

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi:10.7161/omuanajas.440508

Hasat zamanının Katran yoncasının (*Bituminaria bituminosa*) besin madde kompozisyonu, *in vitro* gaz ve metan üretimi üzerindeki etkisi

Kevser Durmaz Adem Kamalak*

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye
* Sorumlu yazar/corresponding author: akamalak@ksu.edu.tr

Geliş/Received 04/07/2018 Kabul/Accepted 18/11/2018

OZET

Bu çalışmanın amacı, katran yoncası otunun besin madde kompozisyonu, gaz üretimi, metan üretimi, organik madde sindirim derecesi (OMSD) ve metabolik enerjisi (ME) üzerine hasat zamanının etkisini belirlemektir. Üç farklı dönemde hasat edilen katran yoncasının kompozisyonu belirlendikten sonra *in vitro* gaz üretim testine tabi tutulmuştur. Katran yoncasının yirmi dört saatlik gaz üretim değerleri kullanılarak ME ve OMSD belirlenmiştir. Katran yoncası otunun kuru madde (KM), nötral deterjan lif (NDF) ve asit deterjan lif (ADF) içerikleri hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte artmasına rağmen ham kül (HK), ham protein (HP) içerikleri ve nispi yem değerinde (NYD) önemli azalmalar meydana gelmiştir. Katran yoncası otunun KM, NDF, ADF ve kondense tanin (KT) içerikleri ve NYD'leri farklı hasat devrelerinde % 20.1 ile 33.9, % 45.0 ile 66.1, % 25.8 ile 42.5, 0.96 ile 1.25 ve 78.3 ile 141.85 arasında değişmiştir. Hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte katran yoncası otunun *in vitro* gaz ve metan üretimi (ml), ME ve OMSD değerleri sırasıyla 41.8 ile 50.4 ml, 6.95 ile 7.70 ml, 9.28 ile 11.0 MJ kg⁻¹ KM ve % 63.6 ile 76.5 arasında değişmiştir. Hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte kaçınılmaz kayıplar olmasına rağmen katran yoncasının tohum bağlama döneminde bile ruminant hayvanların besin maddeleri ihtiyacınının karşılanması amacıyla rasyonlarda kullanılabileceği ileri sürülebilmekle birlikte bu konuda daha detaylı çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Anahtar Sözcükler:
Besin madde kompozisyonu
Besleme değeri
Gaz üretimi
Hasat zamanı
Katran yoncası
Metan üretimi

Effect of harvest stage on the chemical composition, *in vitro* gas and methane production of *Bituminaria bituminosa*

ABSTRACT

The aim of the current experiment was to determine the effect of harvest stage on the chemical composition, *in vitro* gas and methane production, organic matter digestibility and metabolisable energy of *Bituminaria bituminosa*. After determination of chemical composition, *Bituminaria bituminosa* hay was subjected to the test of *in vitro* gas production. The metabolisable energy and organic matter digestibility of *Bituminaria bituminosa* hay were determined using the gas production at 24 h incubation. Harvest stage had a significant effect on the chemical composition of *Bituminaria bituminosa* hay. Dry matter, neutral detergent fiber and acid detergent fiber contents of *Bituminaria bituminosa* hay increased while crude ash, crude protein contents and relative feed value decreased with advancing maturity. Dry matter, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, condensed tannin and relative feed value of *Bituminaria bituminosa* hay ranged from 20.1 to 33.9 %, 45.0 to 66.1 %, 25.8 to 42.5 %, 0.96 to 1.25 % and 78.3 to 141.85 respectively. On the other hand, crude ash and crude protein of *Bituminaria bituminosa* hay ranged from 7.96 to 9.51 and 14.2 to 23.6% respectively. *In vitro* gas production, methane production (as ml), metabolizable energy and organic matter digestibility of *Bituminaria bituminosa* hay ranged from 41.8 to 50.4 ml, 6.95 to 7.70 ml, 9.28 to 11.0 MJ kg⁻¹ DM and 63.6 to 76.5 % respectively and decreased with increasing maturity whereas the percentage of methane increased with increasing maturity. Although the inevitable loss in nutritive value of *Bituminaria bituminosa* plant with advancing maturity, even at the seeding stage, *Bituminaria bituminosa* plant could provide hay of acceptable quality for ruminant animals to meet their requirements. In addition, low level of condensed tannin in *Bituminaria bituminosa* offers an opportunity to decrease the risk of bloat for grazing ruminant animals. But this needs verification with further testing.

Keywords:
Nutrient composition
Nutritive value
Gas production
Harvesting stage
Methane production

© OMU ANAJAS 2019

1. Giriş

Bir baklagil mera bitkisi olan *Bituminaria bituminosa* otu koyun ve keçiler tarafından yaz aylarında tüketilmekte ve halk arasında katran yoncası olarak bilinmektedir. Türkiye’de merada bulunan birçok otun kimyasal kompozisyonu, besleme değeri hasat zamanına bağlı olarak belirlenmesine rağmen katran yoncasının kompozisyonu ve besleme değeri üzerinde yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır (Kamalak ve ark., 2010; Kamalak ve ark., 2011; Kaplan ve ark., 2014a, b). Hayvanların otlatma planlamasının doğru bir şekilde yapılması için merada bulunan bitkilerin besleme değerlerinin büyüme evrelerine göre belirlenmesi gereklidir (Valente ve ark., 2000). Bu kapsamda son zamanlarda daha önce üzerinde fazla bir çalışma olmayan yem bitkilerinin kompozisyonunu, metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesini belirlemek için bazı araştırmalar yürütülmüştür (Kamalak ve ark., 2010; Kamalak ve ark., 2011; Canbolat, 2012; Güven, 2012; Kaya ve Kamalak, 2012). Yemlerin rumendeki fermentasyonu sırasında önemli miktarda açığa çıkan enterik metan önemli düzeyde enerji kaybı (%2-12) ve çevre kirliliğine neden olmaktadır (Johnson ve Johnson, 1995). Metan gazının küresel ısınma etkinliği CO₂’e göre 23 kat daha fazladır. Hem çevre kirliliğine neden olan hem de küresel ısınmaya neden olan enterik metan üretimi *in vitro* gaz üretim tekniği kullanılarak belirlenebilmektedir (Goel ve ark., 2008; Kaplan ve ark., 2014a, b; Ulger ve ark., 2017). Bu çalışmanın amacı, katran yoncası otunun besin madde kompozisyonu, gaz üretimi, metan üretimi, organik madde sindirim derecesi ve metabolik enerjisi üzerine hasat zamanının etkisini belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem

Katran yoncası bitkisi çiçeklenme öncesi (15.04.2013), çiçeklenme (07.05.2013) ve tohum bağlama (11.06.2013) dönemi olmak üzere merada oluşturulmuş parsellerden (5X2 m) üç tekerrürlü olarak hasat edilmiştir. Toplanan katran yoncası bitkisi laboratuara getirilerek gölgede kurutulmuştur. Kurutulmuş katran yoncası 1 mm elekten geçecek şekilde öğütülerek plastik torbalarda kimyasal analizler ve gaz üretim testi için buzdolabında saklanmıştır.

Katran yoncasının kuru madde içeriği 105 °C kurutulmuş ve ham kül içeriği ise 525 °C’de yakılarak belirlenmiştir (AOAC, 1990). Katran yoncasının ham protein içeriği Kjeldahl metoduna göre (AOAC, 1990), nötral deterjan lif ve asit deterjan lif içeriği ise Van Soest ve ark. (1991) tarafından geliştirilen metoda göre yapılmıştır. Katran yoncasının kondense tanin içeriği Butanol-HCl metoduna göre yapılmıştır (Makkar ve ark., 1995). Hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte HP, NDF ve NDF içeriklerindeki günlük azalma, çiçeklenme öncesi ile tohum bağlama dönemindeki HP, NDF ve

NDF içerikleri arasındaki farkın iki dönem arasındaki gün farkına bölünmesiyle bulunmuştur.

Katran yoncasının NYD aşağıda belirtilen formüller kullanılarak belirlenmiştir (Rohweder ve ark., 1978).

$$\% \text{KMSD} = 88.9 - (0.779 * \% \text{ADF})$$

$$\text{KMT} = 120 / \% \text{NDF}$$

$$\text{NYD} = (\% \text{KMSD} * \% \text{KMT}) / 1.29$$

KMSD (%): Kuru madde sindirim derecesi

ADF = Asit deterjan lif (%)

KMT = Kuru madde tüketimi (Vücut ağırlığının %’si olarak),

NYD = Nispi yem değeri

Katran yoncasının *in vitro* gaz ve metan ölçümlerinin yapılabilmesi için Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yerel Etik kutulundan onay alınmıştır (Etik Kurul Rapor No: 2016/6-3). Çalışmada gaz ve metan üretimi *in vitro* gaz üretim tekniği ile belirlenmiştir (Menke ve ark., 1979). Bunun için yaklaşık 200 mg katran yoncası 30 ml tamponlanmış rumen sıvısıyla üç tekerrürlü olarak 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Rumen sıvısı % 60 yonca kuru otu ve %40 arpadan oluşan rasyonla beslenen üç adet erkek koyundan elde edilmiştir. Yirmi dört saatlik net gaz üretimi kör ve standart yem (Hohenheim Üniversitesi, Almanya) göz önüne alınarak hesaplanmıştır. Üretilen gazın metan içeriği (%) metan analiz cihazı (Sensor Europe GmbH, Erkrath, Almanya) kullanılarak belirlenmiştir (Goel ve ark., 2008).

$$\text{Metan (mL)} = \text{Toplam gaz üretimi (mL)} \times \text{metan(\%)}$$

Katran yoncasının metabolik enerji(ME) içeriği ((MJ kg⁻¹ KM) ve organik madde sindirim derecesi (OMSD) Menke ve Steingass (1988) önerdiği aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{ME (MJ kg}^{-1} \text{ DM)} = 1.68 + 0.1418 \text{ GP} + 0.073 \text{ CP} + 0.217\text{EE} - 0.028\text{CA}$$

$$\text{OMSD (\%)} = 14.88 + 0.8893 \text{ GP} + 0.448 \text{ CP} + 0.651\text{CA}$$

GP = 24 saatlik net gaz üretimi (ml/200 mg),

HP = Ham protein (%)

HY: Ham yağ (%)

HK: Ham kül (%)

Katran yoncası otunun kimyasal kompozisyonu, gaz üretimi, metan üretimi, organik madde sindirim derecesi ve metabolik enerjisi üzerine hasat zamanının etkisini belirlemek için elde edilen veriler varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklar Tukey çoklu karşılaştırma testiyle belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Katran yoncası otunun kimyasal kompozisyonuna hasat zamanının etkisi

Katran yoncasının kimyasal kompozisyonuna hasat zamanının etkisi Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelge 1’de görüldüğü gibi hasat zamanı katran yoncasının kimyasal kompozisyonunu önemli derecede etkilemiş olup, hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte elde edilen otun KM, NDF, ADF ve KT içeriği yükselmiş diğer taraftan HP ve NYD önemli derecede azalmıştır. Katran yoncasının KM, NDF, NDF ve KT içerikleri sırasıyla % 20.1 ile 33.9, % 45.0 ile 66.1, % 25.8 ile 42.5, % 0.96 ile 1.25 arasında değişmiştir. Diğer taraftan katran yoncasının HK, HP ve NYD’leri sırasıyla % 7.96 ile 9.51 ve % 14.2 ile 23.6 ve % 78.3 ile 141.8 arasında değişmiştir. Bu çalışmaya konu olan katran yoncasının HP ve ADF içerikleri Ventura ve ark. (2004) bulgularıyla uyum içerisinde olurken NDF içeriği Ventura ve ark. (2004) bildirdiği değerden yüksek bulunmuştur. Ventura ve ark. (2004) katran yoncasının HP ve ADF içeriklerini sırasıyla %17.3 ile 20 ve 25.6 ile % 36.8 olarak NDF içeriğini ise % 38.0 ile 48.1 olarak bildirmiştir.

Bu çalışmada, katran yoncasının HP içeriğindeki günlük azalma (1.62 g kg⁻¹ KM) Kamalak ve ark. (2011) ve Kaplan ve ark. (2014a) akboyotu ve çayır düğmesi otları için bildirilen değerlerden (sırasıyla 2.34 ve 2.54 g/kg) daha düşük bulunmuştur. Diğer taraftan bu çalışmada elde edilen katran yoncasının HP içeriğindeki günlük azalma dar yapraklı üçgül otunda gözlenen azalmadan (Kamalak ve Canbolat, 2010; 0.84 g kg⁻¹ KM) daha yüksek bulunmuştur. Görüldüğü gibi farklı bitki türleri arasında HP içeriğinde hasat zamanına bağlı olarak meydana gelen azalma bakımından önemli farklar mevcuttur. Bu farklılıkların söz konusu bitki türünün

yetiştirildiği bölgenin iklimsel farklılıklarından kaynaklandığı bildirilmiştir (Kaplan ve ark., 2014a).

Hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte katran yoncasının NDF ve ADF içeriklerinde sırasıyla 3.64 ve 2.88 g/kg günlük artış tespit edilmiştir. Katran yoncasının NDF içeriğindeki artış çayır düğmesinde gözlemlenen artıştan yüksek, ADF içeriğinde daha düşük bulunmuştur. Kaplan ve ark. (2014a) çayır düğmesiyle yaptığı çalışmada NDF ve ADF içeriklerindeki artışı sırasıyla 3.32 ve 3.41 g kg⁻¹ olarak bulmuştur.

Hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte katran yoncasının HP içeriğindeki meydana gelen azalmanın yaprak:sap oranındaki düşüşle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Stavarache ve ark. (2015), yoncayla yaptığı çalışmada hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte yaprak:sap oranının % 59’dan % 27’ye düştüğünü bildirmiştir. Yapraklar sapa oranla protein bakımından zengin olmasına rağmen, NDF ve ADF bakımından fakirdir. Dolayısıyla hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte bitkilerin HP içeriğinin NDF ve ADF lehine azalması kaçınılmazdır.

Yemlerde bulunan yüksek düzeyde yer alan KT’ler mikro-organizmaların faaliyetlerini doğrudan etkileyebileceği gibi mikroorganizmaların salgıladığı enzimlerle kompleks oluşturarak dolaylı etki yapabilirler (Singleton, 1981; Lohan ve ark., 1983; Barry ve Duncan, 1984; Makkar ve ark., 1989). Diğer taraftan düşük seviyedeki (% 2-3) KT rumende proteinlerle kompleks oluşturarak proteinlerin aşırı parçalanmasını önlemek suretiyle rumende yıkıma dirençli protein miktarını artırabilir (Barry ve Blaney, 1987). Rasyonda KT içeriğinin % 5 üzerinde olması durumunda ruminant hayvanlarda yem tüketiminin önemli derecede azaldığı bildirilmiştir (Frutos ve ark., 2004). Bu çalışmaya konu olan katran yoncasının KT içeriği % 5’den düşük olduğu için ruminant hayvanlar üzerinde zararlı bir etkisinin olacağı ihtimali düşük görülmektedir.

Çizelge 1. Hasat zamanının katran yoncasının kimyasal kompozisyonu üzerindeki etkisi

	Hasat Zamanı				P
	Çiçeklenme öncesi	Çiçeklenme	Tohum bağlama	SHO	
KM ^x	20.1 ^c	24.6 ^b	33.9 ^a	0.896	<0.001
HK ^y	9.51 ^a	8.13 ^b	7.96 ^b	0.209	0.001
HY ^y	3.53 ^b	3.07 ^c	3.90 ^a	0.071	<0.001
HP ^y	23.6 ^a	16.8 ^b	14.2 ^c	0.076	<0.001
NDF ^y	45.0 ^c	55.3 ^b	66.1 ^a	1.015	<0.001
ADF ^y	25.8 ^c	37.9 ^b	42.5 ^a	0.764	<0.001
KT ^y	0.95 ^b	1.07 ^{ab}	1.25 ^a	0.062	0.007
NYD	141.8 ^a	99.8 ^b	78.3 ^c	1.623	<0.001

^{abc} Aynı satırda aynı simgeye sahip olan ortalamalar arasında fark yoktur (P<0.05) SHO: Standard hata ortalaması; KM: Kuru madde (%), HK: Ham kül (%), HY: Ham yağ (%), HP: Ham protein (%), NDF: Nötral deterjan lif (%), ADF: Asit deterjan lif (%), KT: Kondense tanin (%). ^x: 100 gram taze yemdeki miktarı (%), ^y: 100 gram kuru maddedeki miktarı (%)

3.2. Katran yoncasının *in vitro* gaz üretimi, metan üretimi, metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesi üzerine hasat zamanının etkisi

Katran yoncasının *in vitro* gaz üretimi, metan üretimi, ME ve OMSD üzerindeki hasat zamanının etkisi Çizelge 2'de verilmiştir.

Hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte gaz üretimi, metan üretimi, ME ve OMSD azalmış olup söz konusu parametrelerdeki değişim sırasıyla 41.8 ile 50.4 ml, 6.95 ile 7.70 ml, 9.28 ile 11.0 MJ kg⁻¹ KM and % 63.6 ile 76.5 arasında olmuştur. Bazı araştırmacılar dar yapraklı üçgül otu, akboyotu, çayır düğmesi ve yabancı korunga otlarıyla yaptıkları çalışmada hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte ME ve OMSD'de benzer düşüşler olduğunu bildirmişlerdir (Kamalak ve Canbolat, 2010; Kamalak ve ark., 2011; Kaplan ve ark., 2014a, b).

Genel olarak gaz ve metan üretimi, ME ve OMSD yemlerde bulunan fermente olabilen madde miktarındaki

artışa bağlı olarak yükselir. Daha önce bahsedildiği gibi hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte katran yoncasının NDF ve ADF içeriği protein içeriği aleyhine artmıştır. Başka ifadeyle hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte fermente olan maddelerin miktarı azalmış buna bağlı olarak katran yoncasının gaz üretimi, metan üretimi, sindirim derecesi ve metabolik enerji içeriği azalmıştır.

Fermantasyon sırasında çıkan gazın metan içeriğine göre yemlerin anti-metanojenik özellik bakımından üç grupta sınıflandırabileceği bildirilmiştir (Lopez ve ark., 2010). Fermantasyon sırasında çıkan gazın metan içeriğinin %11 ile 14 arasında olan yemleri düşük anti-metanojenik potansiyelli olarak, % 6 ile 11 arasında orta anti-metanojenik, %0 ile 6 arasında yüksek anti-metanojenik potansiyelli olarak sınıflandırmıştır. Bundan dolayı katran yoncasının her üç dönemde metan içeriği %14'den yüksek olduğu için anti-metanojenik özelliğinin olmadığı söylenebilir.

Çizelge 2. Hasat zamanının Katran yoncasının *in vitro* gaz üretimi, metan üretimi, metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesi üzerindeki etkisi

	Hasat Zamanı		Tohum bağlama	SHO	P
	Çiçeklenme öncesi	Çiçeklenme			
Gaz (ml)	50.4 ^a	45.9 ^b	41.8 ^c	0.817	0.011
CH ₄ (ml)	7.70 ^a	7.12 ^b	6.95 ^b	0.171	0.001
CH ₄ (%)	15.2 ^b	15.4 ^b	16.6 ^a	0.173	<0.001
ME	11.0 ^a	9.87 ^b	9.28 ^c	0.114	<0.001
OMSD	76.5 ^a	68.6 ^b	63.6 ^c	0.655	<0.001

^{abc} Aynı simgeye sahip ve aynı satırda yer alan ortalamalar arasında fark yoktur (P<0.05) SHO: Standard hata ortalaması; ME: Metabolik enerji (MJ kg⁻¹ KM), OMSD: Organik madde sindirim derecesi (%)

4. Sonuç

Mevcut çalışmada ele alınan katran yoncasının, yem değerinde hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte kaçınılmaz kayıplar olmasına rağmen, tohum bağlama döneminde bile ruminant hayvanların besin maddeleri ihtiyacının karşılanmasında kullanılabileceği söylenebilir. Ayrıca, düşük seviyede KT içeren katran yoncası otunun merada otlayan ruminant hayvanlarda şişme riskini azaltıcı rol oynayabilir.

Teşekkür

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (Proje no: 2016/6-13 YLS) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- AOAC., 1990. Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, 15th Edition, Washington, DC. USA.
- Barry, T.N., Duncan S.J., 1984. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus*

- for sheep. I. Voluntary intake. British Journal of Nutrition, 51, 485-491
- Barry, T.N., Blaney, B.J., 1987. Secondary compounds of forages. In: Hacker, J.B. and Ternouth, J.H. (eds) Nutrition of Herbivores, pp. 91-120. (Academic Press: Sydney).
- Canbolat, O., 2012. Potential nutritive value of field bindweed (*Convolvulus arvensis* L) hay harvested at three different maturity stages. Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University, 18(2): 331-335.
- Frutos, P., Hervas, G., Giraldez, F.J., Mantecon, A.R., 2004. Review. Tannins and ruminant nutrition. Spanish Journal of Agricultural Research, 2: 191-202.
- 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.
- Güven, I., 2012. Effect of species on nutritive value of mulberry leaves. Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University, 18(5): 865-869.

- Johnson, K.A., Johnson, D.E., 1995. Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, 73: 2483–2492.
- Kamalak, A., Canbolat, O., 2010. Determination of nutritive value of wild narrow-leaved clover (*Trifolium angustifolium*) harvested at three maturity stages using chemical composition and *in vitro* gas production. *Trop. Grassland*, 44(2): 128-133.
- Kamalak, A., Atalay, A.I., Ozkan, C.O., Kaya, E., Tatliyer, A., 2011. Determination of potential nutritive value of *Trigonella kotshi* Fenzl hay harvested at three different maturity stages. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University*, 17(4): 635-640.
- Kaplan, M., Kamalak, A., Kasra, A.A., Guven, I., 2014a. Effect of maturity stages on potential nutritive value, methane production and condensed tannin content of *Sanguisorba minor* hay. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University*, 20(3): 445-449.
- Kaplan, M., Kamalak, A., Ozkan, C.O., Atalay, A.I., 2014b. Effect of vegetative stages on the potential nutritive value, methane production and condensed tannin content of *Onobrychis caput-galli* hay. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Harran University*. 3(1): 1-5.
- Kaya, E., Kamalak, A., 2012. Potential nutritive value and condensed tannin contents of acorns from different oak species. *Journal of the Faculty of Veterinary Medicine, Kafkas University*, 18(6): 1061-1066.
- Lohan, O.P., Lall, D., Vaid, J., Negi, S.S., 1983. Utilization of oak tree fodder in cattle ration and fate of oak leaf tannins in the ruminant system. *Indian Journal of Animal Science*, 53: 1057–1063.
- Lopez, S., Makkar, H.P.S., Soliva, C.R., 2010. Screening plants and plant products for methane inhibitors. In: Vercoe PE, Makkar HPS, Schlink A, (Eds): *In vitro* screening of plant resources for extra nutritional attributes in ruminants: Nuclear and related methodologies. London, New York, pp. 191-231.
- Makkar, H.P.S., Singh, B., Negi, S. S., 1989. Relationship of rumen degradability with microbial colonization, cell wall constituents and tannin levels in some tree leaves. *Animal Production*, 49: 299–303.
- 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 vitro* techniques. *British Journal of Nutrition*, 73: 897-913.
- Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., Schneider, W., 1979. The estimation of digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they incubated with rumen liquor *in vitro*. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)*, 92: 217-222.
- Menke, H.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.
- Singleton, V.L., 1981. Naturally occurring food toxicants: Phenolic substances of plant origin common in foods. *Advances in Food Research*, 27: 149-242.
- Stavarache, M., Samuil, C., Popovici, C.I., Tarcau, D., Vint, V., 2015. The productivity and quality of alfalfa (*Medicago sativa* L.) in Romanian forest steppe. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici*, 43(1): 179-185.
- Rohweder, D.A., Barnes, R.F., Jorgensen, N., 1978. Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *Journal of Animal Science*, 47: 747-759.
- Ulger, I., Kamalak, A., Kurt, O., Kaya, E., Guven, I., 2017. Comparison of the chemical composition and anti-methanogenic potential of *Liquidamber orientalis* leaves with *Laurus nobilis* and *Eucalyptus globulus* using an *in vitro* gas production technique. *Ciencia Investigacion Agraria*, 44(1): 75-82.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10): 3583-3597.
- Valente, M.E., Borreani, G., Peiretti, P.G., Tobacco, E., 2000. Codified morphological stage for predicting digestibility of Italian ryegrass during the spring cycle. *Agronomy Journal*, 92: 967–973.
- Ventura, M.R., Castanon, J.I.R., Pieltain, M.C., Flores, M.P., 2004. Nutritive value of forage shrubs: *Bituminaria bituminosa*, *Rumex lunaria*, *Acacia salicina*, *Cassia sturtii* and *Adenocarpus foliosus*. *Small Ruminant Research*, 52: 13-18.