

Vejetasyon Döneminin Erciyes Korungasının (*Onobryhis argaea*) Yem Özellikleri Üzerine Etkisi

İsmail Ülger¹, Mahmut Kaplan^{2*}, Bayram Atasagun³, Yusuf Murat Kardes⁴, Turhan Doran², Adem Kamalak⁴

¹Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Kayseri, Türkiye

²Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kayseri, Türkiye

³Erciyes Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kayseri, Türkiye

⁴Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, [Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi](#), Tarla Bitkileri Bölümü, Bilecik, Türkiye

⁵Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

*Sorumlu yazar: mahmutk@erciyes.edu.tr

ÖZ

Çalışmanın amacı farklı vejetasyon dönemlerinde (çiçeklenme öncesi, tam çiçeklenme ve tohum bağlama) hasat edilen Erciyes Korungasının (*Onobryhis argaea*) kimyasal kompozisyonuna (ADF, NDF, ham protein, ham kül, ham yağ, kondense tanen), mineral madde içeriklerine, *in vitro* gaz ve metan üretimi, metabolik enerji (ME) ve organik madde sindirim derecesine (OMS) etkisini belirlemektir. Bu amaçla korungalar 2017 yılında Erciyes dağında doğal ortamlarından üç tekrarlamalı olarak hasat edilmiş ve kurtulmuş analizlere hazırlanmıştır. Kimyasal analizler tesadüf blokları deneme desenine göre analiz edilmiştir.

Çalışma sonuçlarına göre olgunlaşma döneminin ilerlemesiyle nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) ve asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) oranları artarken, ham protein, ham yağ ve ham kül içerikleri azalmıştır. Erciyes korungası otunun olgunlaşma döneminin ilerlemesi yirmi dört saatlik gaz ve metan üretimleri ile metabolik enerji (ME) ve organik madde sindirim derecesi (OMD) önemli ölçüde azaltmıştır. Sonuç olarak, olgunlaşma döneminin ilerlemesiyle birlikte Erciyes korungasının besleme değeri düşmüştür. Erciyes korungası otunun çiçeklenme öncesi ve çiçeklenme döneminde ham protein oranı ve metabolik enerji kapasitesinin yüksek olmasından dolayı otlatılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Onobrychis argaea*, besin değeri, *in vitro* gaz üretimi, metan, kimyasal kompozisyon

Effect of Maturity Stages on Potential Feed Value of Erciyes Sainfoin (*Onobrychis argaea*) Hay

ABSTRACT

The aim of the current experiment was to determine the effect of maturity stage (pre-flowering, flowering and seeding maturity) on the potential nutritive value, gas and methane production, metabolisable energy and organic matter digestibility of Erciyes sainfoin plant. *Onobrychis argaea* plants were manually harvested from three plots that were established over the natural pastures of in Erciyes Mountain, Kayseri in completely randomized block design in the experimental field in 2017. Maturity stage had a significant ($P \leq 0.01$) effect on chemical composition, gas and methane production, organic matter digestibility and metabolisable energy. Acid detergent fiber (ADF) and neutral detergent fiber (NDF) contents increased, crude protein, crude oil, condense tannin and crude ash contents decreased with advancing maturity whereas. The 24 hour gas and methane production, organic matter digestibility and metabolisable energy decreased with increasing maturity. Therefore it was concluded that *Onobrychis argaea* plants should be harvested or grazed before flowering stages and flowering stages because of high crude protein content and metabolisable energy of these stage.

Keywords: *Onobrychis argaea*, nutritive value, *in vitro* gas and methane production, chemical composition

GİRİŞ

Onobrychis cinsinin (*Hedysareae*, *Fabaceae*) Dünya genelinde yaklaşık 342 türü bulunmaktadır. Cinsin üyeleri, Kuzey ılıman bölgeleri, Doğu Akdeniz bölgesi ve Güneybatı Asya'yı içeren kuru açık yaşam alanlarında yaygın olarak bulunmaktadır (Hedge, 1970; Hejazi vd. 2010). Bu türlerin çeşitliliği ve yoğunlaşması Anadolu-İran-Kafkasya bölgesinde yüksektir. Türkiye'de *Onobrychis* cinsi beş bölüme ayrılmıştır ve 65 takson ile temsil edilmektedir, bunların 33'ü endemiktir (Güner vd. 2012). *Onobrychis* (korunga) türleri, pek çok hayvan için yüksek protein içeriğinden dolayı kaba yem olarak ekonomik açıdan oldukça önemlidir (Hayot Carbonero vd. 2011). Buna ek olarak, *Onobrychis* türleri çayır ve meraların iyileştirilmesi, arazi koruma ve rehabilitasyon için büyük bir potansiyele sahiptir (Cavallarian

vd. 2005). *Onobrychis argaea* Kayseri'de Erciyes Dağı'na özgü endemik türdür ve hayvan beslemede yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bölge hayvancılığı açısından yaygın kullanımına rağmen besinsel özellikleri hakkında herhangi bir bilgi bulunmamaktadır.

Hasat zamanının bitkilerin besin kompozisyonuna, metabolik enerji içeriğine, mineral madde içeriğine ve sindirim derecesine olan etkisi bazı araştırmacılar tarafından ortaya konmasına rağmen doğal meralarda araştırmayı bekleyen daha birçok bitki bulunmaktadır (Kamalak ve ark. 2005ab; Kamalak, 2010; Kamalak ve ark., 2011). Bitkilerin değişik zamanlardaki besin madde içeriklerin belirlenmesi bitkinin uygun zamanda hasat edilmesi veya otlatılmasına olanak sağladığı bildirilmiştir (Valente vd. 2000).

Yemlerde besinsel özellikler yönünden farklılıkların belirlenmesinde, yemlerin kimyasal kompozisyonu, metabolik enerji ve sindirilebilir besin maddelerinin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır (Canbolat ve Karaman, 2009). Yemlerin enerji ve sindirilebilir besin maddelerinin belirlenmesinde genellikle *in vivo* yöntemler kullanılmasına rağmen bu yöntemlerin zaman alıcı ve pahalı olmasından dolayı son zamanlarda *in vitro* gaz üretim tekniği ve kimyasal kompozisyonu ile yemlerin potansiyel besleme değerleri ortaya konulmaya çalışılmaktadır (Ülger ve Kaplan, 2016).

Bu çalışmanın amacı vejetasyon döneminin Erciyes korungası otunun potansiyel besleme değerine, metan üretimine ve kondense tanen içeriğine olan etkisini araştırmaktır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Yem örneklerinin hazırlanması ve kimyasal analizlerin yapılması

Bitki örnekleri Erciyes dağında doğal yayılım gösteren alanlardan çiçeklenme öncesi, çiçeklenme ve tohum bağlama dönemlerinde üç tekrarlamalı olarak hasat edilmiş ve alınan ot örnekleri 70 °C'de ağırlıkları sabit oluncaya kurutulmuştur. Kurutulan ot örnekleri 1 mm'lik elek çapına sahip değirmende öğütülerek biyokimyasal analizlere hazır hale getirilmiştir. Ham protein, ham kül ve ham yağ analizleri AOAC (1990)'da belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır. NDF ve ADF analizleri sırasıyla Van Soest ve Wine (1967) ve Van Soest (1963)'de belirtilen yöntemlere göre ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corp. Fairport, NY, USA) cihazı kullanılarak yapılmıştır. Kondense tanen içeriği ise Bütanol-HCl yöntemiyle yapılmıştır (Makkar ve ark. 1995).

Gaz ve metan ölçümlerin yapılması

Vejetasyon döneminin Erciyes korungasının otunun yem özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bu çalışmada gaz ve metan üretiminin belirlenmesinde *in vitro* gaz üretim tekniği kullanılmıştır (Menke ve ark. 1979). Rumen sıvısı %60 yonca ve %40 arpadan oluşan karışımla beslenen fistül takılı ivesi koyunlarından sabah yemlemeden önce alınmıştır. Alınan rumen sıvısı 6 katlı tülbentten süzülmüştür. Süzülen rumen sıvısı 1:2 oranında tampon çözeltiyle karıştırılmıştır. Tomponlanmış rumen sıvısından yaklaşık 0.2 g ot örneği tartılmış olan şırıngalar içerisine 30 ml konularak, 39 °C ayarlı su banyosu içerisine yerleştirilmiştir. Çalışmada net gaz üretimini belirlemek amacıyla dört adet ot örneği olmayan, rumen sıvılı şırıngalarda su banyosuna yerleştirilmiş ve bu şırıngaların ürettikleri az miktarları yem örneği olan şırıngaların gaz üretiminden çıkarılmıştır.

Yem örnekleri 24 saatlik inkübasyona tabi tutularak gaz üretimleri belirlenmiştir. Yem örneklerinin ürettikleri gazlar plastik şırınga kullanılarak İnfrared Metan Analiz cihazına (Sensor Europe GmbH, Erkrath, Germany) transfer edilmiş ve metan üretimleri belirlenmiştir (Goel ve ark. 2008). İnfrared Metan Analiz cihazı enjekte edilen gazın içerisindeki metanı miktarını % olarak belirlemiştir. Bu oran toplam gaz üretimi ile çarpılarak metan üretimi (mL) belirlenmiştir. Metan üretimini hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

Erciyes Korungası ot örneklerinin metabolik enerji değeri (ME) ve organik madde sindirim derecesinin (OMS) belirlenmesi

Erciyes korungası otunun metabolik enerji içeriği, yirmi dört saatlik gaz üretimi ve kimyasal kompozisyonlarına ait bazı parametreler kullanılarak aşağıda belirtilen formülle hesaplanmıştır (Menke ve Steingass 1988).

$$ME \text{ (MJ/kg KM)} = 2.20 + 0.136 \text{ GÜ} + 0.057\text{HP} + 0.002859\text{HY}^2$$

$$\text{OMS (\%)} = 14.88 + 0.889\text{GP} + 0.45\text{HP} + 0.0651\text{HK}$$

Bu eşitliklerde;

KM: Kuru madde

GÜ = Yirmi dört saatlik gaz üretimi (ml)

HP = Ham protein (%)

HY: Ham yağ (%)

HK: Ham kül(%)

OMS: Organik madde sindirim derecesi (%)

Mineral Madde İçeriklerinin Belirlenmesi

Erciyes korungasının mineral madde içeriğinin belirlenmesi amacıyla 0.5 gr ot örneklerine nitrik asit + perklorik asit karışımından 10 ml ilave edilmiş ve yaklaşık 1 ml örnek kalıncaya kadar yaş yakmaya tabi tutulmuştur. Yakma işlemi bittikten sonra hazırlanan çözeltiler saf su ile seyreltilip, filtrelendikten sonra ICP OES spektrofotometresinde (Inductively Couple Plasma spectrophotometer) (Perkin-Elmer, Optima 4300 DV, ICP/OES, Shelton, CT 06484-4794, USA) okuma yapılarak mineral madde içerikleri belirlenmiştir (Mertens 2005).

İstatistik Analizler

Elde edilen biyokimyasal veriler tesadüf blokları deneme desenine göre SAS paket programı (SAS Inst., 1999) kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklar LSD çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

BULGULAR

Vejetasyon döneminin Erciyes korungası otunun kimyasal kompozisyonuna ait ortalama değerler Çizelge 1’de verilmiştir. Hasat zamanının Erciyes korungası otunun kimyasal kompozisyonu üzerine etkisi istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur.

Erciyes korungasında vejetasyon döneminin ilerlemesiyle ADF ve NDF oranlarında artış gözlemlenirken, ham yağ, ham protein, ham kül ve kondense tanen oranlarında azalmalar gözlemlenmiştir. ADF oranı %25.89 ile %29.06 arasında, NDF oranı %39.56 ile %61.11 arasında değişmiştir. Kondense tanen oranı %0.62 ile %0.30 arasında, ham protein oranı %14.87 ile %10.34 arasında, ham kül oranı %8.53 ile %6.51 arasında ve ham yağ oranı ise %1.34 ile %1.01 arasında değişmiştir.

Çizelge 1. Farklı vejetasyon döneminde hasat edilen Erciyes korungası otunun kimyasal kompozisyonuna ait ortalama değerler

| Özellikler (%) | Vejetasyon Dönemleri | | | AÖF | ÖnDr |
|----------------|----------------------|--------------------|--------------------|------|------|
| | Çiçeklenme Öncesi | Çiçeklenme | Tohum Bağlama | | |
| ADF | 25.89 ^c | 29.06 ^b | 31.30 ^a | 0.45 | ** |
| NDF | 39.56 ^c | 47.64 ^b | 61.11 ^a | 1.04 | ** |
| K Tanen | 0.62 ^a | 0.53 ^b | 0.30 ^c | 0.05 | ** |
| Ham Protein | 14.87 ^a | 12.19 ^b | 10.34 ^c | 0.44 | ** |
| Ham Kül | 8.53 ^a | 7.26 ^b | 6.51 ^c | 0.48 | ** |
| Ham yağ | 1.34 ^a | 1.20 ^b | 1.01 ^c | 0.09 | ** |

** : P≤0.01; AÖF: asgari önem farkı; ÖnDr: önem derecesi

Vejetasyon döneminin Erciyes korungasının otunun *in vitro* gaz ve metan üretimi, metabolik enerji içeriği ve organik madde sindirim derecesi içeriğine ait ortalama değerler Çizelge 2’de belirtilmiştir. Vejetasyon döneminin ilerlemesiyle *in vitro* gaz ve metan üretimi, ME ve OMS üzerine etkisi istatistiksel olarak çok önemli (P≤0.01) bulunmuştur. Vejetasyon döneminin ilerlemesiyle *in vitro* gaz ve metan üretimi, metabolik enerji içeriği ve organik madde sindirim derecesi içeriğinde azalmalar gözlemlenmiştir. Gaz üretimi 40.72 ml ile 32.07 ml arasında, metan üretimi 6.58 ml ile 4.26 ml arasında, metabolik enerji 8.59 MJ /kg KM ile 7.15 MJ /kg KM arasında ve OMS ise %58.74 ile %48.79 arasında değişmiştir.

Çizelge 2. Farklı vejetasyon döneminde hasat edilen Erciyes korungası otunun *in vitro* gaz, metan, metabolik enerji içeriği ve organik madde sindirim derecesine ait ortalama değerler

| Özellikler (%) | Vejetasyon Dönemleri | | | AÖF | ÖnDr |
|------------------|----------------------|--------------------|--------------------|------|------|
| | Çiçeklenme Öncesi | Çiçeklenme | Tohum Bağlama | | |
| Gaz Üretimi (ml) | 40.72 ^a | 37.21 ^b | 32.07 ^c | 2.19 | ** |

| | | | | | |
|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|----|
| Metan (ml) | 6.58 ^a | 4.91 ^b | 4.26 ^b | 0.76 | ** |
| ME (MJ /kg KM) | 8.59 ^a | 7.96 ^b | 7.15 ^c | 0.29 | ** |
| OMS (%) | 58.74 ^a | 54.29 ^b | 48.79 ^c | 1.93 | ** |

** : P≤0.01; **AÖF**: asgari önem farkı; **ÖnDr**: önem derecesi; **ME**: metabolik enerji içeriği; **OMS**: organik madde sindirim derecesine

Vejetasyon döneminin Erciyes korungasının otunun mineral madde içeriklerine ait ortalama değerler Çizelge 2’de belirtilmiştir. Vejetasyon döneminin ilerlemesiyle Mn, Co, Fe, Zn, Ni ve Mg içerikleri azalırken Cu içeriği artmış, Cd ve Ca içerikleri önce artmış sonra azalmıştır. Mn 45.33-29.66 ppm arasında, Co içeriği 228.77-144.80 ppm arasında, Fe içeriği 696.17-84.60 ppm arasında, Ni içeriği 174.83-144.90 ppm arasında, Zn içeriği 124.13-92.23 ppm arasında ve Mg içeriği 9.31-4.32 mg/kg/KM arasında değişmiştir. Cu içeriği 36.40-49.33 ppm arasında Cd içeriği 10.87-14.90 ppm arasında ve Ca içeriği ise 8.03-10.21 mg/kg/KM arasında değişmiştir. K içeriği istatistiksel olarak önemsiz çıkmasına rağmen 5.35-9.76 arasında değişmiştir.

Çizelge 2. Farklı vejetasyon döneminde hasat edilen Erciyes korungası otunun mineral madde içeriklerine ait ortalama değerler

| Mineraller (ppm) | Vejetasyon Dönemleri | | | AÖF | ÖnDr |
|---------------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------|------------|-------------|
| | Çiçeklenme Öncesi | Çiçeklenme | Tohum Bağlama | | |
| Mn | 45.33 ^a | 34.62 ^b | 29.66 ^b | 7.30 | ** |
| Co | 228.77 ^a | 155.97 ^b | 144.80 ^b | 21.89 | ** |
| Fe | 696.17 ^a | 562.50 ^b | 84.60 ^c | 65.24 | ** |
| Cu | 36.40 ^c | 41.97 ^b | 49.33 ^a | 2.41 | ** |
| Ni | 174.83 ^a | 163.57 ^a | 144.90 ^b | 13.33 | ** |
| Zn | 124.13 ^a | 107.00 ^b | 92.23 ^c | 12.50 | ** |
| Cd | 11.23 ^b | 14.90 ^a | 10.87 ^b | 2.18 | ** |
| Mineraller mg/g/KM | | | | | |
| Ca | 8.36 ^b | 10.21 ^a | 8.03 ^b | 1.78 | * |

| | | | | | |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|------|-----------|
| Mg | 9.31 ^a | 5.24 ^b | 4.32 ^b | 2.32 | ** |
| K | 9.69 | 9.76 | 5.35 | 5.29 | ÖD |

** : P≤0.01; * : P≤0.05; **AÖF**: asgari önem farkı; **ÖnDr**: önem derecesi; **ÖD**: önemsiz

TARTIŞMA

Erciyes korungası otunun kimyasal kompozisyonu, *in vitro* gaz ve metan üretimi, metabolik enerji içeriği, organik madde sindirim derecesi vejetasyon dönemine bağlı olarak çok önemli değişiklikler gözlemlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar farklı bitkilerde vejetasyon döneminin kimyasal kompozisyon ile *in vitro* gaz ve metan üretimi, metabolik enerji içeriği, organik madde sindirim derecesinin belirlenmesi üzerine yapılan birçok çalışma ile benzerlik göstermiştir. Kaplan ve ark. (2014) yabancı korungada, Üke ve ark. (2017) kinoa bitkisinde, Kamalak ve ark. (2005a,b) kenger ve hardal otlarında, Kamalak ve ark. (2014) çemen otunda, Kaplan ve ark. (2016) teff bitkisinde gelişmenin ilerlemesiyle ADF ve NDF oranlarında artış olurken, ham protein, ham yağ, ham kül, gaz üretimi, ME ve OMS değerlerinde azalmalar olduğunu bildirmişlerdir.

Vejetasyon döneminin ilerlemesiyle ham protein oranında önemli miktarda azalma meydana gelmiştir. Gelişme zamanına bağlı olarak olgunlaşan bitkilerde yapraklar kuruyarak azalmakta ve sap oranında artış olmaktadır. Protein bakımından zengin yaprakların azalması ve protein bakımından fakir sapın artması ile protein oranının azaldığı düşünülmektedir (Buxton, 1996). Olgunlaşma döneminin ilerlemesi hücre duvarı bileşenlerinden yemin sindirim oranını azaltan ADF ve NDF düzeyini artırmıştır. ADF ve NDF oranındaki artışa bağlı olarak ham protein, ham yağ ve fermente olabilir karbonhidrat miktarlarında azalma meydana gelmektedir (Blümmel ve Orskov 1993). Bu durum Erciyes korungasının otunda *in vitro* gaz ve metan üretimi azalmış, gaz üretimi ve kimyasal kompozisyon ile hesaplanan ME ve OMS miktarlarında da azalma olmuştur (Menke ve Steingass, 1988).

Yemlerde bulunan kondense tanen, miktarına bağlı olarak farklı etkilere sahiptir. Düşük oranlardaki (%2–3) kondense tanen proteinlerin rumende aşırı parçalanmasını önlediği için yararlı etkiye sahip olduğu (Barry 1987), yüksek miktarda tanen proteinlerin sindirimini azaltmasında dolayı zararlı etkiye sahip olduğu bildirilmektedir (Kumar ve Singh 1984).

Yemler fermantasyon sonucu çıkan metan içeriğine göre düşük antimetanojenik (>%11 ve ≤%14), orta antimetanojenik (>%6 ve <%11) ve yüksek antimetanojenik (>%0 ve <%6)

olarak sınıflandırılmaktadır (Lopez ve ark. 2010). Çalışmada Erciyes korungası otunun metan içeriği 4.26-6.58 ml arasında değişmiş olup, yüksek antimetanojenik sınıfta yer almıştır.

50 kg'lık canlı ağırlığa sahip bir koyunun günlük 30-50 ppm Fe, 7-11 ppm Cu, 20-40 ppm Mn ve 20-33 ppm Zn ihtiyacı vardır (ARC 1980). Erciyes korungası otunun Mn, Zn, Fe ve Cu içerikleri tüm olgunluk aşamalarında ihtiyaçların üzerinde olmuştur. Co içerikleri tüm olgunlaşma aşamalarında toksik etki eşiğinin üzerinde olmuştur (ARC 1980). Erciyes dağıının volkanik bir dağ olmasından dolayı bazı ağır metaller bakımından zengin toprak özelliği bulunmaktadır. Erciyes korungası otlarının Cd içerikleri 10.87 ve 14.90 ppm arasında değişmiştir, ancak bu yüksek seviyeler toksik etki eşiğinin altındadır (NRC 2005). Ni düşük seviyelerde canlı ağırlık artışı sağlar (Adeloye ve Yousouf, 2001) ve Erciyes korungası otlarının her üç olgunluk aşaması Ni içeriği oldukça yüksektir. Canlı ağırlığı 50 kg olan bir koyunun günlük olarak % 0.20-0.82 Ca, % 0.12-0.18 Mg ve % 0.50-0.80 K olması gerekir (NRC, 1985). Erciyes korungası otlarının Ca, Mg ve K içerikleri tüm vejetasyon dönemlerinde de yeterli seviyede olmuştur.

Sonuç olarak vejetasyon döneminin ilerlemesi Erciyes korungası otunun besinsel özelliklerini oldukça etkilemiştir. Gelişmenin ilerlemesiyle birlikte otun besinler özelliklerinde azalma meydana gelmiştir. Yüksek ham protein ve metabolik enerji içeriğinden dolayı Erciyes korungası çiçeklenme öncesi ve çiçeklenme döneminde otlatılması önerilmektedir. Bununla birlikte vejetasyon döneminin, Erciyes korungasında yem tüketimi ve besleme çalışmaları için *in vivo* besleme denemeleri yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Adeloye, A.A., Yousouf, M.B. (2001). Influence of nicel supplementation from nicelsulphatehexhydrate and nicel-sodiummonofluorophosphate on the performance of the West African dwarf kids. *Small Ruminant Res.* 39, 195-198.
- AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis*. Vol. I. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
- ARC 1980. *The Nutrient requirement of Ruminant Livestock*. Slough, UK: Commonwealty Agricultural Bureaux.
- Barry, T.N. 1987. *Secondary compounds of forages*. "Alınmıştır: *Nutrition of Herbivores*. (eds) Hacker, J.B. and Ternouth, J.H., Academic Press, Sydney, Australia"

- Blummel M, Orskov ER, 1993: Comparison of an in vitro gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. Anim Feed Sci Technol, 40,109-119.
- Buxton DR, 1996: Quality related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. Anim Feed Sci Technol, 59(1-3), 37–49.
- Canbolat, O. ve Karaman, Ş. 2009. Bazı baklagil kaba yemlerinin in vitro gaz üretimi, organik madde sindirimi, nispi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması. Tarım Bilimleri Dergisi, 15, 188-195.
- Cavallarin, L., Antoniazzi, S., Borreani, G., Tabacco, E., 2005. Effects of wilting and mechanical conditioning on proteolysis in sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) wilted herbage and silage. J. Sci. Food Agr. 85: 831-838.
- Goel, G., Makkar, H.P.S. ve Becker, K. 2008. Effect of *Sesbania sesban* and *Carduus spycnocephalus* leaves and Fenu greek (*Trigonella foenum-graecum* L) seeds and their extract on partitioning of nutrients from roughage -and concentrate- based feeds to methane. Anim. Feed. Sci. Technol., 147, 72-89.
- Güner A, Aslan S, Ekim T, Vural M, Babaç MT, editors (2012). Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). İstanbul, Turkey: Nezahat Gökyiğit Botanic Garden and Floristics Research Society.
- Hayot Carbonero C, Mueller-Harvey I, Brown TA, Smith L (2011). Sainfoin (*Onobrychis viciifolia*): a beneficial forage legume. Plant Gen Res 9: 70–85.
- Hedge, I. C. 1970. *Onobrychis*. – In: Davis, P. H. (ed.), Flora of Turkey and the east Aegean Islands. Vol. 3. Edinb. Univ. Press, pp. 560 – 589.
- Hejazi, H. et al. 2010. Cytotaxonomy of some *Onobrychis* (Fabaceae) species and populations in Iran. Caryologia 63: 18-31.
- Kamalak A, Canbolat O, 2010: Determination of nutritive value of wild narrow-leaved clover (*Trifolium angustifolium*) hay harvested at three maturity stages using chemical composition and in vitro gas production. Trop Grassland, 44(2): 128-133.

- Kamalak A, Canbolat O, Gurbuz Y, Erol A, Ozay O, 2005a: Effect of maturity stage on chemical composition, *in vitro* and *in situ* dry matter degradation of tumbleweed hay (*Gundelia tounetortii* L.) Small Rum Res, 58,149-156.
- Kamalak A, Canbolat O, Gurbuz Y. Ozkan CO, Kizilsimsek M, 2005b: Determination of nutritive value of wild mustard, *Sinapsis arvensis* harvested at different maturity stages using *in situ* and *in vitro* measurements. Asian-Austral J Anim Sci, 18 (9), 1249-1254.
- Kamalak A. Atalat A.I. Ozkan C.O. Kaya E. Tatliyer 2014. Determination of potential nutritive value of *Trigonella kotschi* fenzi hay harvested at three different maturity stages. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 17(4): 635-640.
- Kamalak, A., Atalay, A.I., Ozkan, C.O., Kaya, K. ve Tatlıyer, A. 2011. Determination of nutritive value of *Trigonella kotschi* Fenzl hay harvested at three different maturity stages. Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg., 17, 635–640.
- Kamalak, A., Canbolat, Ö., Gürbüz, Y., Erol, A. ve Özay, O. 2005a. Effect of maturity stage on chemical composition, *in vitro* and *in situ* dry matter degradation of tumbleweed hay (*Gundelia tounetortii* L.). Small Rum. Res., 58, 149-156.
- Kamalak, A., Canbolat, Ö., Gürbüz, Y., Ozkan, C.O. ve Kızılsimşek, M. 2005b. Determination of nutritive value of wild mustard (*Sinapsis arvensis*) harvested at different maturity stages using *in situ* and *in vitro* measurements. Asian-Austral. J. Anim. Sci., 18, 1249–1254.
- Kaplan, M., Kamalak, A., Özkan, Ç. Ö., & Atalay, A. İ. (2014). Vejetasyon döneminin yabancı korunga otunun potansiyel besleme değerine, metan üretimine ve kondense tanen içeriğine etkisi. Harran Üniv Vet Fak Derg, 3(1), 1-5.
- Kaplan, M., Özlem, Üke., Hasan, Kale., Yavuz, S., Özer, Kurt., & Atalay, A. İ. (2016). Olgunlaşma döneminin teff otunun potansiyel besleme değeri, gaz ve metan üretimine etkisi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(4), 181-186.
- Kumar R, Singh M, 1984: Tannins: their adverse role in ruminant nutrition. Agric Food Chem, 32(3), 447– 453.

- Lopez S, Makkar H PS, Soliva C R, 2 010: Screening plants and plant products for methane inhibitors. In “In vitro screening of plant resources for extra nutritional attributes in ruminants: Nuclear and related methodologies”, Ed; Vercoe PE, Makkar HPS, Schlink A, London, New York, USA.
- 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. Brit. J. Nutr., 73, 897-913.
- Menke, K.H. Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Anim. Res. Dev., 28, 7-55.
- Mertens, D. 2005. AOAC Official Method 975.03. Metal in Plants and Pet Foods. Official Methods of Analysis, 18th edn. Horwitz, W, and G.W. Latimer, (Eds). Chapter 3, pp. 3-4, AOAC-International Suite 500, 481. North Frederick Avenue, Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA.
- NRC 1985. Nutrient requirement of Sheep. Sixth Revised Ed., pp. 1-99, National Academy Press, Washington, D.C.
- NRC 2005. Mineral Tolerans of Animals. 2nd rev. ed. Washington, D.C. The National Academy Press,
- Üke Ö. Kale H. Kaplan M. Kamalak A. (2017). Olgunlaşma döneminin kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)’da ot verimi ve kalitesi ile gaz ve metan üretimine etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi, 20(1), 42-46.
- Ülger İ. Kaplan M. 2016. Yerel Korunga (*Onobrychis sativa*) Popülasyonlarında Potansiyel Besleme Değeri, Gaz ve Metan Üretimi Yönünden Farklılıklar. Alinteri, 31b: 42-47.
- Valente ME, Borreani G, Peiretti PG, Tobacco E, 2000: Codified morphological stage for predicting digestibility of Italian ryegrass during the spring cycle. Agron J, 92: 967–973.
- Van Soest, P.J. 1963. The use of detergents in the analysis of fibrous feeds: II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. JAOAC, 46, 829-8