

Atf İçin: Bilal, Y., Bakır, T., Selçuk, B., Akçam, H. ve Atalay, A. İ. (2023). Farklı Dönemlerde Hasat Edilen Maralfa Otunun İn Vitro Gaz Üretim Tekniği ile Sindirim Derecelerinin, Fermantasyon Parametrelerinin ve Nispi Yem Değerlerinin Belirlenmesi. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(3): 2285-2293.

To Cite: Bilal, Y., Bakır, T., Selçuk, B., Akçam, H. & Atalay, A. İ. (2023). Determination of Digestion Degrees, Fermentation Parameters, and Relative Feed Values of Maralfa Hay Harvested at Different Periods by *In Vitro* Gas Production Technique. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 13(3): 2285-2293.

Farklı Dönemlerde Hasat Edilen Maralfa (*Miscanthus giganteus*) Otunun Yem Değeri Özelliklerinin Belirlenmesi

Yakup Bilal^{1*}, Tuğba BAKIR¹, Bilal SELÇUK¹, Hülya AKÇAM¹, Ali İhsan ATALAY²

Öne Çıkanlar:

- Maralfa otunun metan üretimi belirlendi
- İn vitro gaz üretim tekniği kullanıldı
- Nispi yem indeksi kullanıldı

Anahtar Kelimeler:

- *Miscanthus giganteus*
- Metan
- Sindirim derecesi
- Nispi yem değeri

ÖZET:

Bu çalışmada farklı dönemlerde hasat edilen maralfa (*Miscanthus giganteus*) otunun kimyasal kompozisyonları, gaz ve metan üretimleri, metabolik enerji değerleri (ME), organik madde sindirim dereceleri (OMSD), gerçek sindirilebilir kuru madde (GSKM), mikrobiyal protein (MP), partitioning factor (PF), mikrobiyal protein sentezleme etkinliği (MPSE) ve nispi yem değerleri (NYD) belirlenmiştir. Maralfa otunun hasat dönemlerinin kimyasal kompozisyon bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiştir (P<0.01). İn vitro gaz üretim tekniği ile 24 saatlik gaz ve % metan üretim değerleri sırasıyla 56.53 – 66.60 ml (500 mg KM) ile % 12.73 – 14.05 arasında değişmiştir (P<0.01). Metabolik enerji ve Organik madde sindirim derecesi sırasıyla 6.50 – 6.93 (MJ/kg) ile % 51.81 – 53.84 arasında gerçekleşmiştir. Nispi yem değerleri indeksine göre maralfa otları 5. kalite ot olarak belirlenmiştir. Maralfa otunun hasat döneminin uzamasıyla gerçek sindirim derecesinde düşüş görülmüştür (P<0.001). Sonuç olarak farklı dönemlerde hasat edilen maralfa otunun metabolik enerji değerlerinin düşük, NDF ve ADF içeriklerinin ise istenilen seviyeden yüksek olması sebebiyle ruminant hayvan beslemede tek başına kaba yem kaynağı olarak kullanılmasının yetersiz olacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu çalışmanın in vivo denemelerle desteklenmesi gerekmektedir.

Determination of Feed Value Characteristics of Maralfa (*Miscanthus giganteus*) Grass Harvested at Different Periods

Highlights:

- Methane production of Maralfa grass determined
- In vitro gas generation technique was used
- Relative feed index used

Keywords:

- *Miscanthus giganteus*
- Methane
- degree of digestion
- relative feed value

ABSTRACT:

The chemical compositions, gas and methane production, metabolic energy values (ME), organic matter digestion degrees (OMD), true digestible dry matter (TDDM), microbial protein (MP), partitioning factor (PF), microbial protein synthesis efficiency (MPSE), and relative feed values (RFV) of harvested *Miscanthus giganteus* hay were determined in this study. Significant differences were determined in terms of the chemical composition of the harvest periods of *Miscanthus giganteus* hay (P<0.01). The 24-hour gas and methane production values using the in vitro gas production technique ranged between 56.53 and 66.60 ml (500 mg DM) and 12.73 and 14.05%, respectively (P<0.01). Metabolic energy and organic matter digestion degrees were between 6.50 – 6.93 (MJ/kg) and 51.81 – 53.84 %, respectively. According to the relative feed value index, *Miscanthus giganteus* hays were determined to be 5th-quality grass. With the prolongation of the harvest period of *Miscanthus giganteus* hay, the true degree of digestion decreased (P<0.001). As a result, it is thought that the use of maralfa grass harvested in different periods as a sole source of roughage in ruminant animal nutrition will be insufficient because its metabolic energy values are low and its NDF and ADF contents are higher than the desired level. In addition, this study needs to be supported by in vivo trials.

¹ Yakup BİLAL (Orcid ID: 0000-0001-9785-5395), Tuğba BAKIR (Orcid ID: 0000-0003-2185-7137), Bilal SELÇUK (Orcid ID: 0000-0001-9136-5707), Hülya AKÇAM (Orcid ID: 0000-0002-6784-1782), Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

²Ali İhsan ATALAY (Orcid ID: 0000-0002-7379-9082), İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, İğdır, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Yakup BİLAL, e-mail: ykpbll1985@gmail.com

GİRİŞ

18.yy'da İngiltere'de ortaya çıkan Sanayi Devrimi ve 1900'lü yılların ortalarında artan nüfus insanların çevreye olan etkisini giderek artırmaya başlamış ve çevre sorunları ortaya çıkmıştır (Çakır, 2016). Ortaya çıkan çevresel tehlikelerin başında ise; küresel ısınma, çevre kirliliğinin artması, yeşil alanlar ve hayvanların nesillerinin yok olması gibi sorunların ortaya çıktığı tespit edilmiştir (Ahi ve Özsoy, 2005). IPCC (2007)'nin raporuna göre bu sorunlardan en önemlilerin küresel ısınma olduğu ve küresel ısınmanın da % 90'ından fazlasının insanlar tarafından meydana geldiği bildirilmiştir. Dünyada yaklaşık olarak 2.5-3 milyar insanın geçimini tarım ve hayvancılık sektöründen kazandığı, tarım ve hayvancılık sektörünün de küresel ısınmaya olan etkisinin % 20 olduğu tespit edilmiştir (Pathak ve Wassmann, 2007; Koyuncu ve Akgün, 2007). Yapılan bir çalışmada ruminant hayvanların iklim değişikliğine olan etkilerinin % 10-12 arasında olduğu bildirilmektedir (Keser ve Kutay, 2021). Bu hayvanlar besin maddeleri ile almış oldukları karbonhidratları rumende fermantasyona uğratarak uçucu yağ asitleri, CO₂ ve H₂ gazlarını meydana getirmektedir. Uçucu yağ asitleri ruminant hayvanların enerji ihtiyacını karşılarken CO₂ ve H₂'nin reaksiyona girmesi sonucu metan gazı oluşmaktadır. Uçucu yağ asitleri rumen duvarından emilip kana geçerken CO₂ ve CH₄ ructus (geğirme) yolu ile dışarı atılarak havaya salınmaktadır. Enterik fermantasyon sonucu oluşan CO₂ ve CH₄ küresel ısınmaya neden olan bir çevresel probleme sebep olmaktadır (Canbolat ve ark. 2013). Bu yüzden işletmelerde hayvanlar beslenirken sadece metan salınımı azaltacak yemlerin seçilmesinin çevreye olan olumsuz etkisinin düşünülmesinin yanında, ruminant hayvanların besin maddeleri ile almış oldukları enerjiyi daha etkin bir şekilde kullanmaları gereklidir. Son zamanlarda küresel ısınmanın önemli bir parçası olan metan gazı salınımını azaltmak için hayvan besleme uzmanları çalışmalar yapmaktadır. Yapılan çalışmalardan birisinin de ruminant beslemede kaliteli kaba yem kullanılması olduğu bildirilmektedir (Johnson ve Johnson, 1995). Ayrıca hayvancılık işletmeleri maliyetlerinin % 70'inden fazlasını yem maliyetleri olduğu bildirilmektedir (Hazar ve Velibeyoğlu, 2018). Bu maliyetlerin azaltılmasına yönelik hayvan besleme uzmanları ve yetiştiricileri alternatif yem arayışı içerisine girmiştir. Çalışmaya konu olan bitki buğdaygiller ailesine ait Maralfa otu (*Miscanthus giganteus*), *Miscanthus sacchariflorus* ile *Miscanthus sinensis* bitkilerinin melezlenmesiyle ortaya çıkan ve anavatanı Japonya'nın güney kısımları olan çok yıllık bir bitkidir (Greef ve Deuter, 1993). Yapılan çalışmada bitki boyunun 3-4 metreye kadar uzayacağı ve bu bitkinin sadece hayvan besleme de yem ham maddesi olarak kullanılmadığı hayvan altlığı, peyzaj çalışmalarında ve mobilya sektöründe de kullanıldığı bildirilmiştir (Faix ve ark., 1988; Yaşar, 2002). *Miscanthus giganteus* Türkiye'de maralfalfa, maralfa otu, fil otu ve dev kral otu gibi isimler ile bilinmektedir (Geren ve ark. 2011). Maralfa otu saçak köklü olup rizozomları kısadır (Geren ve Kavut, 2015). Maralfa otunun ekili alan başına kuru madde verimi, besin değerinin istenilen değerlerde olması ve kardeşleme sayısının fazla olması hayvancılıkta alternatif bir yem olarak düşünülmektedir (Álvarez ve ark. 2021). Fakat yüksek nem ve suda çözünebilir karbonhidrat miktarının az olması bu bitkinin tek başına silaj yapılamamasına neden olup uygun katkı maddeleri ekleyerek kaliteli silaj elde edileceği bildirilmiştir (Li ve ark. 2014).

Bu çalışmada farklı dönemlerde hasat edilen maralfa otunun *in vitro* gaz üretim tekniği ile sindirim derecelerinin, fermantasyon parametrelerinin ve nispi yem değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Yapılan çalışmada besin maddesi olarak kullanılan maralfa otu Kahramanmaraş Dulkadiroğlu ilçesinde bulunan seradan farklı dönemlerde hasat edilmiştir. Maralfa otunun ekim ve hasat dönemleri çizelge 1' de verilmiştir.

Çizelge1. Maralfa otunun ekim ve hasat dönemleri

| | EKİM TARİHİ | HASAT TARİHİ |
|-----------|--------------|-----------------|
| MARALFA 1 | 1 NİSAN 2022 | 15 TEMMUZ 2022 |
| MARALFA 2 | 1 NİSAN 2022 | 15 AĞUSTOS 2022 |
| MARALFA 3 | 1 NİSAN 2022 | 15 EYLÜL 2022 |

Maralfa otları laboratuvara getirilerek ayrı ayrı şekilde etüvde 65 °C'de 24 saatte kurutulmuştur. Daha sonra kurutulan yemler 1 mm elekli değirmende öğütülerek kimyasal analizler için hazır hale getirilmiştir.

Kimyasal Analizler

AOAC (1990)'un belirlemiş olduğu yönteme göre yem örneklerinin azot (N) içerikleri Kjeldahl yöntemine göre ve ham protein içerikleri ise N*6.25 katsayısı ile çarpılarak hesaplanmıştır. Maralfa otlarının ham kül içerikleri 525 °C de 8 saat kül fırınında yakılarak bulunmuştur. Yemlerin nötral deterjan fiber (NDF), Asit deterjan fiber (ADF) içerikleri Van Soest (1991)' e göre ve ham yağ (HY) içerikleri AOAC (1990)' a göre yapılmıştır. Yem örneklerinin nispi yem değerleri (NYD) Van Dyke ve Anderson, (2000)'ın bildirmiş olduğu formülle hesaplanmıştır.

$$\% KMS = 88.9 - (0.779 * \% ADF) \quad (1)$$

$$\% KMT = 120 / \% NDF \quad (2)$$

$$NYD = (\% KMS * \% KMT) * 0.775 \quad (3)$$

NYD: Nispi yem değeri, KMS: Kuru madde sindirimi ve KMT: Kuru madde tüketimi.

Yapılan analizler üç tekerrürlü olacak şekilde yapılmıştır.

Yemlerin İn Vitro Gaz Üretim Değerlerinin Belirlenmesi

Yem ham maddelerinin gaz ve metan ölçümleri Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni bölümü Yemler ve Hayvan Besleme laboratuvarında yapılmıştır. Gaz ve metan ölçümleri için kullanılan rumen sıvısı Kahramanmaraş Onikişubat ilçesinde bulunan özel bir kesimhaneden temin edilmiştir. 3 adet ivesi ırkı koyundan rumen sıvısı alınmıştır. Farklı dönemlerde hasat edilen maralfa otunun gaz ve metan üretimlerini belirlemek için Menke ve ark.(1979)'ın bildirmiş olduğu yöntem kullanılmıştır. Yem ham maddeleri (0.5 gr), tamponlanmış rumen sıvısı (1:2) ile cam şırıngalara koyularak 39 °C'lik su banyosuna üç tekerrürlü olacak şekilde fermantasyona tabii tutulmuştur. Cam şırıngalar da oluşan gaz ve metan miktarları fermantasyonun 24.saatinde ölçülmüştür (Menke ve Steingass, 1988). Yem ham maddelerinin metabolik enerji içerikleri (ME) ve organik madde sindirim dereceleri (OMSD) Menke ve Steingass (1988)'ın bildirmiş olduğu formüle göre yapılmıştır.

$$ME (MJ/kg) = 2.20 + (0.136GÜ) + (0.057HP) + (0.002859 * HY * HY) \quad (4)$$

$$OMSD (\%) = 14.88 + (0.8893 * GÜ) + (0.448 * HP) + (0.651HK) \quad (Menke ve Steingass (1988)) \quad (5)$$

Bu formülde;

ME: Metabolik enerji(MJ/kg)

GÜ: Yirmi dört saat sonunda üretilen gaz miktarı (ml)

OMSD: Organik madde sindirim derecesi(%)

HP: Ham protein (%)

HK: Ham kül (%)

HY: Ham yağ (%)

Gerçek Sindirim Derecesinin Belirlenmesi

24 saatlik fermantasyon sonucu cam şırıngalardan gaz ve metanlar ölçüldükten sonra kalan substratlar bir behere koyulup 70 ml NDF çözeltisi ile 1 saat kaynatma işlemine bırakılmıştır. İşlem bittikten sonra beherdeki sıvı gooch por 1 krozelerinden süzme işlemine tabii tutulmuştur. Süzme işlemi bittikten sonra cam krozelerde kalan besin maddeleri 75 °C'lik etüve koyularak 2 saat bekletilmiştir. Daha sonra etüvden alınan cam krozeler hassas terazide tartılarak Blümmel ve ark.(1997)'nin bildirmiş olduğu formül ile hesaplanmıştır.

$$GSKM (\%) = (\text{İnkube olan substrat miktarı} - \text{Süzme işleminden sonra kalan substrat miktarı}) * 100 \quad (6)$$

$$PF = (GSKM / GÜ) \quad (7)$$

$$MP (mg) = (GSKM - (2.2 * GÜ)) \quad (8)$$

$$MPSE = ((GSKM - (2.2 * GÜ)) / GSKM) * 100 \quad (9)$$

$$GSD (\%) = (GSKM / \text{İnkube olan substrat miktarı}) * 100 \quad (10)$$

İstatistik Analizi

Yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkan veriler varyans analizine tabii tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklar ise; Duncan çoklu karşılaştırma testi ile kıyaslanmıştır (Duncan, 1955).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada kullanılan farklı dönemlerde hasat edilen maralfa otlarının kimyasal içerikleri çizelge 2' de verilmiştir. Maralfa otunun kimyasal içerikleri hasat dönemlerine göre önemli seviyede farklılıklar belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Mikroorganizmaların rumende mikrobiyal faaliyetleri için ihtiyaç duymuş oldukları besinler enerji, protein, vitamin ve mineraldir. Eğer bu besin maddelerinden herhangi birinin eksik olması durumunda mikroorganizmaların rumende faaliyetleri aksamaktadır (Lamb, 2004).Yapılan bir çalışmada ruminant hayvanların rasyonlarında % 12-13 HP içermesi gerektiği bildirilmiştir (Aksoy ve ark.2000; Norton, 2012). Yapılan çalışmada kullanılan maralfa otlarının ham protein içerikleri % 8.9 ile 11.11 aralığında bulunmuştur. En yüksek ham protein içeriği 3.5 aylık maralfa otunda bulunurken, en düşük değer 5.5 aylık maralfa otunda bulunmuştur. Yapılan çalışmalara bakıldığında Geren ve ark. (2011) maralfa otunda HP oranını % 5.61 ile % 5.88 arasında, Naidu ve ark. (2003) ve Huyen ve ark. (2010) maralfa otunda HP oranını % 3-6 arasında bulmuştur. Çalışmada HP içeriğine ilişkin değerler araştırmacıların değerlerine göre biraz yüksek bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada bitkilerin hasat zamanı, olgunluk dönemi, toprak yapısı ve gübreleme gibi etkenlerin ham protein miktarını arttırdığı bildirilmiştir (Budak ve Budak, 2014). Farklı dönemlerde hasat edilen maralfa otlarının HK içerikleri sırasıyla % 11.75 ile 13.52 arasında bulunmuştur. En yüksek HK oranı 4.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otunda, en düşük HK oranı ise 5.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otunda belirlenmiştir. Yapılan araştırmalarda HK değerleri incelendiğinde Geren ve ark.(2011) maralfa otunun HK değerlerini 9.42 ile 10.63 arasında, Collura ve ark. (2006) % 2-3 arasında ve Marin ve ark. (2009) ise % 1-5 arasında tespit etmişlerdir. Bitkilerin hücre duvarında bulunan ADF, selüloz ve ligninden oluşmaktadır (Anonim, 2011). Ruminant hayvanların rasyonlarında ADF oranının bilinmesi gerekmektedir. ADF nin sindirim oranının düşük olmasından dolayı rasyonlarda düşük miktarda olması gerektiği bildirilmektedir (Van Soest, 1994) Eğer bu oranın bilinmemesi durumunda asidoz, abomazum displazisi, laminitis, ruminant hayvanların verimlerinin düşmesi gibi ciddi durumlar oluşabilmektedir (Avellaneda ve ark. 2009; Yang ve ark. 2009). Maralfa otlarına ait ADF değerlerinin % 57.35 - 60.47 aralığında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek ADF oranı 5.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otunda, en düşük ADF oranı ise; 3.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otunda tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Farklı aylarda hasat edilen maralfa otlarının kimyasal içerikleri

| Yemler | KM(%) | HK(%) | HP(%) | HY(%) | NDF(%) | ADF(%) | GÜ | ME | OMSD(%) |
|---------------|-------|--------------------|--------------------|-------|--------|--------|--------------------|-------|--------------------|
| Maralfa otu 1 | 93.43 | 12.94 ^a | 11.11 ^a | 3.6 | 65.67 | 57.02 | 28.40 ^c | 6.93 | 53.54 ^a |
| Maralfa otu 2 | 93.40 | 13.52 ^a | 9.6 ^b | 2.13 | 69.05 | 59.68 | 28.47 ^a | 6.50 | 53.31 ^a |
| Maralfa otu 3 | 93.33 | 11.75 ^b | 8.9 ^c | 2.2 | 69.57 | 60.47 | 28.43 ^b | 6.51 | 51.81 ^b |
| SEM | 0.46 | 0.34 | 0.13 | 0.90 | 1.57 | 1.34 | 0.009 | 0.19 | 0.21 |
| Sig. | 0.975 | 0.006 | 0.000 | 0.262 | 0.093 | 0.093 | 0.000 | 0.104 | 0.000 |

^{abc} Aynı sütünde farklı harf olan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (P<0.05). KM: Kuru madde, HK: Ham kül, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, GÜ: Gaz üretimi(200 mg KM), OMSD: Organik madde sindirim derecesi, NDF: Nötral deterjent fiber,ADF: Acid deterjent fiber, ME: Metabolik enerji(MJ/kg) , SEM: Standart hata ortalaması. Sig: Önem seviyesi

Ruminant hayvanlarda verimliliğin ve sağlıklarının iyi olması için NDF' ye her zaman ihtiyaç duyulmaktadır. Hayvanların ruminasyonları ve rumen fermantasyonu için rasyonlarında belirli miktarda NDF olmalıdır. Yapılan bir çalışmada ruminant hayvanların rasyonlarında % 16-25 arasında NDF olması istenilmektedir. Eğer bu oranın düşük olması durumunda hayvanın tükürük üretemeyeceğinden rumen faaliyetlerinin aksaması nedeniyle pH'nın 4 ve altına düşmesi sonucu rumen asidozuna neden olacağı bildirilmiştir (Tekçe ve Gül., 2014). Bu oranın yüksek olması durumunda ise; yemlerin alımı rumen tarafından kısıtlanır ve rumende selülotik mikroorganizmalar artacağından metan üretimi artışı gözlemlenecektir (Khafipour ve ark. 2009). Ayrıca ortaya çıkan metan ile enerji boşa gidecektir ve hayvan tarafından çevreye salınarak küresel ısınmaya neden olacaktır (Tekçe ve Gül. 2014). Maralfa otlarının NDF oranları % 65.99 ile 69.57 arasında tespit edilmiştir. En yüksek NDF oranının 5.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otunda, en düşük NDF oranının ise 3.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otunda bulunmuştur. Ruminant beslemede yem bitkilerinin NDF oranının % 25- 32 seviyelerinde olması durumunda tükürük sekresyonunun artmasına bağlı olarak rumen pH'sı tamponlanmakta ve ayrıca uçucu yağ asitlerinin üretimi istenilen seviyeye geldiği bildirilmektedir. Ancak NDF oranlarının % 32 seviyelerinden yüksek olması durumunda yem alımı rumen tarafından kısıtlanarak rumen ortamının selülotik mikroorganizmalar tarafına doğru kaydığı bildirilmektedir (Khafipour ve ark. 2009). Kukkonen (2009), ilk olarak 90 ila 120 cm yükseklikte hasat edilen maralfa otunun, %34 ADF, % 56 NDF ile % 19.5 KM 'lik bir HP seviyesine sahip olduğunu belirtmiştir. Bu rakamlar, en iyi yem bitkisi yonca ile karşılaştırılabilir. Ancak daha sonra, üçüncü hasat mahsulü Kasım ayında 120 ila 220 cm yüksekliğe erişen maralfa otunun % 10.5 HP, % 37 ADF, % 66 NDF'ye sahip olduğunu bildirmiştir. Shen ve ark. (2012), ortalama % 60 NDF ve % 30 ADF ile maralfa otu silajının besleme değerinin farklı hasat zamanı ve soldurma işleminden etkilendiğini bildirmiştir.

Maralfa otlarının Kuru Madde Sindirilebilirlikleri, Kuru Madde Tüketimleri ve Nispi Yem Değerleri

Farklı dönemlerde hasat edilen maralfa otlarının kuru madde sindirimi (KMS), kuru madde tüketimi (KMT) ve nispi yem değerleri (NYD) çizelge 3'te verilmiştir. Çalışmada kullanılan maralfa otlarının ADF ve NDF oranlarının artmasıyla birlikte KMS oranının düştüğü gözlemlenmektedir. Maralfa otlarının KMS oranları % 41.78 - 44.22 arasında değişmektedir. En yüksek KMS oranına 3.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otunda gözlemlenirken, en düşük KMS oranı % 41.78 ile 5.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otunda gözlemlenmektedir.

Maralfa otlarının KMT oranları % 1.72- 1.81 arasında değişmektedir. En yüksek KMT oranı 3.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otunda % 1.81, En düşük KMT oranı ise 5.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otunda % 1.72 olarak tespit edilmiştir. Maralfa otu yem bitkilerinin NYD indeksleri 55.86 ile 62.32 arasında değişmektedir. En yüksek NYD indeksi 3.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otunda, en düşük NYD indeksi ise 5.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otunda 55.86 olduğu tespit edilmiştir. Maralfa otunun hasat dönemlerinin nispi yem değeri indeksine göre 5. Kalite yem olduğu

bulunmuştur. Maralfa otunun NYD 'sinin etkisine ilişkin bitki yoğunluğuyla ilgili çok az bilgi vardır veya hiç bilgi olmadığı bildirilmiştir (Geren ve Kavut, 2015).

Çizelge 3. Farklı dönemlerde hasat edilen maralfa otlarının kuru madde sindirimi (KMS), kuru madde tüketimi (KMT) ve nispi yem değerleri (NYD)

| Yemler | KMS(%) | KMT(%) | NYD |
|---------------|--------|--------|-------|
| Maralfa otu 1 | 44.47 | 1.82 | 62.98 |
| Maralfa otu 2 | 42.40 | 1.74 | 57.29 |
| Maralfa otu 3 | 41.78 | 1.72 | 55.86 |
| SEM | 1.04 | 0.04 | 2.77 |
| Sig | 0.093 | 0.091 | 0.090 |

NYD: Nispi yem değeri, KMS:Kuru madde sindirimi ve KMT: Kuru madde tüketimi. SEM: Standart hata ortalaması. Sig: Önem seviyesi

Yemlerin Toplam Gaz Üretimi, Metabolik Enerjileri ve Organik Madde Sindirim Dereceleri

Maralfa otlarına ait 24 saatlik fermantasyon sonucu gaz üretim miktarları 56.53 ile 66.60 ml arasında gerçekleşmiştir. En yüksek gaz üretim miktarı 66.60 ml 3.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otunda, en düşük gaz üretim miktarı ise 56.53 ml olarak 5.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otunda tespit edilmiştir. Maralfa otunun hasat dönemleri gaz üretim miktarlarını önemli derecede etkilemektedir ($P<0.001$). Yapılan bir çalışmada biçim döneminin gecikmesinin gaz üretimini azaltacağı bildirilmektedir (Özkan ve ark. 2018).

Çizelge 4. Farklı dönemlerde hasat edilen maralfa otunun *in vitro* gaz ve metan üretimi, sindirim derecesi ve mikrobiyal protein üretimi

| Parametreler | Maralfa otu 1 | Maralfa otu 2 | Maralfa otu 3 | SEM | Sig. |
|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|------|-------|
| GÜ (ml) | 66.60 ^a | 61.20 ^b | 56.53 ^c | 1.37 | 0.001 |
| Metan (ml) | 8.48 ^a | 8.60 ^a | 7.24 ^b | 0.20 | 0.001 |
| Metan (%) | 12.73 ^b | 14.05 ^a | 12.82 ^a | 0.21 | 0.001 |
| GSKM (mg) | 276.70 ^c | 238.00 ^b | 227.36 ^a | 3.53 | 0.000 |
| PF | 4.15 | 3.88 | 4.02 | 0.11 | 0.158 |
| MP (mg) | 130.17 ^a | 103.34 ^b | 102.99 ^b | 4.71 | 0.002 |
| MPSE (%) | 47.03 | 43.41 | 45.27 | 1.55 | 0.146 |
| GSD (%) | 55.12 ^c | 47.54 ^b | 45.35 ^a | 0.71 | 0.000 |

^{abc}Aynı sütünde farklı harf olan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P<0.05$). GÜ: Gaz üretimi (500 mg KM) GSKM: Gerçek sindirilebilir kuru madde,PF: Partitioning factor, MP: Mikrobiyal protein, MPSE: Mikrobiyal protein sentezleme etkinliği, GSD: Gerçek sindirim derecesi, SEM: Standart hata ortalaması, Sig: Önem seviyesi.

Çalışmada kullanılan yemlerin metan yüzdeleri % 12.73 ile 14.05 arasında bulunmuştur. En yüksek metan yüzdesi 4.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otunda % 14.05 olurken en düşük metan yüzdesi 3.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otunda % 12.73 olarak bulunmuştur. Lopez ve ark. (2010) yaptıkları bir çalışmada yemlerin metan üretimlerini sınıflandırarak % 6-11 arasında olması durumunda orta anti metanojenik, % 0-6 arasında olması durumunda yüksek anti metanojenik ve % 11-14 arasında olması durumunda ise düşük anti metanojenik sınıflandırmaya tabii olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada *in vitro* gaz tekniği sonucunda belirlenen metan içerikleri maralfa otlarının düşük anti metanojenik sınıflandırmaya girdiği görülmektedir.

Maralfa otlarının GSKM değerleri hasat dönemlerine göre değişiklik göstermiştir. GSKM değerleri 227.36 ile 276.70 mg (500 mg KM) arasında değişmiştir. En yüksek GSKM değerine 3.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otunda gözlemlenirken, en düşük GSKM değerine 5.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otu sahip olmuştur.

Araştırmada kullanılan maralfa otlarının PF değerleri hasat dönemlerine göre değişiklik göstermiştir. PF değerleri 3.88 ile 4.15 arasında değişmiştir. Örneklerin PF değerleri arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır. En yüksek PF değerine 3.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otu sahip olurken, en düşük değere ise 4.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otu sahip olmuştur. Yemlerde

bulunan PF değerleri mikrobiyal protein sentezleme etkinliğini belirleyen bir unsur olduğu ve yemlerin uygun PF değerlerinin 2.75 – 4.41 arasında olması gerektiği bildirilmiştir (Blümmel ve ark. 1997a; Blümmel ve Lebzien, 2001). Yapılan bu çalışmada PF değerlerinin uygun aralıkta olduğu görülmektedir.

Maralfa otlarının MP ve MPSE değerleri sırasıyla 102.99 - 130.18 mg ile 43.41- 47.03 % arasında olduğu gözlemlenmektedir. En yüksek MP değeri 3.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otunda olurken, en düşük MP değeri ise 5.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otunda tespit edilmiştir. MPSE nin en yüksek değeri 3.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otunda, en düşük MPSE değerinin 4.5 aylık dönemde hasat edilen maralfa otunda olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 4 incelendiğinde PF değerlerinin arttığı yerde MPSE'nin de arttığı görülmektedir. Yem ham maddelerinde PF miktarının artmasıyla, MPSE oranının da artacağı bildirilmektedir (Blümmel ve ark. 1997b; Blümmel ve Lebzien, 2001).

SONUÇ

Çiftlik hayvanları için çok önemli bir yere sahip olan kaba yemlerin üretimlerinin yapılmasının önemi kadar bu yem maddelerinin kimyasal içeriklerinin de bilinmesi önemlidir. Çalışmada kullanılan maralfa otunun kimyasal içeriklerinin yapılan araştırmalardaki değerler ile farklı olmasının çevre şartları, bitki türü, ekim ve hasat zamanı, gübre kullanılması ve sulama gibi etkenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Maralfa otlarının hasat dönemlerinin uzamasına göre ADF ve NDF değerlerinin istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Maralfa otlarının gaz ve metan üretimleri, HP, OMSD ve KM değerleri hasat dönemlerinin uzamasına bağlı olarak azalmaktadır. Maralfa otunun hasat döneminin uzamasıyla ruminant hayvanlarda gerçek sindirim derecesinin düştüğü belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan maralfa otları nispi yem indeksine göre 5. kalite ot olarak tespit edilmiştir. Hayvanlara verilecek olan kaba yemlerin besin maddelerinin istenilen düzeyde olması için uygun zaman diliminde hasat edilmesi gerektiği görülmektedir. Yapılan çalışmada Maralfa otu 1 grubunun hasat zamanı için en ideal dönem olduğu düşünülmektedir. Maralfa otunun ruminantlarda kuru madde alımına ve büyüme performansına etkisinin belirlenmesi için *in vivo* araştırmalara gereksinim vardır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada değerlendirilen maralfa otunun kullanılmasında yardımcı olan Kadir SAĞER'e teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Ahi, B. ve Özsoy, S. (2005). İlkokullarda görev yapan öğretmenlerin çevreye yönelik tutumları:Cinsiyet ve mesleki kıdem faktörü. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(1), 31-56.
- Akın, G. (2006). Küresel ısınma, nedenleri ve sonuçları. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Dergisi*, 46(2), 29-43.
- Aksoy, A., Macit, M., Karaoğlu, M. (2000). *Hayvan Besleme Ders Kitabı*. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Erzurum, 179-199.
- Álvarez, S., Méndez, P., & Martínez-Fernández, A. (2021). Silage fermentation and chemical composition of *chamaecytisus proliferus* var *palmensis* (tagasaste) and *pennisetum* sp (maralfalfa) using different additives. *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*, 31(4).
- Anonim, (2011). Quality assurance for animal feed analysis laboratories. http://www.fao.org/ag/againfo/home/documents/Network_Quality-control.pdf [Erişim:20.05.2013].

- AOAC. (1990). Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemists pp.66-88. 15th.edition. Washington, DC. USA.
- Arslan, C. (2017). Ruminantlarda rumende oluşan metan üretimini azaltmaya yönelik çalışmalar. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 12(3), 327-337.
- Avellaneda JH., Rodriguez JMP., Gonzalez SS., Barcena R., Hernandez A., Cobos M., Hernandez H., Montanez O., (2009). Effects of exogenous fibrolytic enzymes on ruminal fermentation and digestion of Guinea grass hay. *Anim. Feed Sci. and Tech.*, 149, 70–77
- B. Lamb, "Forage Quality Influences Animal Performance". <http://www.moormans.com/Ecosyl/ForageQualityInfluencesAnimal.htm>. (2004).
- Blümmel, M., Lebzien, P. (2001). Predicting ruminal microbial efficiencies of dairy rations by in vitro techniques. *Livestock Production Science*, 68(2-3): 107-117.
- Blümmel, M., Makkar, H. P. S., Chisanga, G., Mtimuni, J., Becker, K. (1997a). The prediction of dry matter intake of temperate and tropical roughages from in vitro digestibility/gas-production data, and the dry matter intake and in vitro digestibility of African roughages in relation to ruminant liveweight gain. *Animal Feed Science and Technology*, 69(1-3), 131-141.
- Blümmel, M., Steingass, H., Becker, K. (1997b). The relationship between in vitro gas production, in vitro microbial biomass yield and N-15 incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. *British Journal of Nutrition*, 77:911-921.
- Budak, F. ve Budak, F. (2014). Yem bitkilerinde kalite ve yem bitkileri kalitesini etkileyen faktörler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (1), 1-6.
- Canbolat, Ö., Kara, Hüseyin, & Filya, İ. (2013). Bazı baklagil kaba yemlerinin in vitro gaz üretimi, metabolik enerji, organik madde sindirimi ve mikrobiyal protein üretimlerinin karşılaştırılması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2), 71-82.
- Collura, S., Azambre, B., Fiqueneisel, G., Zimny, T., & Victor Weber, J. (2006). *Miscanthus* × *Giganteus* straw and pellets as sustainable fuels. *Environmental Chemistry Letters*, 4(2), 75-78.
- Çakır, Ö. (2016). Ekoloji temeli çevre eğitiminin okul öncesi dönemde çevre bilinci gelişimine katkısı. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Çokadar, H., Türkoğlu, A. ve Gezer, K. (2007). Çevre sorunları, M. Aydoğdu ve K. Gezer, (Ed.), Çevre bilimi içinde (ss. 85-96). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *biometrics*, 11(1), 1-42.
- Faix, O., D.Meier and O.Beinhoff, (1988). Analysis of lignocelluloses and lignins from *Arundo donax* L., *Miscanthus sinensis* Anderss and hidroliquefaction of *Miscanthus*, Federal Research Centre for Forestry and Forest Products, Institute for Wood Chemistry and Chemical Technology of Wood, Hamburg.
- Geren, H., & Kavut, Y. (2015). Effect of different plant densities on the yield and some silage quality characteristics of giant king grass (*Pennisetum hybridum*) under mediterranean climatic conditions. *Turkish Journal of Field Crops*, 20(1), 85-91.
- Geren, H., Tuncer Kavut, Y., & Avcıoğlu, R. (2011). Akdeniz İklim Koşullarında Filotu (*Miscanthus x giganteus*)'nun Verim ve Verim Özellikleri ile Silolanabilirliği Üzerinde Bir Ön Araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(3), 203-209.
- Greef, J. M., & Deuter, M. (1993). Syntaxonomy of *Miscanthus* × *giganteus* GREEF et DEU. *Angewandte Botanik*, 67(3-4), 87-90.
- Hazar, D., & Velibeyoğlu, K. (2018). Kırsal-Ekolojik Müştereklerimiz Mera Alanları. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 24(2), 193-201.
- Huyen, T.L.N., C. Rémond, R.M. Dheilily, B. Chabbert. (2010). Effect of harvesting date on the composition and saccharification of *Miscanthus x giganteus*, *Bioresource Technology* 101:8224–8231.
- IPCC. (2007). Climate Change 2007, Impacts, Adaptation, Vulnerability. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4_wg2_full_report.pdf.
- Johnson, K. A., & Johnson, D. E. (1995). Methane emissions from cattle. *Journal of animal science*, 73(8), 2483-2492.
- Keser, O., & Kutay, C. (2021). Küresel Isınmaya Karşı Ruminantlarda Metan Emisyonunu Azaltmaya Yönelik Besleme Stratejileri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 14(2), 138-159.

- Khafipour, E., Li, S., Plaizier, J. C., & Krause, D. O. (2009). Rumen microbiome composition determined using two nutritional models of subacute ruminal acidosis. *Applied and environmental microbiology*, 75(22), 7115-7124.
- Koyuncu, M., & Akgün, H. (2018). Çiftlik Hayvanları Ve Küresel İklim Değişikliği Arasındaki Etkileşim. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(1), 151-164.
- Kukkonen, C. (2009). Giant king grass, an energy crop for cellulosic biofuels & electric power plants, VIASPACE Inc. Irvine, California USA.
- Kurt, A. A., & Kamalak, A. (2020). Hasat Zamanının Meryemana Dikeninin (*Silybum marianum*) Kompozisyonuna, Gaz Üretimine, Metan Üretimine, Sindirimine ve Metabolik Enerjisine Etkisi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(2), 116-120.
- Li, M., Zi, X., Zhou, H., Hou, G., & Cai, Y. (2014). Effects of sucrose, glucose, molasses and cellulase on fermentation quality and in vitro gas production of king grass silage. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 206-212.
- López, S., Makkar, H. P., & Soliva, C. R. (2010). Screening plants and plant products for methane inhibitors. In *In vitro screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants: nuclear and related methodologies* (pp. 191-231). Springer, Dordrecht.
- Marin, F., J.L. Sánchez, J. Arauzo, R. Fuertes and A. Gonzalo. (2009). Semichemical pulping of *Miscanthus giganteus*. Effect of pulping conditions on some pulp and paper properties, *Bioresource Technology*, 100:3933–3940.
- 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 Development*, 28: 7-55
- Menke, K.H., L. Raab, A. Salewski, H. Steingass, D. Fritz and W. Schneider (1979). The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor. *Journal of Agricultural Science* 93: 217–222.
- Naidu, S. L., Moose, S. P., Al-Shoaibi, A. K., Raines, C. A., & Long, S. P. (2003). Cold tolerance of C4 photosynthesis in *Miscanthus* × *giganteus*: adaptation in amounts and sequence of C4 photosynthetic enzymes. *Plant physiology*, 132(3), 1688-1697.
- Norton, B.W., (2012). The Nutritive Value of Tree Legumes, <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Pubicat/Guttshe/x5556e0j.htm>. (Erişim tarihi, 07.11.2012).
- Özkan, Ç. Ö., Kamalak, A., Şahin, M., & Canbolat, Ö. (2018). Farklı Dönemlerinde Hasat Edilen Bazı Baklagil Yem Bitkilerinin Sindirim Derecesinin Ve Metabolik Enerji Değerlerinin *İn-Vitro* Gaz Tekniği İle Belirlenmesi. *Black Sea Journal of Agriculture*, 1(1), 15-19.
- Özmen, M. T. (2009). Sera Gazı-Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü. *İMO Dergisi*, 453(1), 42-46.
- Pathak, H., Wassmann, R., (2007). Introducing greenhouse gas mitigation as a development objective in rice-based agriculture: I. Generation of technical coefficients. *Agric. Syst.* 94, 807–825.
- Shen, C., X. Shang, X. Chen, Z. Dong and J. Zhang. (2012). Growth, chemical components and ensiling characteristics of king grass at different cuttings, *African Journal of Biotechnology*, 11(64):12749-12755.
- Soest, P. V. (1963). Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *Journal of the Association of official Agricultural Chemists*, 46(5), 829-835.
- Tekce, E., & Gül, M. (2014). Ruminant beslemede NDF ve ADF'nin önemi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 9(1), 63-73.
- Van Dyke, N. J. And Anderson, P. M. (2000). Interpreting a forage analysis. Alabama Cooperative Extension. Circular, ANR-890.
- Van Soest, P. V., 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.
- Van Soest, P.J., Wine, R.H. (1967). Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. IV. Determination of Plant Cell-Wall Constituents. *Journal of the Association of official Agricultural Chemists*, 50: 50-55.
- Yang WZ., Beauchemin KA., (2009). Increasing physically effective fiber content of dairy cow diets through forage proportion versus forage chop length: chewing and ruminal Ph. *J. Dairy Sci.*, 92, 1603–1615.
- Yaşar, S., (2002). *Miscanthus* (*Fil çimeni*) *giganteus*, *Miscanthus goliath* ve *Miscanthus silberfahne*'de selüloz, hemiselüloz ve lignin miktarlarının karşılaştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi A(2):27-40.