

Türkiye'nin Akdeniz Bölgesinde Yetişen Bazı Baklagil Ağaç Yapraklarının Yem Değerleri ve *In Vitro* Fermantasyon Özellikleri

Atilla BAŞER, Adem KAMALAK*

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

*Sorumlu Yazar: akamalak@ksu.edu.tr

Geliş Tarihi: 09.05.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 22.09.2020 Kabul Tarihi: 12.10.2020

Öz

Bu çalışma, bazı baklagil ağaçlarından (*Robinia pseudoacacia Umbracuifera*, *Robinia hispida*, *Robinia pseudoacacia*, *Albizia julibrissin*, *Leucaena leucocephala*, *Gleditsia triacanthos* and *Ceratonia siliqua*) toplanan yapraklarının besin kompozisyonunu, sindirim derecesini ve *in vitro* gaz üretimini (GÜ), metan, metan üretimini (MÜ) ve mikrobiyal protein (MP) üretimini belirlemek için yapılmıştır. Fermantasyon parametreleri belirlemek için, yaprak örnekleri, *in vitro* GÜ tekniği kullanılarak rumen sıvısı ile anaerobik koşullar altında 39 °C de 24 saat boyunca inkübe edilmiştir. Veriler, tesadüf blokları deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur. Baklagil ağaç yapraklarının ham protein içerikleri %8.43 ile 18.88 arasında değişmiş olup, en yüksek protein içeriğine pembe çiçekli akasya sahip olmuştur. Baklagil ağaç yapraklarının gaz üretimi, metan üretimi ve ME değerleri sırasıyla 51.00 ml ile 70.20 ml, 5.78 ml ile 10.47 ml, 5.69 MJ/kg ile 7.34 MJ/kg değerler arasında değişmiştir. Ağaç yapraklarının GSD %37.36 ile 65.25 arasında değişmiş olup en düşük keçiyoynuzu yaprağında bulunurken en yüksek gülibrişim yaprağında bulunmuştur. Ağaç yapraklarının gerçek sindirilebilir kuru madde (GSKM), partitioning faktör (PF), MP ve mikrobiyal protein sentezleme etkinliği (MPSE) sırasıyla 188.63 mg ile 329.92 mg, 3.61 ile 6.02, 73.79 g/KM ile 193.66 g/KM, %38.88 ile 63.25 arasında değişmiştir. Sonuç olarak, baklagil ağaç yapraklarının ruminant hayvanların yaşama ve verim payı protein ve metabolik enerji ihtiyacını karşılayacak potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Baklagil ağaç yaprağı, beslenme değeri, gaz üretimi, metan üretimi, mikrobiyal protein

Nutritive Values and *In Vitro* Fermentation Characteristics Of Some Legume Tree Leaves Grown In Mediterranean Region Of Turkey

Abstract

The current study was carried out to determine the chemical composition, digestibility, *in vitro* gas production, methane production and microbial protein production of leaves collected from some legume trees (*Robinia pseudoacacia Umbracuifera*, *Robinia hispida*, *Robinia pseudoacacia*, *Albizia julibrissin*, *Leucaena leucocephala*, *Gleditsia triacanthos* and *Ceratonia siliqua*). Tree leaves were incubated with buffered rumen fluid under anaerobic condition at 39 °C h for 24 h to determine the fermentation parameters. Data were subjected to variance analysis using randomised block design. The crude protein content of the studied leaves ranged between 8.43% and 18.88% and the highest protein content was found in the leaves of *Robinia hispida*. Gas production, methane production and metabolizable energy of the leaves ranged from 51.00 ml to 70.20 ml, 5.78 ml to 10.47 ml, 5.69 MJ /kg DM to 7.34 MJ / kg DM, respectively. The *in vitro* true digestibility of tree leaves ranged from 37.36 to 65.25% and the lowest true digestibility was found in the *Ceratonia siliqua* leaves while the highest was found in the *Albizia julibrissin* leaves. True digestible dry matter, partitioning factor, microbial protein and efficiency of microbial protein synthesis of tree leaves ranged from 188.63 mg to 329.92 mg, 3.61 to 6.02, 73.79 g/DM to 193.66 g/DM, 63 to 38.88%, respectively. It was found that tree leaves studied in the current experiment have the potential to meet the metabolisable energy and protein requirements of the maintenance and production of a ruminant animal.

Key words: Legume tree leave, nutritive value, gas production, methane production, microbial protein

Giriş

Değişen iklim koşulları, tarım alanlarının giderek azalması ve üreticilerin yem bitkilerine kolay ulaşamaması alternatif yem bitkilerinin önemini arttırmıştır. Bunların en önemlisi kıraç ve dağlık alanlarda kolaylıkla yetişebilen ağaçlar ve çalılardır. Dünyanın birçok yerinde ağaç ve çalı yaprakları koyun, keçi, geyik gibi ruminant hayvanlarının besin madde ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli bir yere sahiptir (Papachristou ve ark., 1996). Ağaçlar ve çalılar otlatma koşullarında zorluk çekilen alanlarda büyük bir kurtarıcıdır ve bunlar bir yıllık beslenme için büyük önem taşımaktadır (Paterson, 1998). Alternatif yem kaynağı olarak düşünülen ağaç yapraklarının hayvan beslemede kullanımını kısıtlayan en önemli unsur ise beslenme değeri anti-besinsel içeriği hakkında fazla bilginin olmayışıdır. Bir yemin çiftlik hayvanlarının rasyonunda kullanılması için o yemin besin maddeleri kompozisyonunun, sindirilme derecesinin ve enerji değerinin bilinmesi gereklidir. Çok eskiden beri Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde ağaç yaprakları ruminant hayvanların beslenmesinde kullanılmaktadır. Son zamanlarda Türkiye'de park ve bahçelerde yetiştirilen protein ve enerji bakımından oldukça zengin baklagil ağaç yapraklarının ruminant hayvanların besin madde ihtiyacını karşılamak için kullanılabileceğini bildirilmiştir (Canbolat, 2012). Farklı ülkelerde de baklagil ağaçlarının ruminant hayvan beslemede kullanılabileceği ile ilgili benzer çalışmalar mevcuttur (Rubanza et al.2007; Pal ve ark. 2015). Bununla birlikte, Türkiye'de baklagil ve diğer ağaç yapraklarıyla yapılan çalışmaların kapsamı oldukça kısıtlı kalmıştır (Canbolat, 2012). Ayrıca ağaç yapraklarında bulunan kondense tanenin ruminantlarda metan üretimini azaltma potansiyeli (Frutos ve ark. 2002; Jayanegara ve ark., 2011) olduğu bildirilmesine rağmen Türkiye'de yetişen baklagil ağaç yapraklarının anti-metanojenik potansiyellerinin henüz ortaya konmaması önemli bir eksikliklerdir. Bilindiği gibi fermantasyon sonucunda oluşan gazın önemli miktarını CO₂ ve CH₄ oluşturmakla birlikte eser miktarda H₂ ve H₂S olmaktadır. Ruminant hayvanlar fermantasyon sırasında önemli miktarda metan üretmektedir. Üretilen bu metan enterik metan olup küresel ısınmaya önemli bir katkısının olması ve enerji kaybına neden olduğu için arzu edilen bir olay değildir. Ruminant hayvanlar tarafından alınan enerjinin %2-12 enterik metan üretimi olarak kaybedilmektedir.

Enterik metan üretiminin istenmemesinin başka bir sebebi ise küresel ısınmaya önemli katkısının olmasıdır. Enterik metan üretimi insan kaynaklı metan üretiminin %73'ü gibi önemli bir

kısımdan sorumludur (Johnson ve Johnson, 1995). Ayrıca Türkiye'de yetişen Baklagil ağaç yapraklarının önemli miktarda protein (Canbolat, 2012) içerdiğinin bildirilmesine rağmen bu yapraklarının mikrobiyal protein sentezleme potansiyeli ortaya konmaması önemli diğer bir eksikliklerdir.

Bu çalışma, bazı baklagil ağaçlarından (*Robinia pseudoacacia Umbracuifera*, *Robinia hispida*, *Robinia pseudoacacia*, *Albizia julibrissin*, *Leucaena leucocephala*, *Gleditsia triacanthos* and *Ceratonia siliqua*) toplanan yapraklarının kompozisyonunu, sindirim derecesini ve *in vitro* gaz üretimini (GÜ), metan üretimini (MÜ) ve mikrobiyal protein (MP) üretimini belirlemek için yapılmıştır.

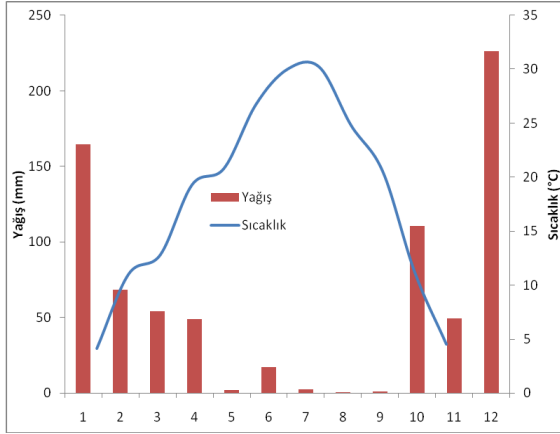
Materyal ve Metot

Araştırmada kullanılan yapraklar 2016 yılında, Temmuz ayında, Kahramanmaraş ilinde, yetişen top akasya (*Robinia pseudoacacia Umbracuifera*), pembe çiçekli akasya (*Robinia hispida*), yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*), gülibrişim (*Albizia julibrissin*), kurşun (*Leucaena leucocephala*), gladiçya (*Gleditsia triacanthos*), keçi boynuzu (*Ceratonia siliqua*) ağaçlarından elle toplanarak laboratuara getirilmiş ve gölgede kurutulmaya bırakılmıştır. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre dizayn edilmiş ve 3 tekerrürden oluşmuştur. Alınan örneklerin türünü temsil etmesi için taze yapraklar (3 kg) her tür için beş farklı ağaçtan toplanmıştır. Ağaçların yetiştiği bölge deniz seviyesinden yaklaşık 630 m yükseklikte olup, ortalama yıllık yağış miktarı ve ortalama sıcaklığı sırasıyla 573.6 mm ve 17.99 °C'dir. Yetiştirme bölgesinin aylık yağış ve sıcaklık değişimi Şekil 1'de verilmiştir. Kuruyan ağaç yaprakları 1 mm elekten geçecek şekilde öğütülmüş ve kimyasal analizler için plastik torbalar içerisinde saklanmıştır. Ağaç yapraklarının kuru madde (KM), ham kül (HK), ham yağ (HY), ham protein (HP) içerikleri Wende Analiz yöntemiyle belirlenmiştir (AOAC, 1990). Ağaç yapraklarının nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) içerikleri Van Soest ve ark. (1991) tarafından açıklandığı gibi belirlenmiştir. Kondense tanen (KT) içerikleri ise Makkar ve ark. (1995) bildirdiği yöntemle belirlenmiştir. Kimyasal analizler üçer tekerrür olarak yapılmıştır ve sonuçlar kuru madde bazında verilmiştir.

Yapraklarının *in vitro* fermantasyon parametreleri, Hohenheim *in vitro* gaz ölçüm tekniği kullanılarak belirlenmiştir (Menke ve ark., 1979). Ağaç yapraklarının *in vitro* gaz ölçümleri için Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yerel Etik kurulunun onayı alınmıştır (Etik

Kurul Rapor No: 2016/6-4). Yaklaşık 500 mg yaprak örnekleri 100 ml şırıngalara tartılmış ve üzerine 40 ml tamponlanmış rumen sıvısı ilave edilerek 39 °C ayarlanmış su banyosunda 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. Rumen sıvısı fistül takılmış iki adet İvesi toklusundan (55-60 kg) sabah yemlemesinden önce alınmıştır. Toklular %60 kaba yem ve %40 kesif yem içeren rasyonla yaşama payı seviyesinde beslenmişlerdir. Fermentasyonun tamamlanmasından sonra gaz ölçümleri yapılarak kaydedilmiştir. Ağaçların net gaz üretimleri körlerden elde edilen gazlar çıkarılarak ve Hohenheim gaz standardına göre düzeltilerek belirlenmiştir. Ağaç yapraklarının metabolik enerji değerleri 1 nolu eşitlik kullanılarak belirlenmiştir (Menke ve Steingass, 1988).

Metabolik Enerji (ME) (MJ/kg KM) = 1.68 + 0.1418GÜ + 0.073HP + 0.217HY + 0.028HK (1)
Burada, GÜ: 24 saatlik gaz üretimi (ml), HP: Ham protein (%), HY: Ham yağ (%) ve HK: kül (%)



Şekil 1. Yetiştirme bölgesinin 2016 yılı aylık yağış ve sıcaklık değişimi

Üretilen gazın yüzde metan içeriği, Infrared metan analiz cihazıyla (Sensor Europe GmbH, Erkrath, Germany) belirlenmiştir (Goel ve ark., 2008) ve metan miktarı (ml) 2 nolu formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{CH}_4 \text{ (ml)} = \text{Gaz (ml)} \times \text{CH}_4 \text{ (\%)} \quad (2)$$

Fermentasyonun sonunda cam şişelerde kalan artıklar beherlere aktarılıp üzerine 70 ml NDF solüsyonu ilave edilmiştir. Bir saatlik kaynama sonunda 1 numaralı krozellerle süzülerek kurutmaya bırakılmıştır. Kurutma tamamlandıktan sonra tartım yapılmıştır. Aşağıda belirtilen eşitlikler kullanılarak ağaç yapraklarının GSKM (3), GSD (4), PF (5), MP (6) ve MPSE (7) değerleri hesaplanmıştır (Blümmel ve ark., 1997a).

$$\text{GSKM (mg)} = (\text{İnkübe edilen kuru madde (mg)} - \text{krozelerde kalan kuru madde (m)}) \quad (3)$$

$$\text{GSD (\%)} = (\text{GSKM} / \text{İnkübe edilen KM}) \times 100 \quad (4)$$

$$\text{PF} = (\text{GSKM} / \text{Üretilen Gaz}) \quad (5)$$

$$\text{MP (mg)} = \text{GSKM} - (2.2 \times \text{GÜ}) \quad (6)$$

$$\text{MPSE (\%)} = \text{GSKM} - (2.2 \times \text{GÜ}) / \text{GSKM} \quad (7)$$

Veriler, tesadüf blokları deneme desenine göre tek yönlü varyans analizine tabi tutulmuştur ve ortalamalar arasındaki farklar Tukey çoklu karşılaştırma testiyle belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Ağaç yapraklarının kuru madde içerikleri %92.51 ile 94.46 arasında değişmiş olup en yüksek kuru madde içeriğine gladiçya yaprağı sahip olmuştur (Çizelge 1). Ham kül içerikleri %4.87 ile 12.35 arasında değişmiş olup en yüksek HK içeriğine kurşun ağaç yaprağı sahip olmuştur. Ağaç yapraklarının HP içerikleri %8.43 ile 18.88 arasında değişmiş olup en yüksek protein içeriğine pembe çiçekli akasya yaprakları sahip olmuştur. Rumen mikro-organizmalarının normal faaliyet göstermesi için rasyonda en az %7-8 oranında HP olması gerektiği bildirilmiştir (Van Soest, 1994). Bu çalışmada incelenen ağaç yapraklarının tamamı baklagil olduğu için HP içerikleri bu değerden (%7-8) yüksek bulunmuştur. Özellikle kurşun, pembe çiçekli akasya, yalancı akasya yaprakların HP içeriği rumen mikro-organizmalarının normal faaliyeti için belirtilen rakamın yaklaşık iki katıdır. Dolayısıyla bu ağaçların HP içerikleri ruminant hayvanların sadece yaşama payı ihtiyacını karşılamakla kalmayıp bir miktar verim payı ihtiyacını karşılayabileceği düşünülmektedir. Diğer taraftan mevcut çalışmada incelenen yaprakların KT içeriklerinin de yüksek olması protein kullanımı ile ilgili sorunlar yaşanabileceğini işaret etmektedir. Ağaç yapraklarında bulunan KT'ler proteinler ile bileşik oluşturarak proteinlerin sindirimini düşürebilir.

Ağaç yapraklarının ham yağ içerikleri %0.88 ile 3.76 arasında değişmiş olup en yüksek ham yağ içeriğine kurşun ağacı yaprakları sahip olmuştur. Ağaç yapraklarının NDF içerikleri %44.70 ile 56.38 arasında değişmiş olup en yüksek NDF içeriğine keçi boynuzu sahip olmuştur. Ağaç yapraklarının asit deterjan fiber içerikleri %25.27 ile 47.43 arasında değişmiş olup en yüksek ADF içeriğine keçi boynuzu yaprakları sahip olmuştur.

Kondense tanen içerikleri %3.75 ile 13.66 arasında değişmiş olup, en yüksek tanen içeriğine pembe çiçekli akasya sahip olmuştur. Rasyonda KT miktarının %5'den fazla olması hayvanların performansını olumsuz yönde etkilediği bazı durumlarda ölümlere neden olabileceği bildirilmiştir. Kondense tanen yem içerisindeki besin maddeleri ve sindirim enzimleriyle kompleks yapı ve bileşikler oluşturarak sindirimi olumsuz etkileyebilmektedir (Singleton, 1981; Lohan ve ark., 1983; Barry ve Duncan, 1984; Makkar ve ark., 1989; Silanikove ve ark., 1994; Silanikove ve ark., 1996). Çizelge 1'de görüldüğü gibi keçi boynuzu

hariç tüm ağaç yapraklarının KT içeriği %5'ten yüksek bulunmuştur. Dolayısıyla bu yaprakların rasyona ilave edilirken KT içerikleri göz önüne alınmalı ve hatta gerekirse KT'nin muhtemel etkilerini elemine etmek için bu yaprakların kullanıldığı rasyona bazı katkı maddeleri (polyethylen glycol gibi) ilave edilmelidir.

Hove ve ark. (2003) çeşitli ağaç yaprakları ile yaptıkları çalışmada, kurşun ağaç yapraklarının HK içeriğini %8.0 ile 8.1, NDF içeriğini %27.4 ile 29.2, ADF içeriğini %13.4 ile 17.4 arasında içerdiklerini bildirmişlerdir. Bu çalışmada kurşun ağaç yapraklarının HK içeriğinin Hove ve ark. (2003) bildirdikleri değerden düşük fakat NDF ve ADF değerlerinden yüksek olduğu görülmektedir. Diğer taraftan bu çalışmada kurşun ağacı için elde edilen HK ve ADF değerleri Widiawati ve Thalib (2009) bildirdikleri değerlere benzer olmasına rağmen HP ve NDF değerleri farklı bulunmuştur. Widiawati ve Thalib (2009) yaptıkları çalışmada, kurşun ağacının ham protein, ADF, NDF ve ham kül içeriğinin

sırasıyla %22, 28, 48 ve 11.1 olarak bildirilmişlerdir. Ayrıca bu çalışmaya konu olan kurşun ağacının HY değerleri Bakshi ve Wadhwa (2004) bildirdikleri değerlerle benzerlik göstermesine rağmen HP, NDF, ADF ve KT içeriklerinde önemli farklar olduğu görülmektedir. Bakshi ve Wadhwa (2004) çeşitli ağaçlarla yaptıkları çalışmada, kurşun ağacının ham protein, ham yağ, NDF, ADF ve KT içeriklerini sırasıyla %22.05, 3.67, 56.42, 37.21 ve 1.12 olarak bildirmiştir.

Türkiye'de yetişen pembe çiçekli akasya, gladiçya, gülibrişim ve yalancı akasya yapraklarının protein içerikleri sırasıyla %21.92, 14.16, 17.20 ve 16.33 olarak; NDF, ADF ve KT içerikleri ise aynı sırayla %34.21, 41.55, 40.33 ve 30.42; %28.06, 31.28, 29.5 ve %27.8; %11.54, 16.11, 4.13 ve 18.35 olarak bildirilmiştir (Canbolat, 2012). Bu çalışmada yalancı akasya için bulunan HP değeri Burner ve ark. (2008) bildirdikleri değerlerle (%16.93-19.5) uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 1. Bazı baklagil ağaç yapraklarının besin madde kompozisyonları.

Ağaçlar	KM	HK	HP	HY	NDF	ADF	KT
Top akasya	92.89 ^c	8.95 ^{cd}	13.52 ^d	1.16 ^d	51.79 ^b	29.32 ^c	12.10 ^a
Pembe çiçekli akasya	93.17 ^c	7.44 ^e	18.88 ^a	2.29 ^c	49.53 ^{bc}	33.07 ^b	13.66 ^a
Yalancı akasya	93.68 ^b	10.80 ^b	16.83 ^b	2.99 ^b	48.12 ^c	31.36 ^b	6.59 ^{bc}
Gülibrişim	93.68 ^b	9.20 ^c	10.20 ^e	3.14 ^b	44.70 ^d	25.27 ^d	6.49 ^{bc}
Kurşun	92.51 ^d	12.35 ^a	15.45 ^c	3.76 ^a	51.32 ^{bc}	27.00 ^d	8.60 ^b
Gladiçya	94.46 ^a	8.14 ^{de}	8.43 ^f	3.74 ^a	48.82 ^{bc}	32.56 ^b	8.25 ^b
Keçiboynuzu	92.98 ^c	4.87 ^f	9.90 ^e	0.88 ^d	56.38 ^a	47.43 ^a	3.75 ^c
OSH	0.094	0.299	0.380	0.101	0.997	0.564	0.944
ÖS	***	***	***	***	***	***	***

KM: Kuru madde (%), HK: Ham kül (%), HY: Ham yağ (%), NDF: Nötral deterjanda çözünmeyen lif (%), ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif (%), KT: Kondense tanen (%), OSH: Ortalamanın standart hatası, ÖS: Önem seviyesi. ^{abcde}Aynı sütunda yer alan aynı simgeye sahip ortalamalar arasında fark yoktur (P>0.05), ***: P<0.001,

Mevcut çalışmada pembe çiçekli akasya yaprakları için elde edilen HP, NDF, ADF değerleri Canbolat (2012) bildirdiği değerlerden yüksek bulunurken KT içeriği ise düşük bulunmuştur. Bu çalışmada Gladiçya yaprakları için belirlenen HP, NDF, ADF ve KT değerlerinin Canbolat (2012) bildirdiği değerlerden daha düşük olduğu görülmüştür. Bu çalışmada Gülibrişim yaprakları için elde edilen HP, NDF, ADF değerleri Canbolat (2012) bildirdiği değerlerden düşük bulunmasına rağmen KT değerinden daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, yalancı akasya yaprakları için elde edilen HP değerlerinin Canbolat (2012) bildirdiği değerle benzer olmasına rağmen NDF değeri bakımından

düşük ve ADF ve KT değerleri bakımından yüksek olduğu görülmektedir.

Görüldüğü gibi farklı araştırmacılar tarafından yürütülen çalışmalara konu olan ağaç yapraklarını kompozisyonları arasında önemli farklılıklar vardır. Ağaç yapraklarının kompozisyonundaki bu farklılıkların ağaçların yetiştiği topraklardaki farklılıklardan, iklimsel farklılıklardan, hasat zamanındaki farklılıklardan kaynaklandığı da düşünülmektedir.

Baklagil ağaç yapraklarının gaz üretimine, metan üretimine, metabolik enerji, sindirime ve mikrobiyal protein sentezine türün etkisi Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Bazı baklagil ağaç yapraklarının *in vitro* gaz üretimi (GÜ), metan üretimi (MÜ), gerçek sindirilebilir kuru maddesi (GSKM), sindirilme derecesi (GSD), mikrobiyal protein sentez etkinliği (MPSE) ve metabolik enerji (ME) değerleri.

Ağaçlar	GÜ	MÜ	MÜ	GSKM	PF	MP	MPSE	GSD	ME
Top akasya	51.00 ^d	5.78 ^d	11.34 ^d	305.86 ^{bc}	6.02 ^a	193.66 ^a	63.25 ^{ab}	60.67 ^{bc}	6.06 ^c
Çiçekli akasya	55.20 ^{bcd}	6.77 ^c	12.27 ^c	303.74 ^{bc}	5.51 ^{ab}	182.30 ^{ab}	60.02 ^{ab}	59.94 ^{bc}	6.89 ^b
Yalancı akasya	58.20 ^b	8.39 ^b	14.42 ^b	295.70 ^c	5.08 ^{bc}	167.66 ^b	56.66 ^{bc}	58.50 ^c	7.16 ^{ab}
Gülibrişim	70.20 ^a	9.74 ^a	13.89 ^b	329.92 ^a	4.70 ^c	175.48 ^{ab}	53.16 ^c	65.25 ^a	7.34 ^a
Kurşun	56.40 ^{bc}	6.24 ^{cd}	11.08 ^d	308.11 ^{bc}	5.48 ^{ab}	184.03 ^{ab}	59.68 ^{ab}	60.82 ^{bc}	7.17 ^{ab}
Gladiçya	66.60 ^a	10.47 ^a	15.71 ^a	315.44 ^{ab}	4.74 ^c	168.92 ^b	53.54 ^c	62.40 ^{ab}	7.11 ^{ab}
Keçiboynuzu	52.20 ^{cd}	5.96 ^{cd}	11.42 ^{cd}	188.63 ^d	3.61 ^d	73.79 ^c	38.88 ^d	37.36 ^d	5.69 ^d
OSH	1.565	0.261	0.272	5.473	0.196	6.760	1.700	1.070	0.088
ÖS	***	***	***	***	***	***	***	***	***

^{abcd} Aynı sütunda yer alan aynı simgeye sahip ortalamalar arasında fark yoktur ($P>0.05$), *** $P<0.001$. OSH: Ortalamanın standart hatası, ÖS: Önem seviyesi

Ağaçların 24 saatlik inkübasyonu sonucu üretilen gaz miktarı 51.00 ile 70.20 ml arasında değişmiş olup en yüksek gaz üretimine gülibrişim ile gladiçya yaprakları sahip olmuştur. Ağaçların 24 saatlik inkübasyonu sonucu üretilen metan miktarı 5.78 ile 10.47 ml arasında değişmiş olup en yüksek metan üretimi gladiçya ile gülibrişim yaprağında olmuştur. Metan üretimi en düşük %11.08 ile kurşun olurken en yüksek metan üretimi %15.71 ile gladiçya yaprakları sahip olmuştur. Yemlerin anti-metanojenik potansiyelinin fermentasyon sırasında çıkan gazın metan içeriği (%) baz alınarak belirlenebileceği ve yemlerin düşük (> 11 ile ≤ 14), orta (> 6 ile < 11) ve yüksek (> 0 ile < 6) anti-metanojenik potansiyele sahip yemler olmak üzere üç gruba ayrılabilirliği bildirilmiştir (Lopez ve ark.2010). Bundan dolayı bu çalışmada gladiçya ve yalancı akasya dışındaki ağaç yapraklarının düşük seviyede anti-metanojenik özelliğe sahip olabileceğini söyleyebiliriz.

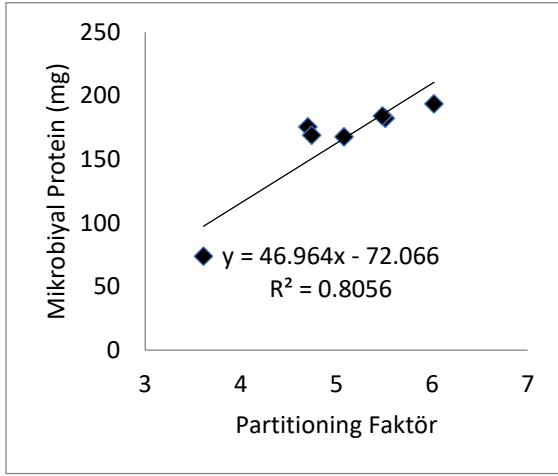
Yaprakların GSKM miktarı 295.70 ile 329.92 mg arasında değişmiş olup en yüksek değere gülibrişim yaprağı sahip olmuştur. Yemlerin PF değerleri 3.61 ile 6.02 arasında değişmiş olup en yüksek PF değeri ise top akasya yaprağında en düşük PF değeri ise keçiboynuzu yaprağında bulunmuştur. Yemlerin PF değerleri teorik olarak 2.75 ile 4.41 arasında olabileceği bildirilmiştir (Blümmel ve ark., 1997a). Bu çalışmada kullanılan ağaç yapraklarının bazılarının PF değerlerinin bu aralığın üst sınırından daha yüksek bulunmuştur. Bu durum genellikle tanen içeren yemlerde sıkça rastlanan bir durumdur. Yemlerde bulunan tanen fermentasyon sırasında suda çözünerek ya da fermentasyon sonunda kuru madde sindirimi belirlemek için kullanılan NDF solüsyonunda çözünerek ortamdan uzaklaşmaktadır. Yemlerde bulunan tanenin çözünerek uzaklaşması sindirilebilir kuru madde

miktarının yükselmesine fakat fermente olmadığı için gaz üretimine herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Sonuç olarak bu çalışmada da olduğu gibi, tanen içeren yemlerin PF değerleri teorik PF değerinden yüksek olabileceği başka araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Makkar ve ark., 1995).

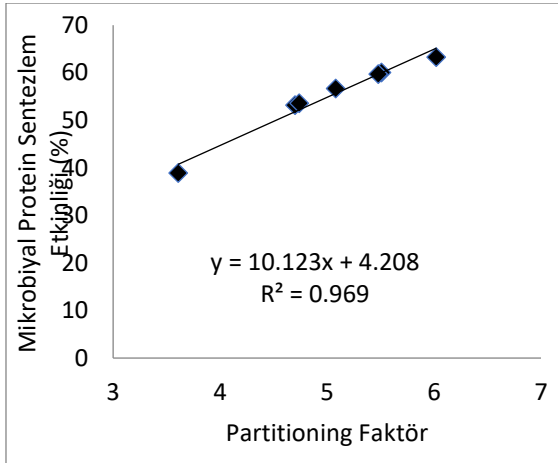
Yaprakların MP (73.79-193.66 mg arasında) ve MPSE (%38.88-63.25 arasında) bakımından aralarında önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir ($P<0.001$). Mikrobiyal protein ve MPSE bakımından en yüksek değere top akasya yaprağı sahip olmuştur. Ruminant hayvanlar protein ihtiyacını mikrobiyal protein ve bypass protein olmak üzere iki kısımdan karşılamaktadır. Bu çalışmada mikrobiyal protein üretimi ve sentezleme etkinliği keçiboynuzu yaprağı hariç diğerlerinden yüksek bulunmuştur.

Yüksek PF değerine sahip bir yem, orantılı olarak daha fazla sindirilmiş maddenin mikrobiyal proteine dahil edildiğini, yani MPSE daha yüksek olduğunu gösterir (Blümmel ve ark. 1997b). Bu çalışmada da benzer trend bulunmuştur. Yaprakların MP ve MPSE değerleri PF değerlerinin artmasıyla yükselmiştir. Yaprakların PF değeri ile MP ve MPSE arasındaki ilişki Şekil 2 ve 3 verilmiştir. Gerçek sindirim derecesine en düşük %37.36 ile keçiboynuzu yaprağı sahip olurken en yüksek gerçek sindirim derecesine %65.25 ile gülibrişim yaprağı sahip olmuştur. Mikrobiyal protein üretimi ve sentezlenmede olduğu gibi keçiboynuzu yaprağı hariç diğerlerinde sindirim derecesi oldukça yüksek bulunmuştur. Ağaç yapraklarının ME ise 5.69 ile 7.34 MJ/kg KM arasında değişmiş olup en yüksek ME içeriği 7.34 MJ/kg KM ile gülibrişim yaprağı sahip olmuştur. Mikrobiyal faaliyetin düşük olmasından dolayı keçiboynuzu yaprağının sindirim

derecesi buna bağlı olarak da ME değeri diğer yapraklardan daha düşük bulunmuştur.



Şekil 2. Partitioning faktör ile mikrobiyal protein üretimi arasındaki ilişki.



Şekil 3. Partitioning Faktör ile Mikrobiyal protein sentezleme etkinliği arasındaki ilişki.

Luginbuhl ve Mueller (2000) dört farklı ağaç yaprağı ile yaptıkları çalışmada gülibrişim, kurşun ağacı ve gladiçya ağaçlarından Eylül ayında hasat edilen yaprakların gerçek sindirim derecelerini sırasıyla %78.7, 58.8 ve 73.8 olarak bildirilmiştir. Ekim ayında is gerçek sindirim derecelerini %88.8, 61.9 ve 69.1 olarak bildirmişlerdir.

Bu çalışmada gülibrişim, kurşun, gladiçya ağaç yapraklarının *in vitro* gerçek sindirim dereceleri sırasıyla %65.25, 60.82 ve 62.40 olarak bulunmuştur. Görüldüğü gibi bu çalışmada bulunan kurşun ağacı gerçek sindirim derecesi Eylül ayında bulunan değerden yüksek, Ekim ayındaki değerlerle hemen hemen aynı bulunmuştur. Diğer ağaç yaprakların gerçek sindirim dereceleri ise düşük bulunmuştur. Parissi ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada, yalancı akasya ağaç yaprağının *in vitro* gerçek sindirim derecesi %57.2 olduğunu bildirmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen yalancı akasyanın gerçek sindirim derecesi Parissi

ve ark. (2018) bildirdikleri değere yakın bulunmuştur. Cheema ve ark. (2014) dört farklı ağaç yaprağı ile yaptıkları çalışmada, kurşun ağacının ME içeriğini 5.77 MJ/kg KM olarak bildirilmişlerdir. Bu çalışmada kurşun ağacı için elde edilen ME değeri Cheema ve ark. (2014) bildirdikleri değerden daha yüksek bulunmuştur. İki çalışma arasında ki farklılığın sebebinin kullanılan yapraklarının farklı zamanda hasat edilmesinden ve farklı kompozisyona sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Evitayani ve ark. (2004) beş farklı ağaç yaprağı ile yaptıkları çalışmada, kurşun ağacının *in vitro* organik madde sindirim derecesi %64.0 ile 68.1 arasında, ME içeriğinin 7.2 ile 7.8 MJ/kg KM arasında değiştiği bildirilmiştir. Bu çalışmada kurşun ağaç yapraklarının gerçek sindirim derecesi ve metabolik enerji değerleri Evitayani ve ark. (2004) bildirdiği değerlerle benzer bulunmuştur. Diğer taraftan Canbolat (2012) Türkiye'de yetişen bazı egzotik ağaç yapraklarıyla yaptığı çalışmada pembe çiçekli akasya, gladiçya, gülibrişim ve yalancı akasya yapraklarının ME ve OMSD sırasıyla 10.15, 9.49, 10.36 ve 9.63 MJ/kg KM , %68.22, 64.42, 78.31, 65.60 olarak bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilen ME enerji değerleri Canbolat (2012) bildirdiği değerlerden daha düşük bulunmuştur. İki çalışma arasında farklılığın kullanılan yapraklarının kompozisyonundaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Ağaç yaprakların kompozisyonu, gaz üretimi, metan üretimi, sindirim derecesi, PF, MP, MPSE ve ME değerleri bitki türüne bağlı olarak değişmiştir. Bu çalışmaya konu olan baklagil ağaç yapraklarının ruminant hayvanların yaşama ve verim payı protein ve metabolik enerji ihtiyacını karşılayacak potansiyele sahip olduğu bulunmuştur.

Ayrıca kurşun, top akasya, pembe çiçekli akasya, keçi boynuzu ve gülibrişim yaprakları düşük anti-metanojenik potansiyele sahip olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte ağaçların yüksek kondense tanen içeriğine sahip olması proteinlerin kullanımını olumsuz etkileyebilir. Tanen içeren ağaç yapraklarının hayvanların yem tüketimine, performansına ve metan üretimine etkisini belirlemek için *in vivo* denemelere ihtiyaç vardır.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti:

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

Kaynaklar

- AOAC., 1990. Official method of analysis. 15th ed., pp.66-88. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Bakshi, M.P.S., Wadhwa, M., 2004. Evaluation of forest tree leaves of semi-hilly arid region as livestock feed. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 17(6): 777-783.
- 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*, 65:496-497.
- 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., M Gomezulu, R., Chen, X. B., Makkar H.P.S., Becker K., Orskov E.R. 1999b. The modification of *in vitro* gas production test to detect roughage related differences in *in vivo* microbial protein synthesis as estimated by the excretion of purine derivatives. *Journal of Agricultural Science (Camb.)*, 133: 335–340.
- Burner, D.M., Carrier, D.J., Belesky, D.P., Pote, D.H., Ares, A., Clausen, E.C. 2008. Yield components and nutritive value of *Robinia pseudoacacia* and *Albizia julibrissin* in Arkansas, USA. *Agroforestry Systems*, 72(1):51-62.
- Canbolat, Ö. 2012. Determination of potential nutritive value of exotic tree leaves in Turkey. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18:419-423.
- Cheema, U.B., Sultan, J.I., Javaid, A., Mustafa, M.I., Younas, M. 2014. Screening of fodder tree leaves by chemical composition, mineral profile, anti-nutritional factors and *in sacco* digestion kinetics. *Scholarly Journal of Agricultural Science*, 4(11):558-564.
- Evitayani, L., Warly, A., Fariani, T., Ichinohe, S., Abdulrazak, A., Fujihara T. 2004. Comparative rumen degradability of some legume forages between wet and dry season in West Sumatra, Indonesia. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 17(8):1107-1111.
- Frutos, P., Hervas, G., Ramos, G., Giraldez, F.J., Mantecon, A.R. 2002. Condensed tannin content of several shrub species from a mountain area in northern Spain, and its relationship to various indicators of nutritive value. *Animal Feed Science Technology*, 95:215-226.
- 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.
- Hove, L., Ndlova, L.R., Sibanda, S. 2003. The effects of drying temperature on chemical composition and nutritive value of some tropical fodder shrubs. *Agroforestry Systems*, 59: 231–241.
- Jayanegara, A., Wina, E., Soliva, C.R., Kreuzer, M., Leiber, F. 2011. Dependence of forage quality and methanogenic potential of tropical plants on their phenolic fractions as determined by principal component analysis. *Animal Feed Science and Technology*, 163(2-4): 231-243.
- Johnson, K. A., Johnson, D.E. 1995. Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, 73: 2483-2492.
- 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, P.E., Makkar, H.P.S., Schlink, A. (Eds): *In vitro* screening of plant resources for extra nutritional attributes in ruminants: Nuclear and related methodologies. Springer London, New York. pp. 191-231.
- Luginbuhl, J. M., Mueller, J.P. 2000. Evaluation of fodder trees for goats. 7th International Conference on Goats, pp 77-79, 15-18 May, Tours, France.
- Makkar, H. P. S., Blümmel, M., Becker, K. 1995. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility in *in vitro* techniques. *British Journal of Nutrition*, 73(6):897-913.

- 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.
- Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., Schneider, W. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *The Journal of Agricultural Science*, 93(1):217-222.
- Menke, K.H., Steingass, H. 1988. Estimation of energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production. *Animal Research Development*, 28: 7-55.
- Pal K., Patra, A.K., Sahoo, A., Kumawat, P.K.. 2015. Evaluation of several tropical tree leaves for methane production potential, degradability and rumen fermentation *in vitro*. *Livestock Science*, 180:98-105.
- Papachristou, T.G., Nastis, A. S. 1996. Influence of deciduous broad leaved woody species in goat nutrition during the dry season in northern Greece. *Journal of Small Ruminant Research*, 20(1):15-22.
- Parissi, Z.M., Abraham, E.M., Roukos, C., Kyriazopoulos, A.P., Petridis, A., Karameri, E. 2018. Seasonal quality assessment of leaves and stems of fodder ligneous species. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46(2):426-434.
- Paterson, R.T., Karanja, G.M., Nyaata, O.Z., Kariuki, I.W., Roothaert, R.L. 1998. A review of tree fodder production and utilization within smallholder agroforestry systems in Kenya. *Agroforestry Systems*, 41 (2): 181-199.
- Rubanza, C.D.K., Shem, M.N, Bakengesa, S.S., Ichinohe, T., Fujihara, T. 2007. The content of protein, fibre and minerals of leaves of selected Acacia species indigenous to north-western Tanzania. *Archives of Animal Nutrition*, 61(2): 151 – 156.
- Silanikove, N., Gilboa, N., Nir, I., Perevolotsky, Z., Nitsan, Z. 1996. Effect of a daily supplementation of polyethylene glycol on intake and digestion of tannin- containing leaves (*Quercus calliprinos*, *Pistacia lentiscus*, *Ceratonia siliqua*) by goats. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 44:199-205.
- Silanikove, N., Nitsan, Z., Perevolotsky, Z. 1994. Effect of polyethylene glycol supplementation on intake and digestion of tannin containing leaves (*Ceratonia siliqua*) by sheep. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 42:2844-2847.
- Singleton, V.L. 1996. Naturally occurring food toxicants: Phenolic substances of plant origin common in foods. *Advances in Food Research*, 27:149-242.
- 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.
- Widiawati, Y., Thalib, A. 2009. Comparison of fermentation kinetics (*in vitro*) of grass and shrub legume leaves: the pattern of VFA concentration, estimated CH₄ and microbial biomass production, *Indonesian Journal of Agriculture*, 2(1):2009: 21-27.