

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

Önder CANBOLAT<sup>1\*</sup>, Hüseyin KARA<sup>1</sup>, İsmail FİLYA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Bursa, Türkiye  
\*e-mail: canbolat@uludag.edu.tr; tel: 0224 294 15 58

Geliş Tarihi: 11.06.2013; Kabul Tarihi: 16.09.2013

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

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

**Anahtar Kelimeler:** Baklagil otları, gaz üretimi, sindirilebilirlik, metabolize enerji, mikrobiyal protein üretimi.

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

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

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

**Key Words:** Legume hay, gas production, digestibility, metabolizable energy, microbial protein.

## Giriş

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

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

Yemlerin kimyasal yapısı rumende sentezlenen mikrobiyal N düzeyini etkilediği ve rumende fermente edilen her kg organik maddenin 14–60 g N/kg düzeyinde mikrobiyal N sentezlediği bildirilmektedir (ARC, 1984). Ayrıca Alman yem değerlendirme sisteminde de rumende fermente edilen 1000 g organik maddenin 150 g mikrobiyal protein ürettiğini var sayılmaktadır (Cone ve Van Gelder, 1999). Demeyer ve Van Novel, (1986) mikrobiyal büyüme etkinliğinin yemlerin kimyasal ve fiziksel özellikleri ile yem tüketimine bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Söz konusu araştırmacıların çalışmaları sonucunda düşük kaliteli kaba yemlerle beslemede mikrobiyal verim etkinliğinin düşük, yüksek parçalanabilirliğe sahip (nişasta) yemlerle beslemede ise bu etkinliğin yüksek olduğunu saptamışlardır.

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

## Materyal ve Yöntem

### Yem materyali

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

### Hayvan materyali

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

### Kimyasal analizler

Yemler 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülerek analizlerde kullanılmıştır. Denemede yemlerin analizleri her biri yem grubu için 4 tekrür olarak yapılmıştır. Yemlerin kuru madde (KM) içerikleri 105°C'de 4 saat etüvde kurularak, ham kül içeriği ise 550°C'de 4 saat kül fırınında yakılarak saptanmıştır. Azot (N) içeriğinin saptanmasında Kjeldahl metodundan yararlanılmıştır. Ham protein ise  $N \times 6.25$  formülü ile hesaplanmıştır AOAC (1990). Ham yağ analizi de AOAC (1990) da bildirilen yöntemle yapılmıştır. Yemlerin hücre duvarı bileşenlerini oluşturan nötr deterjan lif (NDF), asit deterjan lif (ADF) ve asit deterjan lignin (ADL) içerikleri ise Van Soest ve Robertson (1985) tarafından bildirilen yöntemlere göre ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY, USA) cihazı kullanılarak analiz edilmiştir.

### *In vitro* gaz üretim özellikleri

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

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

$$\text{SOM, \%} = 15.38 + 0.8453 \times \text{GÜ} + 0.0595 \times \text{HP} + 0.0675 \times \text{HK}$$

$$\text{ME, MJ/kg KM} = 2.20 + 0.1357 \times \text{GÜ} + 0.0057 \times \text{HP} + 0.0012859 \times \text{HY}^2$$

$$\text{NEL (MJ/kg KM)} = 0.096 \times \text{GÜ} + 0.0038 \times \text{HP} + 0.001173 \times \text{HY}^2 + 0.54$$

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

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

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

İnkübasyon süresinin sonunda şırınganın içeriği, darası alınmış 70 ml'lik santrifüj tüplerine (b) ayrı ayrı aktarılıp +4°C sıcaklıkta 14.000 devir/dak.'da 30 dak. süre ile santrifüj edilmiştir. Tüplerin içerisinde kalan sıvı kısım tamamen atılmıştır. Daha sonra cam şırıngalar bir dispenser (Brand Dispensette, Germany) yardımıyla 60 ml NaCl çözeltisi (4 g NaCl/l) ile yıkanıp içeriği santrifüj tüplerine aktarılmıştır. Santrifüj tüplerinin diplerinde kalan kalıntının sıvı kısım ile karışabilmesi için tüpler elde iyice çalkalandıktan sonra tekrar +4°C'de 30 dak.'lık santrifüj işlemi gerçekleştirilmiş ve üstte kalan sıvı kısım pipetle alınarak dışarı atılmıştır. Santrifüj tüpleri içerisindeki kalıntı, etüvde 105°C'de sıcaklıkta kurumaya bırakılmış ve daha sonra içerisinde kurumuş kalıntı bulunan tüplerin ağırlıkları saptanmıştır (c). Bunu izleyen aşamada santrifüj tüpleri içerisindeki kuru kalıntı 600 ml'lik erlenlere aktarılarak üzerine 70 ml NDF çözeltisi ilave edilmiş ve 1 saat kaynatılmıştır. Son olarak erlenler içerisindeki kalıntı, darası alınmış Gooch (por: 1) krozelerinden süzülerek (d) kurutulmuş ve kalıntı ağırlığı saptanmıştır (Van Soest ve Robertson, 1985). Daha sonra krozeler 1 gece boyunca etüvde 105°C'de kurutulduktan sonra ağırlıkları saptanmıştır (e). Son olarak içinde NDF kalıntısı bulunan ağırlığı saptanmış krozeler 550°C'ye ayarlı kül fırınında 3.5 saat süre tutularak yakılmış ve oda sıcaklığına soğutulduktan sonra ağırlıkları saptanmıştır (f).

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

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

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

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

## **İstatistik analizler**

Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiki olarak değerlendirilmesinde ortalamalar arasındaki farklılıkların saptanmasında varyans analizi (General Linear Model) (Statistica,

1993), görülen farklılıkların önem seviyelerinin belirlenmesinde ise Duncan çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır (Snedecor ve Cochran, 1976).

## Araştırma Sonuçları ve Tartışma

### Kimyasal kompozisyon

Denemede kullanılan yem ham maddelerinin besin maddeleri incelenmiş ve Çizelge 1’de verilmiştir.

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

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

Bileşim	Yemler					SS*	P**
	YKO	FKO	BKO	GBKO	KKO		
Organik maddeler	94.12 <sup>ab</sup>	91.63 <sup>d</sup>	94.26 <sup>a</sup>	93.11 <sup>c</sup>	93.78 <sup>b</sup>	0.133	0.001
Ham protein	18.25 <sup>bc</sup>	20.79 <sup>a</sup>	17.84 <sup>c</sup>	18.56 <sup>b</sup>	16.82 <sup>d</sup>	0.117	0.001
Ham yağ	4.63 <sup>b</sup>	3.46 <sup>e</sup>	3.79 <sup>d</sup>	4.22 <sup>c</sup>	5.16 <sup>a</sup>	0.078	0.001
Ham kül	5.88 <sup>c</sup>	8.37 <sup>a</sup>	5.74 <sup>c</sup>	6.89 <sup>b</sup>	6.22 <sup>c</sup>	0.134	0.001
NDF	40.44 <sup>b</sup>	41.51 <sup>b</sup>	46.00 <sup>a</sup>	36.05 <sup>c</sup>	45.65 <sup>a</sup>	0.418	0.001
ADF	26.60 <sup>d</sup>	27.57 <sup>c</sup>	27.89 <sup>bc</sup>	26.73 <sup>d</sup>	37.79 <sup>a</sup>	0.240	0.001
ADL	9.16 <sup>c</sup>	8.96 <sup>c</sup>	7.41 <sup>d</sup>	13.23 <sup>a</sup>	12.66 <sup>b</sup>	0.096	0.001

YKO: Yonca Kuru Otu; FKO: fiğ kuru otu; BKO: bezelye kuru otu; GBKO: gazal boynuzu kuru otu; KKO: kolza kuru otu; \*SS: Standart Sapma; \*\*: $P<0.05$

Yemlerin ham kül içerikleri ise %5.74 ile 8.37 arasında değişmiştir. Ham kül içeriği en yüksek fiğ kuru otunda saptanmış ve bunu sırasıyla gazal boynuzu, kolza, yonca ve bezelye kuru otu izlemiştir. Yemlerin ham kül içerikleri Morrison (1956)’un bildirdiği sonuçlardan daha yüksek, Kamalak ve ark, (2005a)’nın yonca kuru otunda saptadığı bulgularla benzer saptanmıştır. Aynı bulgular yonca, bezelye ve fiğ kuru otu ile çalışan Karabulut ve ark. (2007)’nin bulguları ile de uyum içerisinde.

Yemlerin hücre duvarı bileşenlerinden NDF, ADF ve ADL içerikleri ise sırasıyla %36.05 ile 46.00, 26.73 ile 37.79 ve 7.41 ile 13.23 KM arasında değişmiş ve yemler arasında gözlenen farklılıklar önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). NDF içeriği %46.00 ile bezelye kuru otunda en yüksek saptanmış ve bunu sırasıyla kolza, fiğ, yonca ve gazal boynuzu kuru otları izlemiştir. NDF içeriği bezelye ve kolza kuru otunda aynı bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Baklagil kuru otlarının NDF içerikleri Ensminger ve ark. (1990)’nin bildirdikleri ile benzer saptanmış ve aynı şekilde yonca kuru otu ile çalışan Kamalak ve ark. (2004) ve

Oztürk ve ark. (2006) ile de benzer bulunmuştur. Yonca, bezelye ve fiğ kuru otu ile çalışan Karabalut ve ark. (2007)'nin bulguları da araştırmadan elde edile bulguları desteklemektedir.

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

## İn vitro gaz üretimi

Denemede kullanılan yem ham maddelerinin *in vitro* gaz üretim miktarları (ml) saptanmış ve Çizelge 2'de verilmiştir.

**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 <sup>a</sup>	15.97 <sup>a</sup>	15.07 <sup>a</sup>	15.55 <sup>a</sup>	14.73 <sup>a</sup>	0.335	0.131
6	23.52 <sup>c</sup>	27.55 <sup>a</sup>	25.12 <sup>b</sup>	25.62 <sup>b</sup>	22.42 <sup>c</sup>	0.398	0.001
12	41.75 <sup>b</sup>	43.67 <sup>a</sup>	37.55 <sup>c</sup>	41.00 <sup>b</sup>	36.00 <sup>c</sup>	0.522	0.001
24	51.70 <sup>bc</sup>	53.10 <sup>b</sup>	52.45 <sup>bc</sup>	54.87 <sup>a</sup>	51.10 <sup>c</sup>	0.670	0.001
48	62.50 <sup>b</sup>	64.53 <sup>a</sup>	62.08 <sup>b</sup>	65.22 <sup>a</sup>	59.53 <sup>c</sup>	0.670	0.001
72	68.30 <sup>c</sup>	70.70 <sup>b</sup>	67.45 <sup>c</sup>	72.32 <sup>a</sup>	65.68 <sup>d</sup>	0.425	0.001
96	70.80 <sup>c</sup>	73.80 <sup>b</sup>	69.93 <sup>c</sup>	75.40 <sup>a</sup>	68.37 <sup>d</sup>	0.475	0.001

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

Yemlerin *in vitro* gaz üretim miktarları inkübasyon süresinin artışına bağlı olarak artmaktadır. 96 saatlik gaz üretim değerleri 68.37 ile 75.40 ml arasında değişmiştir. Gazal boynuzu kuru otunun fermantasyonu sonucu açığa çıkan gaz miktarı, 6. ve 12 saatlik inkübasyon süresi dışında diğer kuru otlardan daha fazla saptanmıştır. 96 saatlik gaz üretimleri 75.40 ml ile en yüksek gazal boynuzu kuru otunda saptanırken, en düşük 68.37 ml ile kolza kuru otunda bulunmuştur. Gaz üretim miktarları bakımından sıralamanın gazal boynuzu kuru otu>fiğ kuru otu>yonca kuru otu=bezelye kuru otu>kolza kuru otu şeklinde olduğu bulunmuştur. Yemlerin farklı inkübasyon saatlerinde saptanan gaz üretim miktarları arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.05). *In vitro* koşullarda CO<sub>2</sub> üretimi iki farklı yolla olmaktadır. Birincisi; doğrudan yemlerde bulunan karbonhidrat ve proteinlerin fermantasyonu sonucu, ikincisi ise, karbonhidrat ve proteinlerin fermantasyonu sonucu açığa çıkan uçucu yağ asitlerinin tampon çözelti ile reaksiyona girmesi sonucu oluşmaktadır (Getachew ve ark. 1998; Getachew ve ark. 2004). Bu nedenle açığa çıkan uçucu yağ asitlerinin miktarı veya konsantrasyonu, üretilen CO<sub>2</sub> miktarını etkileyen en önemli unsurdur. Çalışmada kullanılan kaba yemlerden kolza kuru otunun diğer baklagil

kuru otlarına göre daha az gaz üretmelerinin nedeni mikroorganizmalar için daha az yararlanılabilir karbonhidrat ve protein sağlanmasından kaynaklanmaktadır. Söz konusu kaba yemin mikroorganizmaların daha az yararlanabildiği NDF, ADF ve ADL bakımından zengin olması ile açıklanabilir (Çizelge 1). Bilindiği gibi yemlerde bulunan protein mikroorganizmaların büyümesi ve faaliyetleri için, enerjiden sonra en önemli unsurdur (Cone ve Van Gelder, 1999; Blümmel ve ark. 2003). Mikrobiyal faaliyetin sürdürülmesi için yemlerde bulunan protein seviyesi %10 olması gerektiği bildirilmektedir (Norton, 2003). Araştırmada kullanılan yemler bu sınırın üzerinde olmasına rağmen, yemlerdeki ham protein düzeyinin düşmesi *in vitro* koşullarda mikrobiyal faaliyetleri negatif yönde etkilemektedir. Gaz üretimi ile ham protein arasında pozitif korelasyon olduğu da bildirilmektedir (Parissi ve ark. 2005; Kamalak ve ark. 2005b). Yonca kuru otunun *in vitro* gaz üretimi Filya ve ark. (2002) ve Öztürk ve ark. (2006)'nın bulguları ile benzer saptanmıştır. Yonca, fiğ ve bezelye kuru otunda saptanan gaz üretim miktarları da Filya ve ark. (2002)'nin bulguları ile benzer saptanmıştır. Aynı şekilde yonca, fiğ ve bezelye otlarının gaz üretim değerleri Karabulut ve ark. (2007)'nin bulgularına yakın bulunmuştur. Kolza kuru otu ile çalışan Canbolat (2013)'in *in vitro* gaz üretimi de koza kuru otunda saptanan değere yakın bulunmuştur.

### Yemlerin ME, NEL, SOM, GOMS ve MPÜ düzeyleri

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

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

Parametreler	Yemler					SS*	P**
	YKO	FKO	BKO	GBKO	KKO		
ME, MJ/kg KM	10.88 <sup>ab</sup>	10.94 <sup>ab</sup>	10.75 <sup>b</sup>	11.22 <sup>a</sup>	10.68 <sup>b</sup>	0.082	0.068
NEL, MJ/kg KM	6.57 <sup>b</sup>	6.64 <sup>ab</sup>	6.50 <sup>b</sup>	6.82 <sup>a</sup>	6.42 <sup>ab</sup>	0.013	0.069
SOM, %	73.91 <sup>c</sup>	78.29 <sup>a</sup>	74.21 <sup>c</sup>	77.46 <sup>b</sup>	71.77 <sup>d</sup>	0.456	0.001
GSOM, %	67.56 <sup>b</sup>	69.86 <sup>a</sup>	65.56 <sup>c</sup>	68.91 <sup>a</sup>	65.79 <sup>c</sup>	0.410	0.001
MPÜ, g/kg OMS	124.31 <sup>a</sup>	118.78 <sup>b</sup>	121.32 <sup>ab</sup>	123.12 <sup>a</sup>	110.89 <sup>c</sup>	1.267	0.001

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

Yemlerin metabolik enerji içerikleri 10.68 ile 11.22 MJ/kg KM arasında, net enerji laktasyon içerikleri ise 6.42 ile 6.82 MJ/kg KM arasında değiştiği saptanmıştır. Metabolik enerji ve net enerji laktasyon içeriği en yüksek gazal boynuzu kuru otunda, en düşük ise kolza kuru otunda saptanmıştır (P<0.05). Gazal boynuzu kuru otunda metabolik enerji değerinin yüksek bulunmasının nedeni bu yemin fermentasyonu sonucu açığa çıkan *in vitro* gaz miktarı ve ham protein içeriği bakımından yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Çünkü yemlerin metabolik enerjileri 24 saatlik gaz üretim değerleri ile ham protein içerikleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır. Yemler metabolik enerjisi sırasıyla gazal

boynuzu kuru otu>fiğ kuru otu=yonca kuru otu>bezelye kuru otu=kolza kuru otu şeklinde ( $P<0.05$ ). Baklagil kuru otlarının metabolik enerji içerikleri yonca kuru otu ile çalışan Getachew ve ark. (2002) ve Kamalak ve ark. (2004) sonuçları ile uyum içerisinde bulunmasına karşın ve Kamalak ve ark. (2005a)'nın bulgularından ise daha yüksek saptanmıştır. Aynı şekilde yonca, fiğ ve bezelye kuru otu ile çalışan Karabulut ve ark. (2007)'nin bulguları ile benzer saptanmıştır.

Yemlerin SOM'leri %71.77 ile 78.29 arasında, GSOM'i ise %65.79 ile 69.86 arasında değişmiş ve yemler arası farklılıklar önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Sindirilebilir organik madde içeriği %78.29 ile en yüksek fiğ kuru otunda saptanırken sıralamanın fiğ kuru otu>gazal boynuzu kuru otu>bezelye kuru otu=yonca kuru otu>kolza kuru otu şeklinde olduğu saptanmıştır. Aynı sıralama GSOM'i içinde olduğu söylenebilir. Yemlerin 24. saatteki gaz üretim değeri ile ham protein içeriğinin artması SOM artırmıştır. Ayrıca araştırma bulguları değerlendirildiğine NDF, ADF ve ADL gibi rumende çözünmesi zor olan besin maddelerince zengin olan yemlerin mikrobiyal fermantasyonu sınırlayarak OMS düşürdüğü söylenebilir (Çizelge 1). Araştırmada saptanan SOM Kamalak ve ark. (2005a)'nın bildirdikleri değerden daha yüksek saptanmıştır. Yüksek saptanması yemlerin farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca araştırmadan elde edilen SOM Blümmel ve ark. (2003); Öztürk ve ark. (2006); Karabulut ve ark. (2007) ve Canbolat ve Karaman (2009) araştırmacıların bulguları ile benzer bulunmuştur.

Deneme yemlerinin *in vitro* koşullarda mikrobiyal protein üretimi 110.89 ile 124.31 g/kg SOM arasında değişmiş ve yemler arasında görülen farklılıklar ise önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Yemler MPÜ'ne katlıları bakımından sıralandığında ise sıralamanın yonca kuru otu=gazal boynuzu kuru otu≥ bezelye kuru otu>fiğ kuru otu>kolza kuru otu şeklinde olduğu görülmektedir. Mikrobiyal protein üretimi enerji ve protein içeriği yüksek yemlerde daha yüksek saptanmıştır. Enerji ve protein içeriği yüksek ve hücre duvarı bileşenleri bakımından düşük olan yonca ve gazal boynuzu kuru otların da yüksek mikrobiyal protein saptanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde mikrobiyal protein üretiminin enerji ve protein içeriğinin artması pozitif yönde etkilerken, hücre duvarı bileşenlerinin artması ise negatif yönde etkilemiştir (Karabulut ve ark. 2007). Bu bulgu Blümmel ve ark. (2003); Norton (2003) ve Karabulut ve ark. (2007) araştırmacıların bildirişleri ile de desteklenmektedir. Araştırmada saptanan mikrobiyal protein üretimi Ranilla ve ark. (2002) ve Karabulut ve ark. (2007) ile uyum içerisinde saptanmasına karşın, Cone ve Van Gelder (1999) ve Blümmel ve ark. (2003) araştırmacılarından daha düşük saptanmıştır.

## Sonuç

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



saptanmıştır. Tüm araştırma verileri değerlendirildiğinde besleme değeri en düşük kolza kuru otunda saptanmıştır.

## Kaynaklar

- Açıköz E. 2001. Yem Bitkileri. III: Baskı. U.Ü. Güçlendirme Vakfı Yay. No: 182, VİPAŞ Yay. No: 58, 584 s.
- ARC. 1984. Report of the protein group of the agricultural research council working party on the nutrient requirements of ruminants. In: the nutrition requirements livestock. Surrey: The Gresham Press.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. Official Method of Analysis. 15th.ed. Washington, DC. USA. pp.66-88.
- Beever D.E. 1993. Ruminant animal production from forages present position and future opportunities. In Gerassland for Our World (M Beker, editor). Wellington: SIR Publishing.
- Blümmel M., Karsli A. and J.R. Russell. 2003. Influence of diet on growth yields of rumen micro-organisms in vitro and in vivo: influence on growth yield of variable carbon fluxes to fermentation products. Br. J. Nutr. 90. 625–634.
- Blümmel M., Makkar H.P.S. and K. Becker.1997. In vitro gas production: A technique revisited. J Anim Physiol Anim Nutr, 77, 24-34.
- Brown W.F. and W.D. Pittman. 1991. Conservation and degradation of nitrogen and fiber fraction in selected tropical grasses and legumens. Trop Grassl 25, 305.
- Canbolat Ö. 2013. Farklı Olgunlaşma Dönemlerinin Kolza Otunun (Brassica napus L.) Besleme Değeri Üzerine Etkisi. 60 (2). 145-150.
- Canbolat Ö. ve Ş. Karaman. 2009. Bazı Baklagil Kaba Yemlerinin in Vitro Gaz Üretimi, Organik Madde Sindirimi, Nispi Yem Değeri ve Metabolik Enerji İçeriklerinin Karşılaştırılması. Tarım Bilimleri Dergisi, 15 (2) 188-195.
- Clark J.H., Klusmeyer T.H. and R.M. Cameron. 1992. Microbial protein seynthesis and flow of nitrogen fractions to the duedonum of dairy cows. J. Dairy Sci. 75, 2304.
- Cone J.W. and A.H. Van Gelder. 1999. Influence of protein fermentaton on gas production profiles. Anim. Feed Sci. Technol. 76:251-256.
- Demeyer D. and C. Van Nevel. 1986. influence on substrate and microbial interaction on efficiency of rumen microbial growth. Reprod. Nutr. Developm. 26: 161-179.
- Ensminger M.E., Oldfield J.E. and W.W. Heinemann. 1990. Feed and Nutrition. The Ensminger Publishing Company, 1544 pp.
- Filya I., Karabulut A., Canbolat Ö., Degirmencioglu T. ve H. Kalkan. 2002. Investigations on determination of nutritive values and optimum evaluation conditions by animal organisms of the foodstuffs produced at bursa province by in vivo and in vitro methods. Uludag Universitesi Ziraat Fakultesi Bilimsel Arastirmalar ve Incelemeler Serisi. No: 25, Bursa, pp: 1-16.
- Getachew G., Blümmel M., Makar H.P.S. and K. Becker. 1998. In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. Animal Feed Science Technology, 72:261-281.
- Getachew G., Crovetto G.M., Fondevila M., Krishnamoorthy U., Singh B., Spanghero M., Steingass H., Robinson P.H. and M.M. Kailas. 2002. Laboratory variation of 24 h in vitro gas production and estimated metabolizable energy values of ruminant feeds. Animal Feed Science Technology, 102:169-180.

- Getachew G., DePeters E.J. and P.H. Robinson. 2004. In vitro gas production provides effective method for assessing ruminant feeds. *California Agriculture* 58:54-58.
- Kamalak A., Canbolat O., Erol A., Kilinc C., Kizilsimsek M., Ozkan C.O. and E. Ozkose. 2005a. Effect of variety on chemical composition, in vitro gas production, metabolizable energy and organic matter digestibility of alfalfa hays. Volume 17, Article #77. Retrieved July 2, 2005, from. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/7/kamal17077.htm>.
- Kamalak A., Canbolat O., Gurbuz Y., Erol A. and O. Ozay. 2005b. Effect of maturity stage on chemical composition, in vitro and in situ dry matter degradation of tumbleweed hay (*Gundelia Tournefortii* L.). *Small Ruminant Research* 58: 149–156.
- Kamalak A., Canbolat O., Gurbuz Y., Ozay O. and E. Ozkose. 2004. Variation in metabolizable energy content of forages estimated using in vitro gas production. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 7(4):601-605.
- Karabulut A., Canbolat O., Kalkan H., Gurbuzol F., Sucu E. and I. Filya. 2007. Comparison of in vitro gas production, metabolizable energy, organic matter digestibility and microbial protein production of some legume hays. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 20(4):517-522.
- Karlı M.A. and R.J. Russell. 2002. Effects of sources and concentrations of nitrogen and carbohydrate on ruminal microbial protein synthesis. *Turk. J. Vet. Amin. Sci.* 26: 201-207.
- Leng R.A. 1993. Quantitative ruminant nutrient-a gren science. *Aust. J. Agri Sci* 44, 363-380.
- Makkar H.P.S., Blümmel M. and K. Becker. 1995. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implications in gas production and true digestibility in in vitro techniques. *Br J Nutr*, 73, 897-933.
- Makkar H.P.S., Blümmel M. and K. Becker. 1997. In vitro rumen apparent and true digestibilities of tannin-rich forages. *Anim Feed Sci Technol*, 67, 245-251.
- Menke K.H. and Steingass H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim. Res. and Dev.* 28:9-55.
- Menke K.H., Raab L., Salewski A., Steingass H., Fritz D. and W. Schneider. 1979. The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor. *Journal of Agricultural Science*, 93: 217-222.
- Morrison F.B. 1956. Feeds and feeding. 22. Edition, The Morrison Publ. Comp. Ithaca, NY.1165 pp.
- Norton B.W. 2003. The nutritive value of tree legumes.  
<http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Publicat/Gutt-shel/x5556e0j.htm>. pp.1-10
- Öztürk D., Kizilsimsek M., Kamalak A., Canbolat O. and C.O. Ozkan. 2006. effects of ensiling alfalfa with whole maize crop on the chemical composition and nutritive value of silage mixtures. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* Vol 19, No. 4: 526–532.
- Parissi Z.M., Papachristou T.G. and A.S. Nastis. 2005. Effect of drying method on estimated nutritive value of browse species using an in vitro gas production technique. *Animal Feed Science and Technology*, Volumes 123-124, Part 1, 30. 119-128.
- Ranilla M.J., Lopez S. and M.D. Carro1. 2002. Effect of fibre source on the efficiency of microbial synthesis by mixed microorganisms from the sheep rumen in vitro. <http://www.bsas.org.uk/meetings/annlproc/Pdf2001/151.pdf>
- Sinclair L.A., Garnsworthy P.C., Newbold J.R. and P.J. Buttery. 1995. Effects of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen in diets with similar carbohydrate composition on rumen fermentation and microbial protein synthesis in sheep. *J. Agric. Sci* 124, 463–472.

- Snedecor G.W. and W. Cochran. 1976. Statistical Methods. The Iowa State Univ. Pres. Amer. IA. USA.
- Stastica 1993. Stastica for windows release 4.3, StatSoft, Inc. Tulsa, OK.
- Van Soest P. and J.B. Robertson. 1985. A laboratory manual for animal science 612. Ithaca, Ny: Cornell. University Press.
- Van Soest P.J., 1994. Nutritional ecology of the ruminant, 2 nd ed., Ithaca, NY: Cornell University Press.

