149 olarak içinde NDF kalıntısı bulunan ağırlığı saptanmış krozeler 550°C’ye ayarlı kül fırınında
150 3.5 saat süre tutularak yakılmış ve oda sıcaklığına soğutulduktan sonra ağırlıkları saptanmıştır
151 (f).

152 Bu işlemlerin sonunda aşağıdaki eşitlikler yardımıyla (kör inkübasyonlar sonucu elde
153 edilen kalıntı ağırlığına göre düzeltilerek) yem örneklerinin GOMS ve MPÜ saptanmıştır.
154 Gerçek organik madde sindirilebilirlikleri hesaplanırken cam şırınganın içine tartılmış olan
155 örnek miktarı OM’ye göre düzeltilmiştir.

$$156 \quad \text{GSOM (\%)} = (a - (e - f)) / a \times 100$$

$$157 \quad \text{MPÜ (mg)} = (c - b) - (e - f)$$

158 a: Örnek miktarı (mg KM), b: Boş santrifüj tüpü ağırlığı (g), c: Kurutulmuş kalıntı
159 içeren santrifüj tüpü ağırlığı (g), d: Boş cam kroze ağırlığı (g), e: NDF kalıntısı içeren
160 kurutulmuş cam kroze ağırlığı (g), f: NDF külü içeren cam kroze ağırlığı (g).

161

162 ***İstatistik analizler***

163 Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesinde ortalamalar
164 arasındaki farklılıkların saptanmasında varyans analizi (General Linear Model) (Statistica,
165 1993), görülen farklılıkların önem seviyelerinin belirlenmesinde ise Duncan çoklu
166 karşılaştırma testinden yararlanılmıştır (Snedecor ve Cochran, 1976).

167

168

169

170

171 **Araştırma Sonuçları ve Tartışma**

172 ***Kimyasal kompozisyon***

173 Denemede kullanılan yem ham maddelerinin besin maddeleri incelenmiş ve Çizelge
174 1'de verilmiştir.

175 Çizelge incelendiğinde yemlerin kimyasal bileşimleri arasında farklılıklar
176 saptanmıştır ($P<0.05$). Baklagil kaba yemlerinin en önemli besin unsurlarından ham protein
177 içerikleri %16.82 ile 20.79 arasında değişmiştir. En yüksek ham protein %20.79 ile fiğ kuru
178 otunda, en düşük ise %16.82 ile kolza kuru otunda saptanmış olup bunları sırasıyla gazal
179 boynuzu, yonca ve bezelye kuru otları izlemiştir. Baklagil kuru otlarının ham protein bileşimi
180 Ensminger ve ark. (1990) ile Filya ve ark. (2002)'nin bildirdikleri sınırlar içerisinde
181 bulunmuştur. Kolza kuru otu Canbolat (2013), yonca ve gazal boynuzu otları da Canbolat ve
182 Karaman (2009)'in bulguları ile benzer saptanmıştır.

183

184 **Çizelge 1.** Yem ham maddelerinin kimyasal bileşimleri, (%), (n=4)

Bileşim	Yemler					SS*	P**
	YKO	FKO	BKO	GBKO	KKO		
Organik maddeler	94.12 ^{ab}	91.63 ^d	94.26 ^a	93.11 ^c	93.78 ^b	0.133	0.000
Ham protein	18.25 ^{bc}	20.79 ^a	17.84 ^c	18.56 ^b	16.82 ^d	0.117	0.000
Ham yağ	4.63 ^b	3.46 ^c	3.79 ^d	4.22 ^c	5.16 ^a	0.078	0.000
Ham kül	5.88 ^c	8.37 ^a	5.74 ^c	6.89 ^b	6.22 ^c	0.134	0.000
NDF	40.44 ^b	41.51 ^b	46.00 ^a	36.05 ^c	45.65 ^a	0.418	0.000
ADF	26.60 ^d	27.57 ^c	27.89 ^{bc}	26.73 ^d	37.79 ^a	0.240	0.000
ADL	9.16 ^c	8.96 ^c	7.41 ^d	13.23 ^a	12.66 ^b	0.096	0.000

185 *YKO: Yonca Kuru Otu; FKO: fiğ kuru otu; BKÖ: bezelye kuru otu; GBKO: gazal boynuzu*
186 *kuru otu; KKO: kolza kuru otu; *SS: Standart Sapma; **:P<0.05*

187

188 Yemlerin ham kül içerikleri ise %5.74 ile 8.37 arasında değişmiştir. Ham kül içeriği
189 en yüksek fiğ kuru otunda saptanmış ve bunu sırasıyla gazal boynuzu, kolza, yonca ve

190 bezelye kuru otu izlemiştir. Yemlerin ham kül içerikleri Morrison (1956)'un bildirdiği
191 sonuçlardan daha yüksek, Kamalak ve ark, (2005a)'nın yonca kuru otunda saptadığı
192 bulgularla benzer saptanmıştır. Aynı bulgular yonca, bezelye ve fiğ kuru otu ile çalışan
193 Karabulut ve ark. (2007)'nin bulguları ile de uyum içerisindedir.

194 Yemlerin hücre duvarı bileşenlerinden NDF, ADF ve ADL içerikleri ise sırasıyla
195 %36.05 ile 46.00, 26.73 ile 37.79 ve 7.41 ile 13.23 KM arasında değişmiş ve yemler arasında
196 gözlenen farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.05$). NDF içeriği %46.00 ile bezelye kuru
197 otunda en yüksek saptanmış ve bunu sırasıyla kolza, fiğ, yonca ve gazal boynuzu kuru otları
198 izlemiştir. NDF içeriği bezelye ve kolza kuru otunda aynı bulunmuştur ($P<0.05$). Baklagil
199 kuru otlarının NDF içerikleri Ensminger ve ark. (1990)'nin bildirişleri ile benzer saptanmış ve
200 aynı şekilde yonca kuru otu ile çalışan Kamalak ve ark. (2004) ve Oztürk ve ark. (2006) ile de
201 benzer bulunmuştur. Yonca, bezelye ve fiğ kuru otu ile çalışan Karabulut ve ark. (2007)'nin
202 bulguları da araştırmadan elde edile bulguları desteklemektedir.

203 ADF içerikleri incelendiğinde de en yüksek %37.79 ile kolza kuru otunda en düşük
204 ise %26.60 ile yonca kuru otunda saptanmıştır ($P<0.05$). Fiğ ve bezelye kuru otunun ADF
205 içerikleri ise benzer saptanmıştır. Hücre duvarı bileşenlerinden ADL içeriği tüm yemlerde
206 %7.41 ile 13.23 arasında değişmiş yemler arasında gözlenen farklılıklar önemli bulunmuştur
207 ($P<0.05$). ADL içeriği en yüksek gazal boynuzu kuru otunda saptanırken, en düşük bezelye
208 kuru otunda bulunmuştur. Bu çalışmada kullanılan kaba yemlerin kimyasal içerikleri
209 Ensminger ve ark. (1990) ve Karabulut ve ark. (2007)'nin bildirdikleri bildirilen değerlerle
210 uyum içerisinde bulunmuştur.

211

212

213

214

In vitro gaz üretimi

215

Denemede kullanılan yem ham maddelerinin *in vitro* gaz üretim miktarları (ml)

216

saptanmış ve Çizelge 2’de verilmiştir.

217

218

Çizelge 2. Yem ham maddelerinin *in vitro* gaz üretimleri (ml/200 mg KM)

İnkübasyon süresi, saat	Yemler					SS*	P**
	YKO	FKO	BKO	GBKO	KKO		
3	15.57 ^a	15.97 ^a	15.07 ^a	15.55 ^a	14.73 ^a	0.335	0.131
6	23.52 ^c	27.55 ^a	25.12 ^b	25.62 ^b	22.42 ^c	0.398	0.000
12	41.75 ^b	43.67 ^a	37.55 ^c	41.00 ^b	36.00 ^c	0.522	0.000
24	51.70 ^{bc}	53.10 ^b	52.45 ^{bc}	54.87 ^a	51.10 ^c	0.670	0.000
48	62.50 ^b	64.53 ^a	62.08 ^b	65.22 ^a	59.53 ^c	0.670	0.000
72	68.30 ^c	70.70 ^b	67.45 ^c	72.32 ^a	65.68 ^d	0.425	0.000
96	70.80 ^c	73.80 ^b	69.93 ^c	75.40 ^a	68.37 ^d	0.475	0.000

219

*SS: Standart Sapma; **:P<0.05

220

221

Yemlerin *in vitro* gaz üretim miktarları inkübasyon süresinin artışına bağlı olarak

222

artmaktadır. 96 saatlik gaz üretim değerleri 68.37 ile 75.40 ml arasında değişmiştir. Gazal

223

boynuzu kuru otunun fermantasyonu sonucu açığa çıkan gaz miktarı, 6. ve 12 saatlik

224

inkübasyon süresi dışında diğer kuru otlardan daha fazla saptanmıştır. 96 saatlik gaz

225

üretimleri 75.40 ml ile en yüksek gazal boynuzu kuru otunda saptanırken, en düşük 68.37 ml

226

ile kolza kuru otunda bulunmuştur. Gaz üretim miktarları bakımından sıralamanın gazal

227

boynuzu kuru otu>fiğ kuru otu>yonca kuru otu=bezelye kuru otu>kolza kuru otu şeklinde

228

olduğu bulunmuştur. Yemlerin farklı inkübasyon saatlerinde saptanan gaz üretim miktarları

229

arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.05). *In vitro* koşullarda CO₂ üretimi iki farklı

230

yolla olmaktadır. Birincisi; doğrudan yemlerde bulunan karbonhidrat ve proteinlerin

231

fermantasyonu sonucu, ikincisi ise, karbonhidrat ve proteinlerin fermantasyonu sonucu açığa

232

çıkan uçucu yağ asitlerinin tampon çözelti ile reaksiyona girmesi sonucu oluşmaktadır

233 (Getachew ve ark. 1998; Getachew ve ark. 2004). Bu nedenle açığa çıkan uçucu yağ
234 asitlerinin miktarı veya konsantrasyonu, üretilen CO₂ miktarını etkileyen en önemli unsurdur.
235 Çalışmada kullanılan kaba yemlerden kolza kuru otunun diğer baklagil kuru otlarına göre
236 daha az gaz üretmelerinin nedeni mikroorganizmalar için daha az yararlanılabilir karbonhidrat
237 ve protein sağlamasından kaynaklanmaktadır. Söz konusu kaba yemin mikroorganizmaların
238 daha az yararlanabildiği NDF, ADF ve ADL bakımından zengin olması ile açıklanabilir
239 (Çizelge 1). Bilindiği gibi yemlerde bulunan protein mikroorganizmaların büyümesi ve
240 faaliyetleri için, enerjiden sonra en önemli unsurdur (Cone ve Van Gelder, 1999; Blümmel ve
241 ark. 2003). Mikrobiyal faaliyetin sürdürülmesi için yemlerde bulunan protein seviyesi %10
242 olması gerektiği bildirilmektedir (Norton, 2003). Araştırmada kullanılan yemler bu sınırın
243 üzerinde olmasına rağmen, yemlerdeki ham protein düzeyinin düşmesi *in vitro* koşullarda
244 mikrobiyal faaliyetleri negatif yönde etkilemektedir. Gaz üretimi ile ham protein arasında
245 pozitif korelasyon olduğu da bildirilmektedir (Parissi ve ark. 2005; Kamalak ve ark. 2005b).
246 Yonca kuru otunun *in vitro* gaz üretimi Filya ve ark. (2002) ve Öztürk ve ark. (2006)'nın
247 bulguları ile benzer saptanmıştır. Yonca, fiğ ve bezelye kuru otunda saptanan gaz üretim
248 miktarları da Filya ve ark. (2002)'nin bulguları ile benzer saptanmıştır. Aynı şekilde yonca,
249 fiğ ve bezelye otlarının gaz üretim değerleri Karabulut ve ark. (2007)'nin bulgularına yakın
250 bulunmuştur. Kolza kuru otu ile çalışan Canbolat (2013)'in *in vitro* gaz üretimi de koza kuru
251 otunda saptanan değere yakın bulunmuştur.

252

253 ***Yemlerin ME, NEL, SOM, GOMS ve MPÜ düzeyleri***

254 Denemede kullanılan yemlerin metabolik enerji (ME), net enerji laktasyon (NEL),
255 sindirilebilir organik madde (SOM), gerçek sindirilebilir organik madde (GOMS) ve
256 mikrobiyal protein üretimi (MPÜ) saptanmış ve Çizelge 3'de verilmiştir.

257 **Çizelge 3.** Yem ham maddelerinin metabolik enerji (ME), net enerji laktasyon (NEL),
 258 sindirilebilir organik madde (SOM), gerçek sindirilebilir organik madde (GOMS) ve
 259 mikrobiyal protein üretimi (MPÜ)

Parametreler	Yemler					SS*	P**
	YKO	FKO	BKO	GBKO	KKO		
ME, MJ/kg KM	10.88 ^{ab}	10.94 ^{ab}	10.75 ^b	11.22 ^a	10.68 ^b	0.082	0.068
NEL, MJ/kg KM	6.57 ^b	6.64 ^{ab}	6.50 ^b	6.82 ^a	6.42 ^{ab}	0.013	0.069
SOM, %	73.91 ^c	78.29 ^a	74.21 ^c	77.46 ^b	71.77 ^d	0.456	0.000
GSOM, %	67.56 ^b	69.86 ^a	65.56 ^c	68.91 ^a	65.79 ^c	0.410	0.000
MPÜ, g/kg OMS	124.31 ^a	118.78 ^b	121.32 ^{ab}	123.12 ^a	110.89 ^c	1.267	0.000

260 *SS: Standart Sapma; **:P<0.05

261

262 Yemlerin metabolik enerji içerikleri 10.68 ile 11.22 MJ/kg KM arasında, net enerji
 263 laktasyon içerikleri ise 6.42 ile 6.82 MJ/kg KM arasında değiştiği saptanmıştır. Metabolik
 264 enerji ve net enerji laktasyon içeriği en yüksek gazal boynuzu kuru otunda, en düşük ise kolza
 265 kuru otunda saptanmıştır (P<0.05). Gazal boynuzu kuru otunda metabolik enerji değerinin
 266 yüksek bulunmasının nedeni bu yemin fermantasyonu sonucu açığa çıkan *in vitro* gaz miktarı
 267 ve ham protein içeriği bakımından yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü yemlerin
 268 metabolik enerjileri 24 saatlik gaz üretim değerleri ile ham protein içerikleri göz önüne
 269 alınarak hesaplanmıştır. Yemler metabolik enerjisi sırasıyla gazal boynuzu kuru otu>fiğ kuru
 270 otu=yonca kuru otu>bezelye kuru otu=kolza kuru otu şeklinde olmuştur (P<0.05). Baklagil
 271 kuru otlarının metabolik enerji içerikleri yonca kuru otu ile çalışan Getachew ve ark. (2002)
 272 ve Kamalak ve ark. (2004) sonuçları ile uyum içerisinde bulunmasına karşın ve Kamalak ve
 273 ark. (2005a)'nın bulgularından ise daha yüksek saptanmıştır. Aynı şekilde yonca, fiğ ve
 274 bezelye kuru otu ile çalışan Karabulut ve ark. (2007)'nin bulguları ile benzer saptanmıştır.

275 Yemlerin SOM'leri %71.77 ile 78.29 arasında, GSOM'i ise %65.79 ile 69.86
 276 arasında değişmiş ve yemler arası farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.05). Sindirilebilir

277 organik madde içeriği %78.29 ile en yüksek fiğ kuru otunda saptanırken sıralamanın fiğ kuru
278 otu>gazal boynuzu kuru otu>bezelye kuru otu=yonca kuru otu>kolza kuru otu şeklinde
279 olduğu saptanmıştır. Aynı sıralama GSOM'i içinde olduğu söylenebilir. Yemlerin 24. saatteki
280 gaz üretim değereri ile ham protein içeriğinin artması SOM artırmıştır. Ayrıca araştırma
281 bulguları değerlendirildiğine NDF, ADF ve ADL gibi rumende çözünmesi zor olan besin
282 maddelerince zengin olan yemlerin mikrobiyal fermentasyonu sınırlayarak OMS düşürdüğü
283 söylenebilir (izelge 1). Araştırmada saptanan SOM Kamalak ve ark. (2005a)'nın
284 bildirdikleri değerden daha yüksek saptanmıştır. Yüksek saptanması yemlerin farklı
285 olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca araştırmadan elde edilen SOM Blümmel
286 ve ark. (2003); ztrk ve ark. (2006); Karabulut ve ark. (2007) ve Canbolat ve Karaman
287 (2009) araştırcıların bulguları ile benzer bulunmuştur.

288 Deneme yemlerinin *in vitro* koşullarda mikrobiyal protein üretimi 110.89 ile 124.31
289 g/kg SOM arasında değermiş ve yemler arasında görülen farklılıklar ise önemli bulunmuştur
290 ($P<0.05$). Yemler MP'ne katlıları bakımından sıralandığında ise sıralamanın yonca kuru
291 otu=gazal boynuzu kuru otu \geq bezelye kuru otu>fiğ kuru otu>kolza kuru otu şeklinde olduğu
292 görülmektedir. Mikrobiyal protein üretimi enerji ve protein içeriği yüksek yemlerde daha
293 yüksek saptanmıştır. Enerji ve protein içeriği yüksek ve hücre duvarı bileşenleri bakımından
294 düşük olan yonca ve gazal boynuzu kuru otların da yüksek mikrobiyal protein saptanmıştır.
295 Araştırmadan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde mikrobiyal protein üretim enerji ve
296 protein içeriğin artması pozitif yönde etkilerken, hücre duvarı bileşenlerinin artması ise
297 negatif yönde etkilemiştir (Karabulut ve ark. 2007). Bu bulgu Blümmel ve ark. (2003);
298 Norton (2003) ve Karabulut ve ark. (2007) araştırcıların bildirişleri ile de desteklenmektedir.
299 Araştırmada saptanan mikrobiyal protein retimi Ranilla ve ark. (2002) ve Karabulut ve ark.

300 (2007) ile uyum içerisinde saptanmasına karşın, Cone ve Van Gelder (1999) ve Blümmel ve
301 ark. (2003) araştırmacılarından daha düşük saptanmıştır.

302

303 **Sonuç**

304 Yemler arasında bulunan kimyasal farklılıklar yemlerin *in vitro* gaz üretimini ve bu
305 değerlerden hesaplanan ME, NEL ve SOM miktarlarını önemli derecede etkilemiştir
306 ($P<0.05$). Yem ham maddelerin yapısında yer alan NDF, ADF ve ADL bakımından zengin
307 ancak ham protein bakımından diğer baklagil yemlerine göre fakir olan kolza kuru otunun
308 fermantasyonu sonucu elde edilen gaz miktarı ve bu değerlerden hesaplanan ME, NEL ve
309 SOM ile mikrobiyal protein üretimi gibi hayvan besleme açısından önemli parametreler düşük
310 saptanmıştır. Buna karşın NDF, ADF ve ADL içeriği düşük fakat ham protein içeriği yüksek
311 olan yonca, fiğ, bezelye ve gazal boynuzu kuru otunda bu parametreler daha yüksek
312 saptanmıştır. Tüm araştırma verileri değerlendirildiğinde besleme değeri en düşük kolza kuru
313 otunda saptanmıştır.

314

315 **Kaynaklar**

316 Açıkgöz E. 2001. Yem Bitkileri. III: Baskı. U.Ü. Güçlendirme Vakfı Yay. No: 182, VİPAŞ
317 Yay. No: 58, 584 s.

318 ARC. 1984. Report of the protein group of the agricultural research council working party on
319 the nutrient requirements of ruminants. In: the nutrition requirements livestock. Surrey:
320 The Gresham Press.

321 Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. Official Method of Analysis.
322 15th.ed. Washington, DC. USA. pp.66-88.

- 323 Beever D.E. 1993. Ruminant animal production from forages present position and future
324 opportunities. In *Grassland for Our World* (M Beker, editor). Wellington: SIR
325 Publishing.
- 326 Blümmel M., Karsli A. and J.R. Russell. 2003. Influence of diet on growth yields of rumen
327 micro-organisms in vitro and in vivo: influence on growth yield of variable carbon fluxes
328 to fermentation products. *Br. J. Nutr.* 90. 625–634.
- 329 Blümmel M., Makkar H.P.S. and K. Becker.1997. In vitro gas production: A technique
330 revisited. *J Anim Physiol Anim Nutr*, 77, 24-34.
- 331 Brown W.F. and W.D. Pittman. 1991. Conservation and degradation of nitrogen and fiber
332 fraction in selected tropical grasses and legumens. *Trop Grassl* 25, 305.
- 333 Canbolat Ö. 2013. Farklı Olgunlaşma Dönemlerinin Kolza Otunun (*Brassica napus* L.)
334 Besleme Değeri Üzerine Etkisi. 60 (2). 145-150.
- 335 Canbolat Ö. ve Ş. Karaman. 2009. Bazı Baklagil Kaba Yemlerinin in Vitro Gaz Üretimi,
336 Organik Madde Sindirimi, Nispi Yem Değeri ve Metabolik Enerji İçeriklerinin
337 Karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15 (2) 188-195.
- 338 Clark J.H., Klusmeyer T.H. and R.M. Cameron. 1992. Microbial protein synthesis and flow
339 of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 75, 2304.
- 340 Cone J.W. and A.H. Van Gelder. 1999. Influence of protein fermentation on gas production
341 profiles. *Anim. Feed Sci. Technol.* 76:251-256.
- 342 Demeyer D. and C. Van Nevel. 1986. influence on substrate and microbial interaction on
343 efficiency of rumen microbial growth. *Reprod. Nutr. Developm.* 26: 161-179.
- 344 Ensminger M.E., Oldfield J.E. and W.W. Heinemann. 1990. *Feed and Nutrition*. The
345 Ensminger Publishing Company, 1544 pp.

346 Filya I., Karabulut A., Canbolat Ö., Degirmencioglu T. ve H. Kalkan. 2002. Investigations on
347 determination of nutritive values and optimum evaluation conditions by animal organisms
348 of the foodstuffs produced at bursa province by in vivo and in vitro methods. Uludag
349 Universitesi Ziraat Fakultesi Bilimsel Arastirmalar ve Incelemeler Serisi. No: 25, Bursa,
350 pp: 1-16.

351 Getachew G., Blümmel M., Makar H.P.S. and K. Becker. 1998. In vitro gas measuring
352 techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. *Animal Feed Science*
353 *Technology*, 72:261-281.

354 Getachew G., Crovetto G.M., Fondevila M., Krishnamoorthy U., Singh B., Spanghero M.,
355 Steingass H., Robinson P.H. and M.M. Kailas. 2002. Laboratory variation of 24 h in vitro
356 gas production and estimated metabolizable energy values of ruminant feeds. *Animal*
357 *Feed Science Technology*, 102:169-180.

358 Getachew G., DePeters E.J. and P.H. Robinson. 2004. In vitro gas production provides
359 effective method for assessing ruminant feeds. *California Agriculture* 58:54-58.

360 Kamalak A., Canbolat O., Erol A., Kilinc C., Kizilsimsek M., Ozkan C.O. and E. Ozkose.
361 2005a. Effect of variety on chemical composition, in vitro gas production, metabolizable
362 energy and organic matter digestibility of alfalfa hays. Volume 17, Article #77. Retrieved
363 July 2, 2005, from. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/7/kamal17077.htm>.

364 Kamalak A., Canbolat O., Gurbuz Y., Erol A. and O. Ozay. 2005b. Effect of maturity stage
365 on chemical composition, in vitro and in situ dry matter degradation of tumbleweed hay
366 (*Gundelia Tournefortii* L.). *Small Ruminant Research* 58: 149–156.

367 Kamalak A., Canbolat O., Gurbuz Y., Ozay O. and E. Ozkose. 2004. Variation in
368 metabolizable energy content of forages estimated using in vitro gas production. *Pakistan*
369 *Journal of Biological Sciences*. 7(4):601-605.

370 Karabulut A., Canbolat O., Kalkan H., Gurbuzol F., Sucu E. and I. Filya. 2007. Comparison
371 of in vitro gas production, metabolizable energy, organic matter digestibility and
372 microbial protein production of some legume hays. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 20(4):517-
373 522.

374 Karlı M.A. and R.J. Russell. 2002. Effects of sources and concentrations of nitrogen and
375 carbohydrate on ruminal microbial protein synthesis. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 26: 201-
376 207.

377 Leng R.A. 1993. Quantitative ruminant nutrient-a gre science. *Aust. J. Agri Sci* 44, 363-380.

378 Makkar H.P.S., Blümmel M. and K. Becker. 1995. Formation of complexes between
379 polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implications in gas
380 production and true digestibility in in vitro techniques. *Br J Nutr*, 73, 897-933.

381 Makkar H.P.S., Blümmel M. and K. Becker. 1997. In vitro rumen apparent and true
382 digestibilities of tannin-rich forages. *Anim Feed Sci Technol*, 67, 245-251.

383 Menke K.H. and Steingass H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from
384 chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim. Res. and Dev.*
385 28:9-55.

386 Menke K.H., Raab L., Salewski A., Steingass H., Fritz D. and W. Schneider. 1979. The
387 estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feedingstuffs
388 from the gas production when they are incubated with rumen liquor. *Journal of*
389 *Agricultural Science*, 93: 217-222.

390 Morrison F.B. 1956. *Feeds and feeding*. 22. Edition, The Morrison Publ. Comp. Ithaca,
391 NY.1165 pp.

392 Norton B.W. 2003. *The nutritive value of tree legumes*.
393 <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Publicat/Gutt-shel/x5556e0j.htm>. pp.1-10

394 Öztürk D., Kizilsimsek M., Kamalak A., Canbolat O. and C.O. Ozkan. 2006. effects of
395 ensiling alfalfa with whole maize crop on the chemical composition and nutritive value of
396 silage mixtures. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* Vol 19, No. 4: 526–532.

397 Parissi Z.M., Papachristou T.G. and A.S. Nastis. 2005. Effect of drying method on estimated
398 nutritive value of browse species using an in vitro gas production technique. *Animal Feed
399 Science and Technology*, Volumes 123-124, Part 1, 30. 119-128.

400 Ranilla M.J., Lopez S. and M.D. Carro1. 2002. Effect of fibre source on the efficiency of
401 microbial synthesis by mixed microorganisms from the sheep rumen in vitro.
402 <http://www.bsas.org.uk/meetings/annlproc/Pdf2001/151.pdf>

403 Sinclair L.A., Garnsworthy P.C., Newbold J.R. and P.J. Buttery. 1995. Effects of
404 synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen in diets with similar carbohydrate
405 composition on rumen fermentation and microbial protein synthesis in sheep. *J. Agric. Sci*
406 124, 463–472.

407 Snedecor G.W. and W. Cochran. 1976. *Statistical Methods*. The Iowa State Univ. Pres. Amer.
408 IA. USA.

409 Stastica 1993. *Stastica for windows release 4.3*, StatSoft, Inc. Tulsa, OK.

410 Van Soest P. and J.B. Robertson. 1985. *A laboratory manual for animal science 612*. Ithaca,
411 Ny: Cornell. University Press.

412 Van Soest P.J., 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*, 2 nd ed., Ithaca, NY: Cornell
413 University Press.