KSÜ Tarım ve Doğa Derg 29 (Ek Sayı 1), 265-279, 2026
KSU J. Agric Nat 29 (Suppl 1), 265-279, 2026
https://doi.org/10.18016/ ksutarimdoga.vi.1872377

Asteraceae Familyasına Ait Bazı Türlerin Yem Değeri ve Anti-metanojenik Özelliklerinin Belirlenmesi

Hacer KAYA[1]
[1]Gümüşhane Üniversitesi, Kelkit Aydın Doğan Meslek Yüksekokulu, Veterinerlik Bölümü, Gümüşhane, Türkiye
[1]https://orcid.org/0000-0001-9024-8525
✉: hacerkaya@gumushane.edu.tr

ÖZET

Bu çalışma, *Asteraceae* familyasına ait bazı türlerin (sarı çiçekli civanperçemi, beyaz çiçekli civanperçemi, sarı çiçekli papatya, beyaz çiçekli papatya, altın otu, pelin otu, tarhun) besin madde kompozisyonları, yem değeri ve *in vitro* gaz üretim (İVGÜ) özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu türlerin ruminant beslemede kaba yem veya fonksiyonel yem katkı maddesi olarak kullanım potansiyeli, tür bazında değerlendirilmiştir. Bitkiler Haziran ayının üçüncü haftasında toplanmıştır. Besin madde kompozisyonları Weende analiz metoduyla, anti-metanojenik özellikler İVGÜ tekniğiyle belirlenmiştir. Türlerin besin madde kompozisyonu, yem değerlendirme parametreleri ve İVGÜ değerleri arasında önemli farklılıklar bulunmuştur ($p<.001$). Ham yağ (HY), ham protein (HP), nötral deterjan lifi (NDF), asit deterjan lifi (ADF), nispi yem değeri (NYD) ve toplam sindirilebilir besin maddeleri (TDN) değerleri sırasıyla %7.43-16.04, %8.19-23.88, %25.16-51.11, %17.05-37.62, %108.46-280.94 ve %52.79-79.33 arasında belirlenmiştir. HP, NYD ve TDN değerleri en yüksek tarhunda, en düşük altın otunda; NDF ve ADF içerikleri en düşük tarhunda, en yüksek altın otunda ölçülmüştür. Türlerin 24 saatlik İVGÜ, metan (CH_4), metabolik enerji (ME), net enerji laktasyon (NEL) ve organik madde sindirim derecesi (OMSD) sırasıyla 26.54-49.14 ml 200 mg^{-1}, 0.98-9.47 ml 200 mg^{-1}, 6.65-9.75 MJ kg^{-1}, 3.63-5.83 MJ kg^{-1} ve %45.08-69.50 arasında değişmiştir. İVGÜ, ME ve NEL değerleri en yüksek beyaz çiçekli papatyada en düşük altın otunda olduğu görülürken, en yüksek OMSD değeri ve en düşük CH_4 üretimi tarhunda görülmüştür. Sonuç olarak tarhun, beyaz çiçekli civanperçemi ve pelin otu HP içeriği bakımından; tarhun, pelin otu ve beyaz çiçekli papatya NYD, TDN, ME, NEL ve OMSD içeriği bakımından; tarhun ve beyaz çiçekli papatya anti-metanojenik özellikler bakımından diğer türlere göre daha üstün bulunmuştur ($p<.001$).

Zootekni

Araştırma Makalesi

Makale Tarihçesi
Geliş Tarihi : 26.01.2026
Kabul Tarihi : 26.03.2026

Anahtar Kelimeler
Asteraceae
Besin madde içeriği
Yem kalitesi
İn vitro gaz üretimi
İn vitro metan üretimi

Determination of Feed Value and Anti-methanogenic Properties of Some Species Belonging to the *Asteraceae* Family

ABSTRACT

This study aimed to determine the nutrient composition, feed value, and *in vitro* gas production (IVGP) parameters of several *Asteraceae* species, including yellow- and white-flowered yarrow, yellow- and white-flowered chamomile, immortelle, wormwood, and tarragon. The potential use of these species as roughage or functional feed additives in ruminant nutrition has been evaluated on a species-specific basis. Plant samples were collected in the third week of June. Nutrient composition was analyzed using the Weende method, and methane-mitigating potential was assessed by the IVGP technique. Significant differences were observed among species in nutrient composition, feed evaluation parameters, and IVGP characteristics ($p<.001$). Ether extract (EE), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), relative feed value (RFV), and total digestible

Animal Science

Research Article

Article History
Received : 26.01.2026
Accepted : 26.03.2026

Keywords
Asteraceae
Nutrient composition
Forage quality
In vitro gas production
In vitro methane production

nutrients (TDN) ranged from 7.43–16.04%, 8.19–23.88%, 25.16–51.11%, 17.05–37.62%, 108.46–280.94, and 52.79–79.33%, respectively. Tarragon exhibited the highest CP, RFV, and TDN values and the lowest NDF and ADF contents, while immortelle showed the lowest CP, RFV, and TDN values and the highest fiber contents. The 24-h IVGP, methane (CH_4) production, metabolizable energy (ME), net energy for lactation (NEL), and organic matter digestibility (OMD) ranged from 26.54–49.14 ml 200 mg^{-1}, 0.98–9.47 ml 200 mg^{-1}, 6.65–9.75 MJ kg^{-1}, 3.63–5.83 MJ kg^{-1}, and 45.08–69.50%, respectively. The highest IVGP, ME, and NEL values were observed in white-flowered chamomile, whereas tarragon exhibited the highest OMD and lowest CH_4 production. In conclusion, tarragon, white-flowered yarrow, and wormwood were superior in terms of CP content; tarragon, wormwood, and white-flowered chamomile were superior regarding RFV, TDN, ME, NEL, and OMD; and tarragon and white-flowered chamomile demonstrated the greatest methane-mitigating potential ($p<.001$).

Atıf İçin: Kaya, H. (2026). Asteraceae familyasına ait bazı türlerin yem değeri ve anti-metanojenik özelliklerinin belirlenmesi *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi, 29*(Ek Sayı 1), 265–279. https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.1872377

To Cite: Kaya, H. (2026). Determination of Feed Value and Anti-methanogenic Properties of Some Species Belonging to the *Asteraceae* Family *KSU J. Agric Nat 29* (Suppl 1), 265-279. https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.1872377

GİRİŞ

İçinde bulunulan yüzyılda karşı karşıya kalınan temel sorunların başında, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini sınırlandırmak ve eş zamanlı olarak hızla artan dünya nüfusunun gıda güvenliğinin sağlanması gelmektedir (Verma ve ark., 2024). Ruminant hayvanlar, yüksek biyolojik değere sahip hayvansal orijinli gıdaların başlıca kaynaklarıdır; ancak metan (CH_4) gibi güçlü sera gazlarının salınımıyla da ilişkilendirilmektedirler (Ghassemi Nejad ve ark., 2024). Antropojenik faaliyet orjinli sera gazı emisyonlarının yaklaşık %14.5'i ruminant hayvanlar tarafından üretilmektedir ve bunun önemli bir kısmını enterik CH_4 oluşturur (Nunes ve ark., 2023). Ruminal fermentasyon sürecinde açığa çıkan enterik CH_4, çevresel etkilerinin yanı sıra yemlerle alınan toplam enerjinin yaklaşık %2–12'sinin gaz formunda kaybına neden olarak, besleme verimliliği açısından önemli bir sorun oluşturmaktadır (Moraes ve ark., 2014). Bu çerçevede ruminant beslemede verimliliğin artırılması ve çevresel etkilerin azaltılmasına yönelik stratejilerin geliştirilmesi hem gıda güvenliğinin sürdürülebilirliği hem de iklim değişikliğiyle mücadele açısından kritik bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır. Ruminantlarda enterik CH_4 üretiminin azaltılmasına yönelik yaklaşımlar arasında rasyon bileşiminin optimize edilmesi ve yem katkı maddelerinin kullanımı öne çıkan stratejiler arasındadır (Moate ve ark., 2017). Ayrıca bazı ağaçların ve ikincil metabolitlerinin geviş getiren hayvanlardan kaynaklanan CH_4 emisyonlarını azaltma potansiyeli üzerine, alternatif yem kaynakları geliştirmek amacıyla yapılmış çalışmalar da mevcuttur (Balyen & Bozkurt Kiraz, 2024). Antibiyotik kökenli katkı maddelerinin geçmişte rumen fermentasyonunu yönlendirmede kullanıldığı bilinmekle birlikte, antimikrobiyal direnç riski ve kalıntı sorunları nedeniyle bu uygulamaların birçok ülkede sınırlandırılması, alternatif doğal katkı maddelerine olan ilgiyi artırmıştır (Hristov ve ark., 2013; Beauchemin ve ark., 2020). Enterik CH_4 azaltımına yönelik kullanılan katkı maddeleri ve uygulanan besleme stratejilerinin yalnızca biyolojik etkinlik açısından değil, aynı zamanda ekonomik sürdürülebilirlik, kolay temin edilebilirlik ve pratik uygulanabilirlik bakımından da değerlendirilmeleri gerekmektedir (Güler ve ark., 2019). Sekonder metabolitler bakımından zengin tıbbi-aromatik bitkiler arasında yer alan *Asteraceae* familyasına ait türler, rumen mikrobiyal ekolojisini modüle etme ve enterik metan (CH_4) üretimini azaltma potansiyelleri nedeniyle son yıllarda sıklıkla araştırma konusu hâline gelmiştir (Sallam ve ark., 2011; Gemeda & Hassen, 2015; Chemsa ve ark., 2018; Loza ve ark., 2021; Ángeles-Mayorga ve ark., 2022; Karadeniz-Pekgöz, 2024; Sheida ve ark., 2024; Verma ve ark., 2024).

Asteraceae familyası, yaklaşık 1600 cins ve 23.000'den fazla türü içeren çok sayıda çiçekli bitkiyi kapsamaktadır (Bessada ve ark., 2015). Antarktika kıtası dışında dünyanın hemen her yerinde *Asteraceae* familyasına ait bitkileri görmek mümkündür (Dağ Osmanlıoğlu, 2021). Bu familyaya ait *Anthemis* sp., *Achillea* sp. veya *Artemisia* sp. gibi bazı cinslerin oldukça aromatik olduğu ve tıbbi uygulamalarda yaygın olarak kullanıldığı bildirilmektedir (Kenny ve ark., 2014; Kaya ve ark., 2021). *Asteracea* familyasına ait türlerinin içeriğindeki antimikrobiyal, antioksidan ve antienflamatuar etkili fitokimyasal çeşitlilik, onları farmasötik ve tıbbi amaçlar için önemli doğal kaynaklar

olarak konumlandırmaktadır (Gharibi ve ark., 2013; Kazemi, 2015; Park ve ark., 2018; Boukhary ve ark., 2019; Farajpour ve ark., 2024; Khadim ve ark., 2024). Hayvanların rasyonlarına dahil edilmeleri ile yemlerin sindirilebilirliğini artırdığı, bağışıklık tepkisini güçlendirdiği, oksidatif stresi azalttığı ve genel sağlığı desteklediği gözlemlenmiştir (Awuchi & Morya, 2023). *Asteraceae* familyasına ait türlerin, lif fraksiyonları (NDF ve ADF), yapısal olmayan karbonhidrat (NSC) içerikleri ve sindirilebilirlik özellikleri bakımından geniş bir varyasyon sergilediği ve ruminal fermentasyon dinamiklerinin, enerji dönüşümü ile CH_4 üretimi üzerinde belirleyici olabildiği bildirilmektedir (Kahvand & Malecky, 2018; Chebli ve ark., 2021; Abu Munshar, 2023; Nunes ve ark., 2023; Talebi ve ark., 2023; Weerathunga ve ark., 2025). Özellikle yemlerin lif bileşimi ve sindirilebilirliği rumende oluşan toplam gaz üretimi, CH_4 oranı ve metabolik enerji (ME) ile yakından ilişkilidir (Özdemir & Kaya, 2020). Bu nedenle enterik CH_4 oluşumunun yalnızca çevresel bir sorun değil, aynı zamanda hayvan açısından önemli bir enerji kaybı olması, antimetanojenik besleme yaklaşımlarını gerekli kılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, *Asteraceae* familyasına ait yedi farklı türün besin maddesi kompozisyonu, yem değeri ve *in vitro* gaz üretim (İVGÜ) özelliklerini belirleyerek, bu türlerin ruminant beslemede kaba yem veya fonksiyonel yem katkı maddesi olarak kullanım potansiyellerini tür bazında karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir.

Bu kapsamda, aşağıdaki hipotezler test edilmiştir:

1. Besin Madde Kompozisyonu Hipotezi: *Artemisia* cinsine ait türler (tarhun ve pelin otu), diğer *Asteraceae* türlerine kıyasla daha düşük lif (NDF, ADF) ve daha yüksek ham protein (HP) ile NSC içeriğine sahip olacaktır.
2. Yem Değeri Hipotezi: Lif içeriği düşük olan türler, daha yüksek kuru madde sindirilebilirliği (KMS), toplam sindirilebilir besin maddeleri (TDN) ve nispi yem değeri (NYD) sergileyecektir.
3. Anti-metanojenik Potansiyel Hipotezi: Sekonder metabolit profillerindeki farklılıklara bağlı olarak, aynı cins içinde dahi olsa, türler CH_4 üretim potansiyeli bakımından önemli farklılıklar gösterecektir. Özellikle uçucu yağ ve fenolik bileşiklerce zengin olduğu bilinen tarhun ve pelin otlarının, diğer türlere kıyasla daha düşük CH_4 üretimine yol açması beklenmektedir.

MATERYAL ve METOD

Bitki Materyali ve Kimyasal Analizler

Bu çalışmada kullanılan *Asteraceae* familyasına ait bitki türlerinin [sarı çiçekli civanperçemi (*Achillea filipendulina*), beyaz çiçekli civanperçemi (*Achillea millefolium*), sarı çiçekli papatya (*Anthemis chrysantha*), beyaz çiçekli papatya (*Anthemis cretica*), altın otu (*Helichrysum arenarium*) ve pelin otu (*Artemisia absinthium*)] toprak üstü aksamları, 2025 yılı Haziran ayının üçüncü haftasında tam çiçeklenme döneminde Gümüşhane ili Kelkit ilçesi Gerdekhisar Köyü meralarından, tarhun (*Artemisia dracunculus*) ise yine aynı dönemde Bayburt ili Yedigözeler Köyü'nden temin edilmiştir. Her bir tür için, en az on sağlıklı bireyin topraküstü aksamları toplanarak türü temsil eden tek bir kompozit örnek oluşturulmuştur. Bu yaklaşım, aynı tür içindeki bireysel varyasyonun etkisini minimize ederek türe özgü ortalama bir besin profili elde edilmesini amaçlamaktadır. Her bir kompozit numuneden alınan üç teknik paralel, analitik süreçteki ölçüm hassasiyetini kontrol etmek için kullanılmış olup, biyolojik tekrar niteliği taşımamaktadır. Bu nedenle, istatistiksel analizler ve sonuçların yorumlanması tür düzeyin yapılmıştıır. Bitki örnekleri laboratuvar ortamında gölgede kurutulmuş, ardından kimyasal ve *in vitro* analizlerde kullanılmak üzere 64°C'de 24 saat süreyle etüvde yeniden kurutulmuş ve 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülmüştür (Kurt ve ark., 2022). Öğütülen örneklerin kimyasal içerikleri; kuru madde (KM), ham kül (HK), ham yağ (HY) ve HP düzeyleri AOAC (1990) tarafından bildirilen yöntemlere göre; asit deterjan lifi (ADF) ve nötral deterjan lifi (NDF) içerikleri ise Van Soest ve ark. (1991) yöntemine göre ANKOM 200 Fiber Analyzer cihazı kullanılarak belirlenmiştir. NSC ve hemiselüloz (HSel) düzeyleri Ahsan (2023) tarafından bildirilen eşitlikler kullanılarak hesaplanmış olup eşitliklerde NDF, ADF, HP, HY ve HK değerleri yüzde (%) olarak alınmıştır.

NSC (%) = [100 - (NDF+HK+HY+HP)]

HSel (%) = NDF – ADF

(NDF: nötral deterjan lifi; ADF: asit deterjan lifi; HK: ham kül; HY: ham yağ; HP: ham protein)

Yem Değerinin Belirlenmesi

Çalışmada yem değeri ve anti-metanojenik özellikleri incelenen *Asteraceae* türlerinin KMS, kuru madde tüketimi (KMT), TDN ve NYD literatürde bildirilen aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır (Rohweder ve ark., 1978; Kılıç & Abdiwali, 2016; Karadeniz & Saruhan, 2021; Aydın ve ark., 2022; Aydın & Ocak, 2022; Özmen & Buğdaycı, 2025). Eşitliklerde ADF, NDF, KMS ve KMT değerleri yüzde (%) olarak alınmıştır.

KMS (%) = [88.9 - (0.779 x ADF)]

KMT (% canlı ağırlık) = 120 / NDF

TDN (%) = [101.35 - (1.291 x ADF)]

NYD = [KMS x KMT x 0.775]

(NDF; nötral deterjan lifi, ADF; asit deterjan lifi, KMS; kuru madde sindirilebilirliği, KMT; kuru madde tüketimi, NYD; nispi yem değeri)

Hesaplanan NYD değerleri, *The Hay Marketing Task Force of the American Forage and Grassland Council* tarafından önerilen sınıflandırma esas alınarak yem kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılmış; bu sınıflandırmaya göre NYD değeri 75'in altında olan yemler 5. kalite, 75–86 arası 4. kalite, 87–102 arası 3. kalite, 103–124 arası 2. kalite, 125–150 arası 1. kalite ve 150'nin üzerindeki yemler en iyi kalite olarak kabul edilmiştir (Barchiesi-Ferrari ve ark., 2011).

İn vitro Gaz ve CH4 Üretiminin Belirlenmesi

Asteraceae türlerine ait *in vitro* gaz ve CH_4 üretimi Menke ve ark. (1979) tarafından bildirilen yöntem esas alınarak belirlenmiştir. *İn vitro* gaz üretimi (İVGÜ) tekniğinde kullanılan rumen sıvısı, rutin kesim sırasında kesim onayı bulunan özel bir kesimhanede kesilen, yaklaşık 50 kg canlı ağırlığında, 2 yaşlarında ve rumen gelişimini tamamlamış üç adet İvesi ırkı koçun rumeninden kesimden hemen sonra alınmıştır. Alınan rumen sıvısı anaerobik ortamın sağlanması amacıyla CO_2 gazı eşliğinde, 39 °C sıcaklığını muhafaza edebilen termoslar içerisinde yaklaşık 15 dakika içinde Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Yem Analiz Laboratuvarı'na ulaştırılmış ve dört kat steril tülbentten süzülerek kullanıma hazır hâle getirilmiştir. Rumen sıvısının rutin kesim sırasında kesimhaneden temin edilmesi nedeniyle çalışma için etik kurul onayına gerek duyulmamıştır.

Asteraceae türlerine ait öğütülmüş örnekler 24 saat süreyle rumen sıvısı içerisinde inkübasyona bırakılarak gaz üretim miktarları belirlenmiştir (Kılıç & Abdiwali, 2016; Kaya ve ark., 2022). Deneme gruplarına ek olarak, üç tekerrürlü olacak şekilde hazırlanan yalnızca tamponlanmış rumen sıvısı içeren kör grup ile Hohenheim ot standardı da çalışmaya dâhil edilmiştir. İnkübasyon süresi sonunda kör gruptan elde edilen gaz değerleri deneme gruplarının ölçülen gaz üretim miktarlarından çıkarılmış ve Hohenheim ot standardı esas alınarak düzeltme katsayısı uygulanmış; böylece her bir örneğe ait 24 saatlik net İVGÜ değerleri hesaplanmıştır (Özsaygın & Kaya, 2025).

İn vitro gaz karışımındaki CH_4 oranlarının belirlenmesinde bilgisayar destekli CH_4 analiz cihazı (Sensors Europe Analysentechnik GmbH, Erkath, Almanya) kullanılmıştır (Goel ve ark., 2008). *Asteraceae* türlerine ait 24 saatlik İVGÜ sonuçları ile besin madde kompozisyonları birlikte değerlendirilerek ME, net enerji laktasyon (NEL) ve organik madde sindirim derecesinin (OMSD) tahmini için Menke ve ark. (1979) tarafından tanımlanan yöntem esas alınmış ve ilgili parametreler aşağıda verilen eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır. Eşitliklerde HP, HY ve HK değerleri yüzde (%) olarak verilmiştir.

ME (MJ kg^{-1} KM) = [2.2 + (0.1357 x İVGÜ) + (0.0057 x HP) + (0.0002859 x HY^2)]

NEL (MJ kg^{-1} KM) = [0.54 + (0.00959 x İVGÜ) + (0.038 x HP) + (0.00173 x HY^2]

OMSD (%) = [14.88 + (0.8893 x İVGÜ) + (0.448 x HP) + (0.651 x HK)]

Kısa zincirli yağ asidi (SCFA) içeriği ise Makkar (2005) tarafından tanımlanan aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır:

SCFA (mmol) = [(0,0222 × İVGÜ) – 0,00425]

(İVGÜ: 24 saatte üretilen *in vitro* gaz miktarı, ml 200 mg^{-1} KM; HP: ham protein; HY: ham yağ; HK: ham kül)

İstatistik Analiz

Asteraceae türlerinin besin maddesi kompozisyonu, *in vitro* fermentasyon parametreleri ve yem değerine ilişkin analiz veya hesaplama yoluyla elde edilen veriler, SPSS 25 paket programı (IBM Corp., 2017) kullanılarak tek yönlü varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde %5 önem düzeyinde ($p < 0.05$) Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Duncan, 1955). Besin maddesi içerikleri ile fermentasyon parametreleri arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir.

Besin maddesi kompozisyonu (KM, HK, HY, HP, NDF, ADF, NSC) ile fermentasyon parametreleri (İVGÜ, CH_4, ME, NEL, OMSD) arasındaki çok değişkenli ilişkileri incelemek amacıyla değişkenler z-skoru ile standardize edildikten sonra korelasyon matrisi üzerinden Principal Component Analysis (PCA) uygulanmış ve sonuçlar iki boyutlu biplot ile görselleştirilmiştir. Türler arasındaki benzerlik yapısını belirlemek amacıyla Öklid mesafesine dayalı Ward bağlantılı hiyerarşik kümeleme analizi uygulanmış ve sonuçlar dendrogram grafiği ile sunulmuştur.

Besin madde kompozisyonu (HK, HY, HP, NDF, ADF) ile CH_4 üretimi arasındaki bütüncül ilişkiyi değerlendirmek amacıyla, her iki veri seti için ayrı ayrı Öklid uzaklık matrisi oluşturulmuş ve bu matrisler arasındaki korelasyon

permütasyonlu Mantel testi ile analiz edilmiştir (9999 permütasyon). Çok değişkenli analizler (PCA, kümeleme analizi ve Mantel testi) Python ortamında (SciPy ve scikit-learn kütüphaneleri) gerçekleştirilmiştir. Ayrıca %CH_4 ile %OMSD arasındaki ilişki tür bazında scatter plot diyagramı ile görselleştirilmiştir. Tüm analizlerde anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Asteraceae Familyasına Ait Bazı Türlerin Besin Madde Kompozisyonları

Besin madde içerikleri

Besin maddelerinin özellikleri, *Asteraceae* türlerinin fermentasyon yeteneği ve anti-metanojenik potansiyelinin anlaşılmasında önemli bilgiler sunmaktadır (Archimède ve ark., 2011; Weerathunga ve ark., 2025). İncelenen *Asteraceae* türlerine ait besin maddesi kompozisyonları Çizelge 1'de verilmiş olup, türler arasında KM, HK, HY, HP, NDF, ADF, HSel ve NSC içerikleri bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmiştir ($p<.001$).

Mevcut çalışmada KM içeriği %88.06–94.98 arasında değişmiş; en yüksek KM içeriği tarhun, en düşük KM içeriği ise pelin otu bitkisinde tespit edilmiştir. İncelenen tüm örneklerde nem içeriğinin %12'nin altında olması, yem materyali açısından depolama sırasında mikrobiyal faaliyetlerin sınırlanması bakımından olumlu bir durumdur (Afuape ve ark., 2022). Bitkilerin KM içeriği; tür, hasat zamanı ve bitkinin fenolojik dönemiyle yakından ilişkili olup, olgunlaşma ve su kaybı ile birlikte artış göstermektedir. Literatürde *Asteraceae* türlerinin KM içeriklerine ilişkin bildirilen değerlerin (%88–95), bu çalışmada elde edilen bulgularla genel olarak uyumlu olduğu bildirilmektedir (Iqbal ve ark., 2012; Petrič ve ark., 2020; Afuape ve ark. 2022; Bay, 2022; Abu Munshar, 2023).

Hayvanlara aktarılan enerji düzeyinin önemli bir göstergesi olan ve yemlerde genellikle en az %6–8 düzeyinde bulunması gerektiği bildirilen HY içeriği (Anonim, 2025), mevcut çalışmada incelenen *Asteraceae* türlerinde %7.43–16.04 arasında değişmiştir. En yüksek HY içeriği pelin otunda, en düşük HY içeriği ise tarhun bitkisinde belirlenmiştir. Türler arasında gözlenen HY farklılıklarının, bitkilerin morfolojik yapıları ve generatif–vejetatif organ oranlarındaki değişimlerle ilişkili olabileceği düşünülmektedir (Abu Munshar, 2023). Sunulan sonuçlara göre, incelenen tüm türlerin HY düzeylerinin ruminant hayvanların gereksinimlerini karşılayabilecek düzeyde olduğu görülmektedir. Literatürde *Asteraceae* türlerine ait HY içeriklerine ilişkin bildirilen değerlerin (%1.5–8.2), bu çalışmada elde edilen bulgularla genel olarak uyumlu olduğu rapor edilmiştir (Zayyat ve ark., 2018; Afuape ve ark., 2022; Aydın ve Ocak, 2022; Bay, 2022; Faryabi ve ark. 2023; Li ve ark., 2023). HK içerikleri %4.50–11.75, HP içerikleri ise %8.19–23.88 arasında değişmiştir. En yüksek HK ve HP değerleri tarhun bitkisinde, en düşük değerler ise altın otunda belirlenmiştir. Mevcut çalışmada HK ile HP arasında pozitif bir ilişki gözlenmiş; yani protein içeriği arttıkça kül içeriği de artmıştır. Benzer bulgular daha önceki çalışmalarda da rapor edilmiştir (Zayyat ve ark., 2018; Petrič ve ark., 2020; Cengiz & Kamalak, 2020; Özdemir & Kaya, 2020; Kurt ve ark., 2022). Yüksek HK içeriği, bitkinin mineral açısından zengin olduğunu gösterirken, aynı zamanda mikrobiyal gelişimi sınırlayarak koruyucu etki gösterebilir, sindirimi kolaylaştırabilir ve ruminantlar için değerli bir mineral kaynağı sunabilir (Anyasor ve ark., 2014; Achi ve ark., 2017). Literatürde HK içerikleri türler arasında farklılık göstermekte olup, tarhun %12.11 (Bay, 2022), *Artimisia annua* %7.5 (Iqbal ve ark., 2012), pelin otu %13 (Faryabi ve ark., 2023), *Helichrysum* sp. %7.67 (Afuape ve ark., 2022), pelin otu ve papatya %8.6 ve %10.2 (Petrič ve ark., 2020), civanperçemi posası %10.13 (Kara ve ark., 2025), *Artemisia monosperma* ve *Artemisia jaudica* %6.77 ve %5.22 (Zayyat ve ark., 2018), *Anthemis* sp. %11.1 (Aydın & Ocak, 2022) ve *Anthemis palaestina* %8.05 (Abu Munshar, 2023) olarak bildirilmiştir.

Protein içeriği, mera ekosistemlerinin özelliklerini, yemlerin sindirilebilirliğini ve besin değerini yansıtan önemli bir göstergedir (Abu Munshar, 2023). Mevcut çalışmada, HP içeriği tarhun (%23.88) ile en yüksek, beyaz çiçekli civanperçemi (%22.57) ikinci ve pelin otu (%19.06) üçüncü sırada yer almıştır. Benzer çalışmalarda HP değerleri türler arasında farklılık göstermektedir. Örneğin, tarhun %22.48 (Bay, 2022), *Artimisia annua* %24.37 (Iqbal ve ark., 2012), pelin otu, beyaz ve sarı civanperçemi sırasıyla %6.88, %8.69 ve %6.38 (Polat & Bayraklı, 2019), *Anthemis* cotula %13.37 (Basbag & Sayar, 2023), *Artemisia sieberi* %17 (Faryabi ve ark., 2023), pelin otu ve papatya %11 ve %17.4 (Petrič ve ark., 2020), civanperçemi posası %7.25 (Kara ve ark., 2025), *Artemisia ordosica* %9.03 (Li ve ark., 2023), *Anthemis* sp. %11.5 (Aydın ve Ocak, 2022), *Helichrysum odoratissimum* %5.61 (Afuape ve ark., 2022) olarak bildirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen HP değerleri, çoğunlukla literatürde bildirilen aralıklarla uyumlu olmakla birlikte bazı türlerde (örneğin civanperçemi türleri ve pelin otu) daha yüksek bulunmuştur. Farklılıkların coğrafi bölge, ışıklandırma, mevsim, toprak yapısı, depolama, su ve besin kullanımı gibi çevresel faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bitkilerin kimyasal bileşimi, iklim, topografya (rakım, eğim ve yön) ve toprak özelliklerinden etkilenmektedir (Chebli ve ark., 2021).

Çizelge 1. *Asteraceae* familyasına ait bazı türlerin besin madde kompozisyonları (KM'de, %)
Table 1. Nutrient compositions of some species belonging to the Asteraceae family (Dry Matter, %)

Yemler	KM	HK	HY	HP	NDF	ADF	HSel	NSC
Sarı civanperçemi(*Achillea filipendulina*)	91.57±0.26^{de}	5.86±0.02^{d}	11.93±0.25$_{b}$	14.98±0.86^{c}	48.66±0.89^{ab}	36.98±1.13^{a}	11.68±0.29^{ab}	18.57±1.77^{cd}
Beyaz civanperçemi (*Achillea millefolium*)	91.13±0.75^{e}	6.66±0.14^{c}	12.18±0.33^{b}	22.57±1.34^{a}	45.11±0.13^{bc}	34.43±0.39^{a}	10.68±0.32^{bc}	13.47±1.27^{d}
Sarı papatya (*Anthemis chrysantha*)	92.09±0.13^{bc}	5.81±0.04^{d}	10.77±0.35^{c}	9.45±0.64^{de}	49.99±0.97^{a}	36.45±0.46^{a}	13.53±0.69^{a}	23.98±1.62^{bc}
Beyaz papatya(*Anthemis cretica*)	92.25±0.11^{b}	6.52±0.09^{c}	9.79±0.12^{d}	10.74±0.59^{d}	42.71±1.64^{c}	29.82±0.64^{b}	12.89±1.03^{ab}	30.24±2.28^{a}
Altınotu (*Helichrysum arenarium*)	91.68±0.17^{cd}	4.50±0.00^{e}	11.60±0.09^{bc}	8.19±0.24^{e}	51.11±0.31^{a}	37.62±0.25^{a}	13.49±0.39^{a}	24.60±0.30^{b}
Pelinotu (*Artemisia absinthium*)	88.06±0.22^{f}	7.94±0.32^{b}	16.04±0.39^{a}	19.06±0.41^{b}	33.48±3.20^{d}	24.54±2.29^{c}	8.94±0.91^{dc}	23.48±2.66^{bc}
Tarhun (*Artemisia dracunculus*)	94.98±0.02^{a}	11.75±0.15^{a}	7.43±0.29^{e}	23.88±0.61^{a}	25.16±1.26^{e}	17.05±0.39^{d}	8.10±0.87^{d}	31.78±1.23^{a}
SEM	0.42	0.49	0.55	1.35	2.05	1.63	0.50	1.42
p	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000

$^{a-f}$, Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<.05). KM: Kuru madde; HK: Ham kül; HY: Ham yağ; HP: Ham protein; NDF: nötral deterjan lifi; ADF: asit deterjan lifi; HSel: Hemiselüloz; NSC: Yapısal olmayan karbonhidratlar.

Genel olarak 60 g kg^{-1} KM HP ruminant hayvanların yaşama payı için yeterli olup verimli süt sığırları ve diğer hayvanlar için bu oranın minimum 100–120 g kg^{-1} KM olması gerektiği bildirilmiştir (Strange, 1980). Laktasyondaki koyunların yaşama payı için HP içeriğinin en az %7–9, verim payını karşılamak için ise en az %10–12 arasında olması önerilmektedir (El-Shatnawi & Mohawesh, 2000). Ayrıca sağlıklı ve sürdürülebilir rumen mikrobiyal aktivitesi için ruminant rasyon KM'sinde yaklaşık %13 HP bulunması ve rumen amonyak azotu düzeyinin 9 mg NH_3 100 ml^{-1} seviyesinde olması gerekmektedir (Aksoy ve ark., 2000; Kurt ve ark., 2022). Günlük 1000 g canlı ağırlık artışı olan 450 kg canlı ağırlığa sahip bir besi sığırının rasyonunda HP oranının en az %10 olması gerektiği de bildirilmektedir (Ergün ve ark., 2006). Mevcut çalışmada incelenen tüm *Asteraceae* türleri, ruminantların yaşam payını karşılayabilecek düzeyde HP içermektedir. Ancak sarı çiçekli papatya ile altın otu, verim payı için yeterli HP sağlamamaktadır. Çalışmada incelenen bitki materyalleri, büyüme periyotlarının farklılığından kaynaklanan besin maddesi kompozisyonundaki varyasyonu azaltmak amacıyla tam çiçeklenme döneminde (Haziran ayının 3. haftasında) toplanmıştır. Yine de türlerin büyüme periyotları ve genetik yapılarının farklı olması nedeniyle besin maddesi bileşiminde farklılıkların görülmesi beklenen bir durumdur (Polat & Bayraklı, 2019).

Lif fraksiyonları ve NSC içerikleri

Mevcut çalışmada incelenen *Asteraceae* türleri arasında lif fraksiyonları (NDF, ADF ve HSel) ile NSC içeriklerinde önemli farklılıklar belirlenmiştir ($p<.001$). Türlerin NDF, ADF ve HSel içerikleri sırasıyla %25.16–51.11, %17.05–37.62 ve %8.10–13.49 aralıklarında değişirken, NSC içeriği %13.47–31.78 olarak ölçülmüştür. Tarhun, en düşük NDF, ADF ve HSel içeriklerine ve en yüksek NSC düzeyine sahipken, altın otu en yüksek lif fraksiyonları ve beyaz çiçekli civanperçemi en düşük NSC içeriği ile öne çıkmıştır. Bunun yanı sıra, pelin otu, NDF, ADF ve HSel açısından tarhunun ardından en düşük değerleri sergileyen ikinci tür olmuştur. Daha düşük NDF, ADF ve HSel içeriklerine sahip olmaları nedeniyle tarhun ve pelin otu, incelenen türler arasında yem kalitesi bakımından öne çıkan türler olarak değerlendirilebilir (Basbag & Sayar, 2023). Lif fraksiyonları ile yem kalitesi arasında ters bir ilişki olduğu ve ADF, NDF ve HSel düzeylerinin azalmasıyla yem kalitesinin arttığı birçok çalışmada bildirilmektedir (Sayar ve ark., 2022).

Selüloz, NDF ve ADF gibi lif fraksiyonları, ruminantların sindirim sisteminde hacim kaplayan ve nispeten yavaş sindirilen hücre duvarı bileşenleridir (Aksoy ve ark., 2000). NDF, ADF ve HSel'in birleşiminden oluşan toplam hücre duvarı içeriğini temsil etmekte olup, bitkilerin NDF düzeyi büyüme mevsimi boyunca önemli değişimler gösterebilmektedir (Rayburn & Sharpe, 2025). Hücre duvarının selüloz, lignin ve kutin gibi sindirime daha dirençli fraksiyonlarını tanımlayan ADF içeriği ise bitkilerin sindirilebilirliği ile doğrudan ilişkilidir. ADF düzeyinin artmasıyla birlikte sindirilebilir enerji miktarının ve yemlerin gönüllü tüketiminin azaldığı bildirilmektedir (Sharpe, 2019). Sindirimi güç olan ADF düzeyinin rasyonlarda yüksek olması, rumende doluluk ve tokluk hissini artırarak yem tüketimini sınırlandırabilmektedir. Bu nedenle, ruminant rasyonlarında ADF içeriğinin düşük düzeylerde tutulması tercih edilmektedir (Kurt ve ark., 2022). Mevcut çalışmada elde edilen bulgular, bu yaklaşımı destekler niteliktedir. Nitekim *Artemisia* sp. cinsine ait tarhun ve pelin otu, diğer *Asteraceae* türlerine kıyasla daha düşük ADF ve NDF içeriklerine ve buna paralel olarak daha yüksek NYD değerlerine sahip olmuştur. Buna karşılık, lif fraksiyonları daha yüksek olan altın otunda NYD değerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ruminantlarda rumen fonksiyonunun sürdürülebilmesi ve yem tüketiminin düzenlenmesi amacıyla kaba yem ağırlıklı rasyonlar için yaklaşık %40 NDF düzeyinin önerildiği (Robinson, 1999); laktasyondaki keçiler için yaklaşık %41 NDF ve %18–20 ADF'nin, büyüme dönemindeki keçiler için ise yaklaşık %23 ADF düzeyinin uygun kabul edildiği bildirilmektedir (Lu ve ark., 2005). Bu literatür bildirişleri doğrultusunda, mevcut çalışmada incelenen *Asteraceae* türlerinin lif fraksiyonu içeriklerinin ruminantların fizyolojik gereksinimlerini karşılayabilecek düzeylerde olduğu söylenebilir.

Yem bitkilerinde yüksek HP ve düşük NDF ile ADF içeriklerinin genellikle daha yüksek enerji değeri ve daha iyi yem kalitesi ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Zhai ve ark., 2018; Aydın & Ocak, 2022). ADF ve NDF içerikleri, yem kalitesini doğrudan etkileyen faktörler arasındadır (Doyar & Bozkurt Kiraz, 2024). Mevcut çalışmada özellikle tarhun ve pelin otlarının, düşük lif fraksiyonları ve yüksek yem değeri parametreleri ile bu genel eğilimi desteklediği görülmektedir. NDF, ADF, HSel ve NSC oranlarına ilişkin literatürde bildirilen değerler incelendiğinde; *Helichrysum odoratissimum*'da NDF, ADF ve NSC içeriklerinin sırasıyla %57.55, %39.79 ve %24.9 olduğu (Afuape ve ark., 2022), *Artemisia ordosica*'da NDF ve ADF düzeylerinin %48.56 ve %32.01 olarak belirlendiği (Li ve ark., 2023), *Anthemis cotula*'da NDF ve ADF içeriklerinin sırasıyla %46.8 ve %38.7 olduğu bildirilmektedir (Petrič ve ark., 2020). Civanperçemi posasında NDF, ADF ve HSel içeriklerinin sırasıyla %60.7, %48.03 ve %12.86 olduğu rapor edilirken (Kara ve ark., 2025), *Anthemis* sp. cinsi bitkilerde bu değerlerin NDF için %42, ADF için %30, HSel için %11.9 ve NSC için %35.7 olduğu ifade edilmektedir (Aydın & Ocak, 2022). Benzer şekilde, *Anthemis palaestina*'da NDF ve ADF içerikleri %53.50 ve %38.26 (Abu Munshar, 2023), *Anthemis* sp.'de ise %56.8 ve %36.3 olarak bildirilmiştir (Chebli ve ark., 2021). Bu bulgular doğrultusunda, mevcut çalışmada elde

edilen NDF, ADF ve HSel değerlerinin literatürde rapor edilen aralıklar içerisinde yer aldığı ve incelenen *Asteraceae* türlerinin lif fraksiyonları bakımından ruminant beslemede kullanılabilir düzeylerde besin maddesi içerdiği söylenebilir (Khan ve ark., 2018; Aydın & Ocak, 2022).

Besin maddesi analizleri dikkate alınarak hesaplanan *Asteraceae* türlerine ait NSC içeriklerinin türler arasında geniş bir varyasyon gösterdiği belirlenmiştir (p<.001). Bu varyasyonun, temel besin bileşenleri ile özellikle NDF düzeylerindeki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Esas olarak nişasta, şekerler, pektin ve ß-glukanlardan oluşan NSC'nin rumen mikroorganizmalarının aktivitesini destekleyerek hayvan sağlığının korunması ve performansın artırılmasında önemli bir rol oynadığı bildirilmektedir (Tan ve ark., 2002). Ayrıca NSC içeriğinin hayvanların otlama tercihleri üzerinde belirleyici olduğu ve yüksek NSC içeriğine sahip türlerin, düşük NSC içeren türlere kıyasla otlayan hayvanlar tarafından daha fazla tercih edilebileceği ifade edilmektedir (Mayland ve ark., 2000). Mevcut çalışmada elde edilen NSC bulgularının literatürle uyumlu olması (Afuape ve ark., 2022; Aydın & Ocak, 2022) ve NSC düzeyi yüksek türlerde ADF ve NDF içeriklerinin görece düşük seyretmesi, bu türlerin TDN, ME, NEL ve ENE değerlerinin artabileceğini ortaya koyan literatür görüşlerini destekler niteliktedir (Aydın & Ocak, 2022).

Asteraceae Familyasına Ait Bazı Türlerin Yem Değeri

İncelenen *Asteraceae* türlerinin KMS, KMT, TDN, NYD ve kalite düzeyleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çalışmada farklı türlere ait KMS, KMT ve TDN değerleri sırasıyla %59.60–75.61, %2.35–4.79 ve %52.79–79.33 arasında değişmiştir. KMS, KMT ve TDN bakımından en yüksek değerler tarhunda belirlenmiş olup, bunu pelin otu izlemiştir. Beyaz çiçekli papatya ve beyaz çiçekli civanperçemi, sarı çiçekli türler ve altın otuna kıyasla daha yüksek değerler sergilemiştir (p<.001). Çalışmada yem kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılan NYD değerlerinin 108.46 ile 280.94 arasında değiştiği belirlenmiştir. NYD indeksine göre tarhun ve pelin otu en iyi kalite sınıfında yer alırken, beyaz çiçekli civanperçemi ve beyaz çiçekli papatya 1. kalite, diğer türler ise 2. kalite olarak sınıflandırılmıştır. En düşük NYD değeri altın otunda, en yüksek değer ise tarhunda saptanmıştır (p<.001).

Çizelge 2.*Asteraceae* familyasına ait bazı türlerin kuru madde sindirimi (KMS), kuru madde tüketimi (KMT), nispi yem değeri (NYD) ve toplam sindirilebilir besin maddeleri (TDN) düzeyi

Table 2. Digestible dry matter (DDM), dry matter intake (DMI), relative feed value (RFV) and total digestible nutrients (TDN) levels of some species belonging to the Asteraceae family

Yemler	KMS	KMT	TDN	NYD	Kalite Sınıfı
Sarı civanperçemi(*Achillea filipendulina*)	60.09±0.88d	2.47±0.04c	53.61±1.46d	114.98±3.81c	2. kalite
Beyaz civanperçemi (*Achillea millefolium*)	62.08±0.31d	2.66±0.01c	56.90±0.51d	127.97±0.92c	1. kalite
Sarı papatya (*Anthemis chrysantha*)	60.50±0.36d	2.40±0.04c	54.29±0.60d	112.66±2.70c	2. kalite
Beyaz papatya(*Anthemis cretica*)	65.67±0.50c	2.82±0.10c	62.85±0.83c	143.47±6.31c	1. kalite
Altınotu (*Helichrysum arenarium*)	59.60±0.19d	2.35±0.02c	52.79±0.32d	108.46±0.74c	2. kalite
Pelinotu (*Artemisia absinthium*)	69.78±1.79b	3.66±0.39b	69.67±2.96b	198.91±26.47b	En iyi kalite
Tarhun (*Artemisia dracunculus*)	75.61±0.31a	4.79±0.23a	79.33±0.51a	280.94±14.47a	prime
SEM	1.27	0.19	2.11	13.67	
p	.000	.0000	.000	.000	

[a-d,] Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<.05). KMS: kuru madde sindirimi (%); KMT: kuru madde tüketimi (% canlı ağırlık); NYD: nispi yem değeri; TDN: toplam sindirilebilir besin maddeleri (%).

KMS ve KMT, hücre duvarı bileşenlerini temsil eden NDF ve ADF içerikleriyle yakından ilişkili olup, yem bitkilerinin kalite düzeyini yansıtan temel göstergeler arasında yer almaktadır (Aydın ve ark., 2019). Bu bağlamda, mevcut çalışmada *Asteraceae* türleri arasında gözlenen KMS ve KMT farklılıklarının, lif bileşimi kaynaklı yapısal farklılıklardan ileri geldiği düşünülmektedir. Yemlerde ADF ve NDF düzeylerinin artmasıyla lif oranının yükselmesi, KMS ve KMT'nin azalmasına ve buna bağlı olarak yemlerin besleme değerinin düşmesine neden olmaktadır (Zhai ve ark., 2018). KMT'nin, yemin toplam hücre duvarı bileşenine bağlı olarak hayvanın canlı ağırlığının yüzdesi cinsinden teorik tüketim kapasitesini yansıtması (Karadeniz ve Saruhan, 2021), lif içeriği

düşük türlerde daha yüksek KMT değerlerinin gözlenmesini açıklamaktadır.

TDN, kaba yemlerin enerji değerinin temel göstergelerinden biri olup, ruminantların yaşam payı gereksinimlerinin karşılanabilmesi için rasyonların en az %50 TDN ve %7 HP içermesi yeterli kabul edilmekle birlikte, daha yüksek üretim düzeyleri için bu eşiklerin aşılması önerilmektedir (Bhatt & Sahoo, 2017). İyi kaliteli kaba yemlerin %56'nın üzerinde TDN ve %10'dan fazla HP içerdiği, orta kaliteli kaba yemlerin ise %50–55 TDN ve %8–9 HP düzeylerine sahip olduğu bildirilmektedir (Hall ve ark., 2001). Bununla birlikte fizyolojik durum ve üretim düzeyine bağlı olarak hayvanların besin maddesi gereksinimlerinin artabildiği; diyetin HP içeriğinin %6'nın altına düşmesinin yem tüketimi ve sindirilebilirliği sınırlandırarak enerji ve protein yetersizliği riskini artırdığı belirtilmektedir (Faryabi ve ark., 2023). Bu çalışmada özellikle *Artemisia* türlerinde belirlenen yüksek TDN ve HP değerleri, söz konusu türlerin yalnızca yaşam payı gereksinimlerinin karşılanmasında değil, daha yüksek üretim düzeylerine yönelik rasyonlarda da potansiyel kaba yem kaynağı olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Temel besleme parametrelerinin birleşik bir göstergesi olan NYD, yemlerin genel kalitesinin pratik olarak değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan bir indekstir (Kurt ve ark., 2022). Bu çalışmada *Artemisia* türlerinin yüksek NYD değerlerine sahip olması, söz konusu türlerde belirlenen yüksek KMS, KMT ve TDN değerlerinin bir sonucu olarak değerlendirilmektedir. Beyaz çiçekli civanperçeminin ve beyaz çiçekli papatyanın 1. kalite yem sınıfında yer alması ise, bu türlerin de uygun koşullarda kaliteli kaba yem alternatifi olabileceğine işaret etmektedir. Buna karşılık, lif oranı daha yüksek olan türlerde NYD değerlerinin düşmesi, hücre duvarı bileşenlerinin yem kalitesi üzerindeki sınırlayıcı etkisini ortaya koymaktadır.

Literatürde *Asteraceae* familyasına ait farklı türlerin yem değerlendirme parametreleri üzerindeki etkilerinin, tür, bitki formu ve kullanım düzeyine bağlı olarak değişkenlik gösterebildiği bildirilmektedir. Nitekim *Artemisia* türleri üzerine yürütülen çalışmalarda sindirilebilirlik ve tüketim parametrelerinde iyileşmeler rapor edilirken (Kim ve ark., 2002; Ko ve ark., 2006; Mahdizade ve ark., 2021; Faryabi ve ark., 2023), *Achillea* ve *Anthemis* türlerine ilişkin bulguların kullanım şekli ve dozuna bağlı olarak farklılık gösterebildiği bildirilmektedir (Aydın & Ocak, 2022; Başbag & Sayar, 2023; Talebi ve ark., 2023). Yüksek doz ekstrakt veya uçucu yağ uygulamalarında fermentatif parametrelerde azalmalar gözlendiğini bildiren çalışmalar da bulunmaktadır (Demirtaş ve ark., 2020; Kahvand & Malecky, 2018).

Genel olarak değerlendirildiğinde, *Asteraceae* familyasına ait türler arasında yem değerlendirme parametrelerindeki farklılıkların temel belirleyicisinin lif bileşimi olduğu; özellikle *Artemisia* türlerinin yüksek sindirilebilirlik, tüketim potansiyeli ve NYD ile ruminant beslemede yüksek kaliteli yem/yem katkı maddesi alternatifi olarak öne çıktığı sonucuna varılmaktadır. Bununla birlikte, beyaz çiçekli papatya ve beyaz çiçekli civanperçemi gibi bazı türlerin uygun oranlarda rasyonlara dâhil edilmesinin yem çeşitliliğini artırarak sürdürülebilir besleme stratejilerine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Asteraceae Familyasına Ait Bazı Türlerin İn Vitro Bulguları

Asteraceae familyasına ait bazı türlerin İVGÜ, CH_4 (ml 200 mg^{-1} KM), %CH_4, ME, NEL ve OMSD değerleri Çizelge 3'te verilmiştir. İncelenen tüm parametreler bakımından türler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p<.001$). Rumen sıvısı ile 24 saat inkübasyona tabi tutulan yem materyallerinde İVGÜ 26.54–49.14 ml 200 mg^{-1} KM arasında değişmiş olup, en yüksek İVGÜ değeri beyaz çiçekli papatyada belirlenmiştir. Metan üretimi ve metanın toplam gaz içindeki oranı türlere bağlı olarak önemli ölçüde değişmiş; mutlak CH_4 üretimi 0.98–9.47 ml 200 mg^{-1} KM, %CH_4 oranı ise %2.30–%23.92 aralığında seyretmiştir. *İn vitro* ME, NEL ve OMSD değerleri sırasıyla 6.65–9.75 MJ kg^{-1} KM, 3.63–5.83 MJ kg^{-1} KM ve %45.08–69.50 arasında değişmiş; en düşük enerji ve sindirilebilirlik değerleri altın otunda, en yüksek ME ve NEL beyaz çiçekli papatyada, en yüksek OMSD ise tarhun bitkisinde tespit edilmiştir.

Asteraceae familyasına ait çalışılan yedi tür arasında *in vitro* fermentasyon parametrelerinde belirgin farklılıklar saptanmıştır. Bu farklılıklar, türlerin lif fraksiyonları (ADF, NDF), NSC içeriği ve sindirilebilirlik düzeylerindeki değişimlerle birlikte değerlendirilmelidir. Düşük ADF ve NDF içeriğine sahip türlerde daha yüksek OMSD ve enerji değerlerinin elde edilmesi, lif fraksiyonlarının ruminal fermentasyon kinetiği üzerindeki belirleyici rolünü ortaya koymaktadır. Düşük lif ve yüksek sindirilebilirliğe sahip yemlerin rumende daha etkin fermente oldukları ve enerjinin CH_4 formunda kaybının azalabildiği bildirilmektedir (Getachew ve ark., 2004; Gemeda & Hassen, 2015; Zhai ve ark., 2018). Mevcut çalışmada da türler arasındaki fermentasyon profillerinin, tek bir parametreden ziyade besin maddesi bileşiminin bütüncül etkisiyle şekillendiği görülmektedir.

Tarhun bitkisi, çalışmada en düşük ADF (%17.05) ve NDF (%25.16) değerlerine; buna karşılık en yüksek NSC (%31.78), KMS (%75.61), KMT (%4.79), TDN (%79.33) ve NYD (280.94) değerlerine sahip olmuştur. Bu besin maddesi profili, belirlenen yüksek OMSD (%69.50), ME (9.25 MJ kg^{-1} KM) ve NEL (5.45 MJ kg^{-1} KM) değerleri ile birlikte değerlendirildiğinde, tarhunun ruminal fermentasyonunun yüksek sindirilebilirlik ve enerji üretimi ile

karakterize olduğunu göstermektedir. Buna karşın CH_4 üretimi (0.98 ml 200 mg^{-1} KM) ve $\%CH_4$ oranı (%2.30) düşük bulunmuş, bu durum tarhunda ruminal fermentasyon sırasında metanojenik kayıpların sınırlı olabileceğine işaret etmektedir. Literatürde *Artemisia* türlerinin rumen fermentasyonu ve CH_4 üretimi üzerindeki etkilerinin tür, form ve uygulama düzeyine bağlı olarak değişebildiği bildirilmektedir (Sallam ve ark., 2011; Naseri ve ark., 2017; Petrič ve ark., 2020; Bay, 2022; Faryabi ve ark., 2023; Özsaygın & Kaya, 2025).

Çizelge 3.*Asteraceae* familyasına ait bazı türlerin*in vitro* gaz ve metan üretimleri ile *in vitro* organik madde sindirilebilirlik, metabolik enerji ve net enerji laktasyon içerikleri

Table 3. In vitro gas and methane production, in vitro organic matter digestibility, metabolic energy, and net energy lactation contents of some species belonging to the Asteraceae family

Yemler	İVGÜ	CH_4	$\%CH_4$	ME	NEL	OMSD	SCFA
Sarı civanperçemi (*Achillea filipendulina*)	41.62±0.86^{b}	8.52±0.28^{ab}	20.45±0.25^{b}	9.11±0.06^{ab}	5.35±0.05^{ab}	62.42±0.38^{bc}	0.92±0.02^{b}
Beyaz civanperçemi (*Achillea millefolium*)	28.83±3.42^{c}	5.39±0.87^{c}	18.50±0.83^{ab}	7.82±0.42^{c}	4.42±0.30^{c}	54.97±2.67^{d}	0.64±0.08^{c}
Sarı papatya (*Anthemis chrysantha*)	40.16±1.66^{b}	7.55±0.08^{b}	18.84±0.57^{ab}	8.52±0.17^{bc}	4.95±0.12^{bc}	58.61±1.22^{cd}	0.89±0.04^{b}
Beyaz papatya (*Anthemis cretica*)	49.14±3.22^{a}	8.17±0.74^{ab}	16.58±0.50^{cd}	9.75±0.46^{a}	5.83±0.31^{a}	67.63±3.08^{ab}	1.09±0.07^{a}
Altınotu (*Helichrysum arenarium*)	26.54±1.57^{c}	4.23±0.54^{c}	15.80±1.14^{d}	6.65±0.22^{d}	3.63±0.15^{d}	45.08±1.40^{e}	0.59±0.03^{c}
Pelinotu (*Artemisia absinthium*)	39.80±2.67^{b}	9.47±0.27^{a}	23.92±1.05^{a}	9.42±0.40^{ab}	5.52±0.28^{ab}	63.98±2.22^{abc}	0.88±0.06^{b}
Tarhun (*Artemisia dracunculus*)	40.79±2.11^{b}	0.98±0.46^{d}	2.30±1.04^{e}	9.25±0.31^{ab}	5.45±0.22^{ab}	69.50±2.24^{a}	0.90±0.05^{b}
SEM	1.79	0.64	1.04	0.25	0.17	1.85	0.04
p	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000

$^{a-e,}$ Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden farklıdır (p<.05). İVGÜ: 24 saatlik *in vitro* gaz üretimi (ml 200 mg^{-1} KM); CH4; Metan (ml 200 mg^{-1} KM); ME: Metabolik enerji (MJ kg^{-1} KM); NEL: Net enerji laktasyon (MJ kg^{-1} KM); OMSD: Organik madde sindirim derecesi (%); SCFA: Kısa zincirli yağ asidi (mmol).

Aynı cins içerisinde yer alan pelin otu ile tarhun arasında *in vitro* fermentasyon parametreleri ve CH_4 üretimi bakımından belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Pelin otu, en yüksek CH_4 üretimi (9.47 ml 200 mg^{-1} KM) ve $\%CH_4$ oranı (%23.92) ile öne çıkarken; tarhun düşük CH_4 üretimi ve $\%CH_4$ değerleri sergilemiştir. Pelin otu daha yüksek ADF (%24.54) ve NDF (%33.48) içerirken, NSC (%23.48), KMS (%69.78), KMT (%3.66), TDN (%69.67) ve NYD (198.91) değerleri tarhundan daha düşük bulunmuştur. Bu bulgular, pelin otunda CH_4 üretiminin daha yüksek düzeylerde gerçekleştiğini, tarhunda ise yüksek sindirilebilirlik değerleriyle birlikte CH_4 üretiminin daha düşük düzeylerde seyrettiğini ortaya koymaktadır. Nitekim pelin otunda ME ve OMSD değerleri görece yüksek olmakla birlikte, eş zamanlı olarak CH_4 üretiminin de yüksek olması, fermentasyon sürecinde metanojenik aktivitenin arttığını düşündürmektedir. Bununla birlikte, aynı cins içerisinde yer alan bu iki tür arasında gözlenen zıt CH_4 profillerinin yalnızca lif fraksiyonları ve sindirilebilirlik parametreleri ile açıklanması yeterli görünmemektedir. Tarhun daha düşük NDF ve ADF içeriğine ve daha yüksek OMSD değerine sahip olmakla birlikte, pelin otunun da OMSD değerinin yüksek olması (%63.98) sindirilebilirliğin tek başına CH_4 farkını açıklamadığını göstermektedir.

Pelin otu ve tarhun arasında gözlenen bu zıt CH_4 profili, her iki türün de aynı cins (*Artemisia*) içinde yer almasına rağmen, sekonder metabolit bileşimlerindeki kemotipik farklılıkların rumen mikrobiyal ekosistemi üzerindeki baskın etkisine işaret etmektedir. *Artemisia* türlerinde uçucu yağ ve sekonder metabolit bileşiminin kemotip düzeyinde farklılaşabildiği bildirilmektedir (Zayyat ve ark., 2018; Faryabi ve ark., 2023; Li ve ark., 2023). Pelin otunda baskın olduğu bilinen α/ß-thujone ve absinthin gibi seskiterpen laktonların, metanojenik arkelerin hücre zar bütünlüğünü bozarak veya elektron taşıma zincirini inhibe ederek CH_4 üretimini baskılamak yerine, rumen protozoaları üzerinde seçici bir etki göstererek dolaylı yoldan metanojenezi teşvik etmiş olabileceği düşünülebilir (Kordali ve ark., 2005; Morgavi ve ark., 2012; Pirondini ve ark., 2015; Sheida ve ark., 2024; Kaya & Kondolot Solak, 2025). Öte yandan, tarhunda bulunan estragol ve metil öjenol gibi fenilpropanoidlerin, rumen fermentasyonunda propiyonat yolunu teşvik ederek hidrojeni metan üretiminden uzaklaştırdığı ve böylece hem yüksek sindirilebilirliği hem de düşük CH_4 üretimini aynı anda mümkün kıldığı hipotezi ileri sürülebilir (Kordali ve ark., 2005; Obolskiy ve ark., 2011; Pirondini ve ark., 2015; Ţicolea ve ark., 2024). Bu hipotezlerin doğrulanması, ileride yapılacak ve bu bitkilerin sekonder metabolit profillerini kantitatif olarak belirleyecek, ayrıca rumen mikrobiyotasının metagenomik analizini de içeren çalışmalarla mümkün olacaktır.

Uçucu yağ bileşenlerinin ruminal fermentasyon ve CH_4 oluşumu üzerindeki etkilerinin bileşik kompozisyonuna ve doza duyarlı olduğu belirtilmektedir (Pirondini ve ark., 2015). Ayrıca sineol, thujone, kamfor, tanen ve diğer fenolik bileşiklerin metanojenik arkeler üzerinde baskılayıcı etki gösterebildiği; hücre zar bütünlüğünü ve H_2 kullanım yollarını etkileyerek CH_4 oluşumunu azaltabildiği bildirilmiştir (Sallam ve ark., 2011; Nunes ve ark., 2023). Bu çerçevede, tarhunun düşük CH_4 üretimi ile pelin otunun yüksek CH_4 üretimi arasındaki farkın sekonder metabolit kompozisyonundaki varyasyonla ilişkili olabileceği değerlendirilebilir. Öte yandan, CH_4 üretimindeki ayrışmanın yalnızca 24 saatlik toplam gaz düzeyi üzerinden değil, fermentasyonun zaman dinamikleri bağlamında da ele alınması gerekmektedir. Benzer sindirilebilirlik düzeylerinde dahi maksimum gaz üretim hızı, lag fazı ve mikrobiyal adaptasyon gibi kinetik bileşenlerin fermentasyon örüntüsünü ve CH_4 oluşumunu etkileyebildiği bildirilmektedir (Ørskov & McDonald, 1979; Theodorou ve ark., 1994; Getachew ve ark., 2004). Bu nedenle, CH_4 üretim profillerinin kinetik parametreler üzerinden değerlendirilmesi daha bütüncül bir yaklaşım sunacaktır. Bu çalışmada kinetik parametreler ayrıca modellenmemiştir;

Ancak ileri araştırmalarda zaman serili gaz üretim verileri üzerinden kinetik modelleme yapılması, uçucu yağ ve fenolik bileşenlerin GC-MS veya HPLC ile analiz edilmesi ve rumen mikrobiyotasının metagenomik ya da 16S rRNA temelli yöntemlerle incelenmesi, gözlenen CH_4 farklılıklarının biyokimyasal ve mikrobiyal temellerini daha net ortaya koyacaktır.

Mevcut çalışmada sarı ve beyaz çiçekli civanperçemi türlerinin *in vitro* fermentasyon ve CH_4 üretimi bakımından farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Beyaz çiçekli civanperçemi, sarı çiçekli civanperçemine kıyasla daha düşük İVGÜ ve CH_4 üretim değerleri sergilemiştir. Bu farklılığın, beyaz çiçekli civanperçeminin daha düşük NDF ve ADF içeriği ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Literatürde civanperçemi türlerinin CH_4 üretimi üzerindeki etkilerine ilişkin bulguların değişkenlik gösterdiği bildirilmektedir. Weerathunga ve ark. (2025), civanperçeminin *in vitro* CH_4 üretimini azaltabildiğini rapor ederken, Broudiscou ve ark. (2000) ile Demirtaş ve ark. (2020), *Achillea millefolium* ekstraktının metanogenez üzerinde belirgin bir etkisi olmadığını bildirmiştir. Benzer şekilde Talebi ve ark. (2023), civanperçemi ilavesinin bazı yemlerde gaz üretimini azaltabildiğini, ancak bu etkinin kullanılan substrata bağlı olarak değiştiğini belirtmiştir. Mevcut çalışmada civanperçemi türlerinin OMSD, ME ve NEL değerlerinin orta düzeylerde seyretmesi, bu türlerin ruminal fermentasyon üzerinde sınırlı bir etkiye sahip olduğunu ve CH_4 üretimini belirgin biçimde baskılamadığını göstermektedir. Bu nedenle civanperçemi türlerinin CH_4 azaltım potansiyelinin değerlendirilmesinde türler arası farklılıkların yanı sıra besin madde sikompozisyonu ve lif fraksiyonlarının birlikte dikkate alınması gerektiği düşünülmektedir.

Anthemis türleri arasında *in vitro* fermentasyon parametreleri bakımından farklılıklar belirlenmiştir. Sarı çiçekli papatya, daha yüksek NDF (%49.99) ve ADF (%36.45) içeriğine sahip olmasına karşın 7.55 ml 200 mg^{-1} KM CH_4 üretmiştir. Buna karşılık beyaz çiçekli papatya, daha düşük lif fraksiyonlarına (NDF %42.71; ADF %29.82) sahip olmakla birlikte toplam gaz üretimi (IVGÜ 49.14 ml 200 mg^{-1} KM) ve enerji değerleri (ME 9.75 MJ kg^{-1} KM; NEL 5.83 MJ kg^{-1} KM) bakımından daha yüksek fermentasyon düzeyleri sergilemiştir. Beyaz çiçekli papatyada IVGÜ ve OMSD değerlerinin yüksek olmasına rağmen %CH_4 oranının (%16.58) sarı çiçekli papatyaya (%18.84) kıyasla daha düşük seyretmesi, fermentasyon aktivitesindeki artışın CH_4 üretimine birebir yansımadığını göstermektedir. Bu durum, beyaz çiçekli papatyada fermentasyonun daha çok sindirilebilirlik ve enerji üretimi yönünde ilerlediğine işaret etmektedir. Mevcut bulgular, literatürde bildirilen sonuçlarla uyum göstermektedir. Aydın ve Ocak (2022), *Anthemis* türleri için ME ve NEL değerlerini sırasıyla 9.1 MJ kg^{-1} KM ve 1.5 MJ kg^{-1} KM olarak bildirirken, Chebli ve ark. (2021) OMSD değerini %65.1 ve ME'yi 9.25 MJ kg^{-1} KM olarak rapor etmiştir. Ayrıca Petrič ve ark. (2020), pelin otu ve papatya içeren tıbbi bitkilerin koyun diyetine ilavesinin *in vitro* toplam SCFA konsantrasyonunu artırdığını, NH_3-N ve CH_4 konsantrasyonlarında ise azalma eğilimi oluşturduğunu bildirmiştir. Bu bulgular, beyaz çiçekli papatyanın fermentasyon verimliliği ve enerji kullanımı açısından öne çıkabileceğini, ancak CH_4 üretimi üzerindeki etkisinin sınırlı düzeyde kaldığını göstermektedir.

Beyaz çiçekli papatya ve civanperçemi türlerinin, sarı çiçekli türlere kıyasla daha yüksek yem değeri ve daha düşük CH_4 oranı sergilemesi, yalnızca kimyasal kompozisyondaki farklılıklarla değil, aynı zamanda bitkilerin fenolojik dönemi, morfolojik yapısı (özellikle yaprak/sap oranı) ve sekonder metabolit profilleri ile de ilişkili olabilir. Erken vejetatif ve generatif aşamalarda yaprakların gövdeye oranı arttığında, bitkilerde lif fraksiyonları (NDF ve ADF) azalır ve bu durum, ruminal fermentasyon verimliliğinin yükselmesini desteklemektedir (Van Soest, 1994; Budak & Budak, 2014). *Asteraceae* familyasına ait bitkilerde türler ve varyeteler arasında değişkenlik gösteren sekonder metabolitler, özellikle fenolik bileşikler ve uçucu yağlar, rumen mikrobiyal aktivitesini ve CH_4 oluşumunu etkileyebilmektedir (Patra & Saxena, 2010; Ku Vera ve ark., 2020). Bu nedenle beyaz çiçekli türlerde gözlenen daha düşük CH_4 oranı, yüksek yaprak oranı ve lif içeriği kadar sekonder metabolit profillerinden de kaynaklanıyor olabilir. Ancak bu hipotezin doğrulanması için yaprak/sap oranı, fenolojik dönem ölçümleri ve sekonder metabolit analizlerinin ileri çalışmalarda yapılması gerekmektedir.

Altın otu, çalışmada en düşük toplam gaz üretimi (26.54 ml 200 mg^{-1} KM) ve görece düşük CH_4 üretimi (4.23 ml

200 mg^{-1} KM) sergileyen türlerden biri olmuştur. Ancak bu düşük CH_4 üretimi, düşük fermentatif aktivite ile birlikte gerçekleşmiş; ME (6.65 MJ kg^{-1} KM), NEL (3.63 MJ kg^{-1} KM) ve OMSD (%45.08) değerlerinin de en düşük düzeylerde olmasıyla desteklenmiştir. Bu bulgu, altın otundaki düşük CH_4 üretiminin anti-metanojenik bir etkiden ziyade, genel fermentasyon kapasitesinin sınırlı olmasından kaynaklandığını göstermektedir. Literatürde, yüksek lif içeriğine sahip yemlerin rumende yavaş fermente olduğu ve toplam gaz üretiminin düşük olduğu bildirilmektedir (Getachew ve ark., 2004). Bu nedenle, altın otunun antimetanojenik bir katkı maddesi olarak değil, düşük kaliteli bir kaba yem olarak sınıflandırılması gerektiği düşünülmektedir. Nitekim, yüksek NDF (%51.11) ve ADF (%37.62) içerikleri ile birlikte düşük KMS (%59.60) ve TDN (%52.79) değerleri, altın otunda genel fermentasyon etkinliğinin sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır. Literatürde Nunes ve ark. (2023), *Helichrysum gardnerianum* uçucu yağı ilavesinin İVGÜ'yü azalttığını ve 24 saatlik CH_4 üretimini %26.79–%28.24 oranında düşürdüğünü bildirmiştir. Türlerin kimyasal bileşimlerinin, kuru madde sindirilebilirliği, kuru madde alımı, nispi yem değeri ve metabolize edilebilir enerji içeriği üzerinde önemli bir etkisi olduğu ifade edilmektedir (Kiraz, 2011). Mevcut çalışmada elde edilen sonuçlar, altın otunda düşük CH_4 üretiminin daha çok sınırlı fermentasyon düzeyi ile birlikte ortaya çıktığını ve bu türün enerji verimliliği açısından avantajlı bir profil sergilemediğini göstermektedir.

Besin maddesi içerikleri ve *in vitro* fermentasyon parametreleri arasındaki ilişkiler Pearson's korelasyon analizi ile değerlendirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4'te sunulmuştur. Analiz bulguları, besin maddesi kompozisyonu ile fermentasyon çıktıları arasında biyolojik açıdan anlamlı ilişkiler bulunduğunu göstermektedir. NDF ve ADF'nin CH_4 ve %CH_4 ile pozitif, ME, NEL ve OMSD ile ise negatif korelasyon göstermesi, lif fraksiyonlarının ruminal fermentasyon paternini enerji verimliliği açısından sınırlayıcı rolünü desteklemektedir. Hücre duvarı bileşenlerinin artması, ruminal fermentasyon profilinin daha fazla asetat üretimiyle karakterize bir yapıya yönelmesine neden olmakta ve buna bağlı olarak H_2 üretimi artmaktadır. Artan H_2 konsantrasyonu ise metanojenler için uygun bir redoks ortamı oluşturarak CH_4 sentezini teşvik etmektedir (Janssen, 2010; Beauchemin ve ark., 2020). Buna karşılık NSC'nin İVGÜ ve OMSD ile pozitif, %CH_4 ile negatif korelasyon göstermesi, çözünebilir karbonhidratların fermentasyon hızını artırarak propiyonat oluşumunu destekleyebildiğini düşündürmektedir. Propiyonat oluşumu sırasında H_2'nin alternatif bir elektron alıcısı olarak kullanılması, H_2'nin metanogenez yerine farklı metabolik yollarla değerlendirilmesine olanak sağlayarak CH_4 üretiminin göreceli olarak azalmasına katkıda bulunabilmektedir (Hook ve ark., 2010; Ungerfeld, 2020). Metan üretimi ile HY içeriği arasında pozitif ve anlamlı bir korelasyon bulunması ise dikkat çekicidir. Literatürde diyet lipitlerinin çoğunlukla CH_4 oluşumunu baskılayabildiği bildirilmekle birlikte, bu etkinin toplam yağ düzeyinden ziyade yağ asidi kompozisyonu ve eşlik eden sekonder metabolitlerin varlığına bağlı olarak değişebildiği bilinmektedir (Patra, 2013; Beauchemin ve ark., 2009). Nitekim mevcut çalışmada pelin otu yüksek HY içeriğine (%16,04) sahip olmasına rağmen en yüksek CH_4 üretimini (9,47 ml) sergilemiş, buna karşılık daha düşük HY içeriğine (%7,43) sahip olan tarhun en düşük CH_4 değerini (0,98 ml) göstermiştir. Bu bulgu, toplam yağ miktarının CH_4 oluşumunu tek başına belirlemediğini ortaya koymaktadır. Metan üretimi, yağ asitlerinin doymamışlık derecesi, biyohidrojenasyon süreçleri ve fenolik bileşikler ile diğer sekonder metabolitlerin ruminal mikrobiyal ekosistem üzerindeki etkilerinin birlikte şekillendirdiği karmaşık bir metabolik etkileşim sonucunda ortaya çıkmaktadır (Ku Vera ve ark., 2020).

Çizelge 4. *Asteraceae* familyasına ait bazı türlerin besin madde besin madde kompozisyonu ile *in vitro* fermentasyon parametreleri arasındaki korelasyonlar

Table 4. *Correlations between nutrient composition and in vitro fermentation parameters of some species belonging to the Asteraceae family*

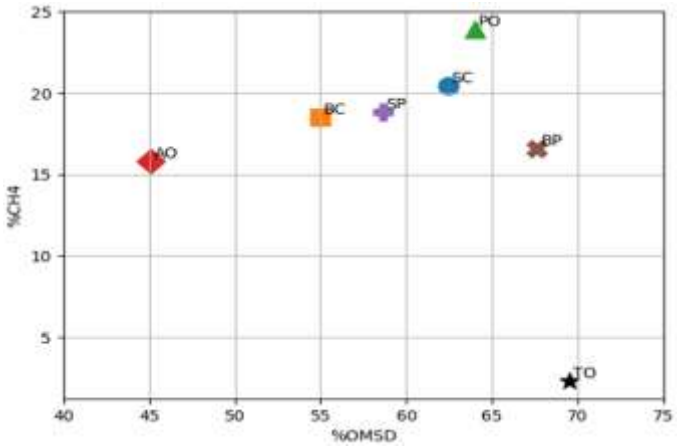
	İVGÜ	CH4	%CH4	ME	NEL	OMSD	SCFA
KM	0.151	-0.701**	-0.854**	0.021	0.041	0.221	0.143
HK	0.290	-0.490*	-0.666**	0.478*	0.472*	0.665**	0.285
HY	-0.208	0.655**	0.830**	-0.056	-0.078	-0.248	-0.202
HP	-0.074	-0.360	-0.332	0.249	0.230	0.390	-0,079
NDF	-0.304	0.354	0.530*	-0.509*	-0.500*	-0.649**	-0.301
ADF	-0.347	0.366	0.570**	-0.521*	-0.514*	-0.663**	-0.344
HSel	-0.211	-0.211	-0.114	0.253	0.308	-0.384	-0.112
NSC	0.492*	-0.256	-0.544*	0.358	0.373	0.436*	0.491*

Korelasyon önem seviyesi **: p<.01, *: p<.05. İVGÜ: 24 saatlik *in vitro* gaz üretimi (ml 200 mg^{-1} KM); CH4; Metan (ml 200 mg^{-1} KM); ME: Metabolik enerji (MJ kg^{-1} KM); NEL: Net enerji laktasyon (MJ kg^{-1} KM); OMSD: Organik madde sindirim derecesi (%); SCFA: Kısa zincirli yağ asidi; KM: Kuru madde (%); HK: Ham kül (%) ; HY: Ham yağ (%); HP: Ham protein (%); NDF: nötral deterjan lifi (%); ADF: asit deterjan lifi (%); HSel: Hemiselüloz (%); NSC: Yapısal olmayan karbonhidratlar (%).

Genel olarak değerlendirildiğinde, ruminal fermentasyon çıktılarının yalnızca lif düzeyine bağlı olmadığı,

çözünebilir karbonhidratlar, protein fraksiyonları ve lipit kompozisyonu arasındaki denge tarafından yönlendirilen çok faktörlü bir biyokimyasal ağ tarafından belirlendiği anlaşılmaktadır.

Besin maddesi kompozisyonu ile fermentasyon parametreleri arasındaki ilişkiler Şekil 1'de sunulmuştur. Türler grafiklerde SC (sarı çiçekli civanperçemi), BC (beyaz çiçekli civanperçemi), PO (pelin otu), AO (altın otu), SP (sarı çiçekli papatya), BP (beyaz çiçekli papatya) ve TO (tarhun) kısaltmalarıyla gösterilmiştir. Türler fermentasyon verimliliği ve CH_4 üretim potansiyeline göre dört eğilimsel grupta yorumlanabilir: yüksek verimli–düşük CH4; tarhun, yüksek verimli–yüksek CH_4; pelin otu, orta-yüksek verimli ve görece orta düzey CH_4 üretimi gösteren türler; beyaz çiçekli papatya, sarı çiçekli civanperçemi, sarı çiçekli papatya, beyaz çiçekli civanperçemi ve düşük verimli–düşük CH_4; altın otu.



Şekil 1. Asteraceae türlerinde %OMSD ile %CH_4 arasındaki ilişki.
Figure 1. Relationship between %OMSD and %CH_4 in Asteraceae species.

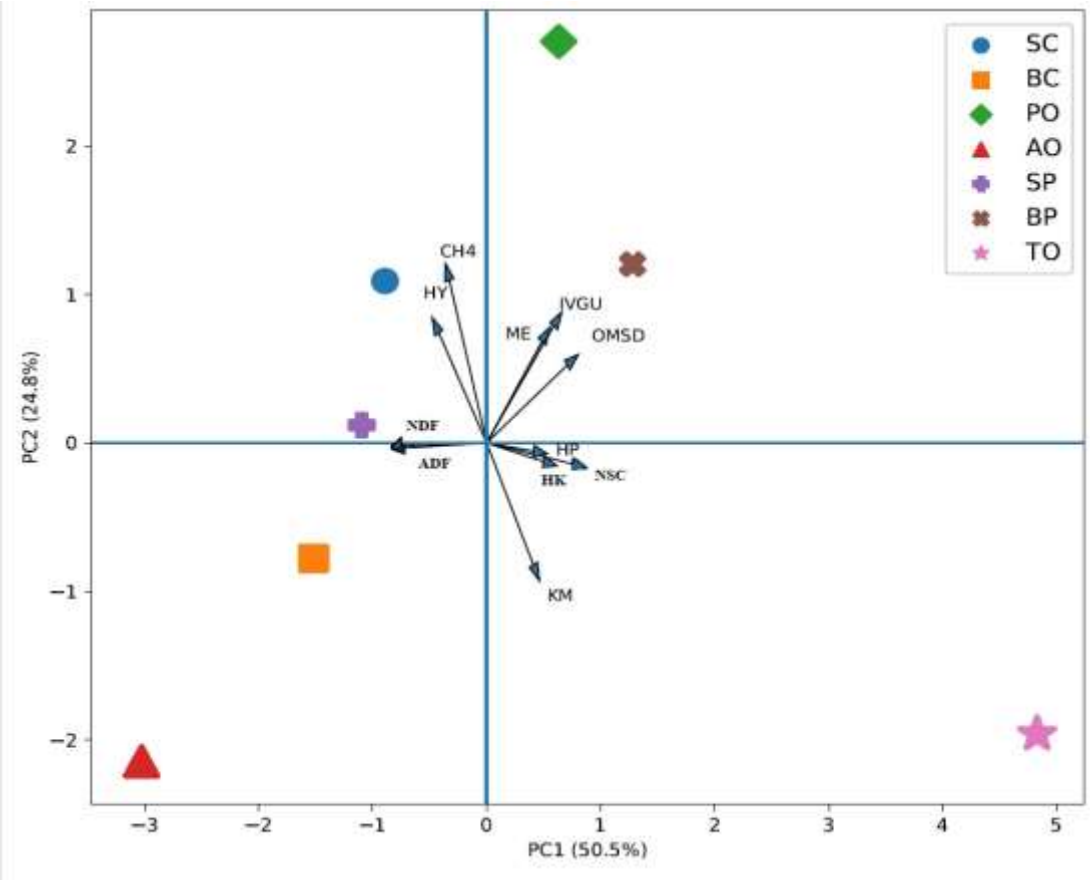
Özellikle %OMSD ile %CH_4 arasındaki dağılım, türler arasında belirgin bir ayrışma olduğunu göstermektedir. Tarhun (TO), yüksek OMSD ve düşük %CH_4 değeri ile daha yüksek fermentasyon verimliliği ve görece düşük CH_4 üretim profili sergilemiştir. Buna karşılık pelin otu, yüksek sindirilebilirlik düzeyine rağmen yüksek %CH_4 oranı ile ayrışmaktadır. Altın otu düşük OMSD ve düşük %CH_4 düzeyi ile sınırlı fermentasyon aktivitesine işaret ederken; beyaz ve sarı çiçekli papatya ile civanperçemi türleri orta-yüksek sindirilebilirlik ve görece orta düzey CH_4 üretimi ile ara bir konumda yer almaktadır.

Çok Değişkenli Analizlerle Veri Entegrasyonu

Temel bileşenler analizi (PCA)

Besin maddesi kompozisyonu (HK, HP, HY, NDF, ADF, NSC) ile fermentasyon parametreleri (İVGÜ, CH_4, OMSD, ME) arasındaki ilişkileri ortaya koymak amacıyla PCA uygulanmıştır (Şekil 2). PCA sonuçları, PC1'in toplam varyansın %50,5'ini, PC2'nin ise %24,8'ini açıkladığını ve ilk iki bileşenin birlikte toplam varyansın %75,3'ünü temsil ettiğini göstermiştir. Bu durum, besin kompozisyonu ile fermentasyon parametreleri arasındaki çok değişkenli yapının iki ana biyokimyasal eksen boyunca şekillendiğini göstermektedir.

PC1 ekseninde NDF ve ADF negatif; NSC, HP, HK ile birlikte ME, OMSD ve İVGÜ pozitif yönde konumlanmıştır. Bu eksen, hücre duvarı fraksiyonları ile sindirilebilirlik ve enerji potansiyeli arasındaki antagonistik ilişkiyi yansıtmaktadır. Lif fraksiyonlarının artışı ruminal mikrobiyal sindirimi sınırlandırarak enerji üretimini düşürürken (Knapp ve ark., 2014; Chen ve ark., 2024; Detmann ve ark., 2024), yüksek NSC ve protein içeriği fermentasyon hızını ve organik madde sindirilebilirliğini artırmaktadır (Ma ve ark., 2015; Rosmalia ve ark., 2022; Wang ve ark., 2023). Dolayısıyla PC1, ruminal substrat kalitesini belirleyen temel kompozisyonel gradyanı yansıtmaktadır. PC2 ekseninde HY ve CH_4'ün aynı yönde yüklenmesi, lipit içeriği ile CH_4 üretiminin aynı ikinci varyasyon düzleminde birlikte değişim gösterdiğine işaret etmektedir. Diyet lipitlerinin CH_4 oluşumu ve fermentasyon dengesini yağ düzeyi ve yağ asidi profiline bağlı olarak etkileyebildiği literatürde bildirilmektedir (Patra, 2013; Giagnoni ve ark., 2025). Tür bazında değerlendirildiğinde, tarhun (TO), pelin otu ve beyaz çiçekli papatya (BP) PC1'in pozitif yönünde konumlanarak daha yüksek sindirilebilirlik ve enerji göstergeleriyle ilişkilidir. Buna karşılık altın otu(AO) ve beyaz çiçekli civanperçemi (BC) NDF–ADF doğrultusunda yer alarak lif ağırlıklı bir kompozisyon sergilemektedir. Sarı çiçekli civanperçemi (SC) ikinci varyasyon ekseninde HY ve CH_4 ile ilişkili boyutta ayrışırken, sarı çiçekli papatya (SP) daha dengeli bir profil göstermektedir. Genel olarak PCA sonuçları, türler arasındaki farklılaşmanın lif fraksiyonları ile karbonhidrat/protein dengesi boyunca şekillenen bir kompozisyonel gradyan ile ilişkili olduğunu göstermektedir.



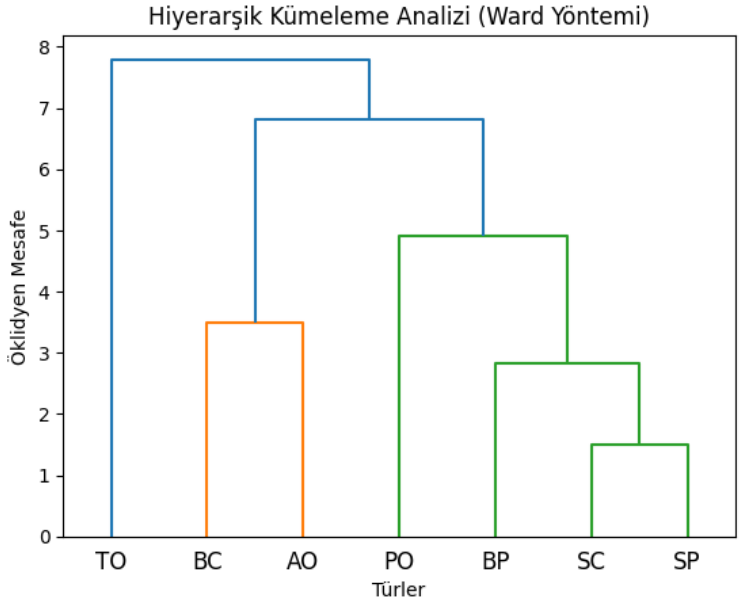
Şekil 2. Besin madde kompozisyonu ve fermentasyon parametreleri arasındaki ilişkileri gösteren PCA biplotu.
Figure 2. PCA biplot illustrating the relationships between nutrient composition and fermentation parameters.

PCA biplotu, türler arasındaki ayrışmanın biyolojik olarak anlamlı iki temel eksen etrafında şekillendiğini açıkça göstermektedir. PC1 ekseni, beklendiği üzere, 'lif (NDF, ADF) - sindirilebilirlik (OMSD, ME) karşıtlığı'nı temsil etmektedir. Bu eksende tarhun (TO) ve beyaz papatyanın (BP) yüksek sindirilebilirlik ve enerji değerleriyle pozitif uçta; altın otu (AO) ve sarı civanperçeminin (SC) ise yüksek lif içeriğiyle negatif uçta konumlanması, temel besin maddesi kompozisyonunun fermentasyon çıktıları üzerindeki belirleyici rolünü bir kez daha teyit etmektedir. Daha dikkat çekici olan ise PC2 eksenidir. Bu eksende HY ve CH_4'ün birlikte yüklenmesi, lipit içeriğinin CH_4 üretimiyle olan karmaşık ilişkisini yansıtmaktadır. Pelin otunun (PO) bu eksende pozitif uçta ve yüksek CH_4 ile ilişkilendirilmesi, yüksek HY içeriğine rağmen sahip olduğu spesifik sekonder metabolit profili nedeniyle metanojenezi baskılayamadığını, hatta teşvik edebileceğini göstermektedir. Bu durum, aynı cins içinde dahi kemotip farklılıklarının fermentasyon çıktılarını nasıl dramatik bir şekilde değiştirebileceğine dair güçlü bir kanıt sunmaktadır.

Kümeleme analizi

Türler arasındaki çok değişkenli benzerlik yapısını ortaya koymak amacıyla uygulanan hiyerarşik kümeleme analizi (Ward yöntemi) türlerin üç ana kümede toplandığını göstermiştir (Şekil 3). Veriler analiz öncesinde standardize edilmiş ve Öklidyen mesafe matrisi kullanılarak Ward yöntemi uygulanmıştır.

Tarhun (TO) diğer türlerden belirgin şekilde ayrışarak kümelenme analizinde en son birleşen tür olmuştur. Bu ayrışma, tarhunun yüksek OMSD, ME ve NEL değerleriyle birlikte oldukça düşük CH_4 üretimi sergilemesiyle ilişkili görünmektedir. Başka bir ifadeyle, tarhun (TO) hem yüksek fermentasyon verimliliğini hem de düşük metan üretimini aynı anda sergileyen özgün bir fermentasyon profili ortaya koymuştur. Bu durum, tarhunun incelenen türler arasında hem besleme değeri hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından en dikkat çekici profili taşıdığını göstermektedir. Beyaz çiçekli civanperçemi (BC) ile altın otu (AO) aynı alt kümede yer alırken, sarı çiçekli civanperçemi (SC) ile sarı çiçekli papatya (SP) yakın benzerlik göstermiştir. Pelin otu (PO) ve beyaz çiçekli papatya (BP) ise aynı küme içerisinde gruplanmıştır.



Şekil 3. Besin madde kompozisyonu ve fermentasyon parametrelerine göre türler arasındaki benzerlikleri gösteren hiyerarşik kümeleme analizi.

Figure 3. Hierarchical cluster analysis illustrating the similarities among species based on nutrient composition and fermentation parameters.

Kümeleme analizi, türlerin yalnızca tek bir parametreye göre değil, tüm besin maddeleri ve fermentasyon değişkenlerinin birlikte değerlendirilmesi sonucunda benzerlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Beyaz çiçekli civanperçemi (BC) ile altın otu (AO)'nun aynı alt kümede yer alması, bu türlerin nispeten yüksek NDF ve ADF içerikleriyle karakterize edilen lif ağırlıklı bir kompozisyona sahip olmaları ve buna eşlik eden benzer OMSD–ME–NEL düzeyleriyle çok değişkenli uzaklığın azalmasıyla açıklanabilir. Benzer şekilde, sarı çiçekli civanperçemi (SC) ile sarı çiçekli papatya (SP) ve pelin otu (PO) ile beyaz çiçekli papatya (BP) eşleşmeleri, lif fraksiyonları ile enerji/sindirilebilirlik göstergelerinin birlikte benzer olduğu bir profil imzasına işaret etmektedir. Bu nedenle kümeleme, tek bir parametre yerine değişken kombinasyonlarına göre bu türleri daha iyi yakınlaştırmıştır (Zhang ve ark., 2017). Bununla birlikte pelin otu (PO) ile beyaz çiçekli papatya (BP)'nın aynı kümede yer almasına rağmen PO'daki yüksek CH_4 üretimi, kümelenmenin 'benzer besin kompozisyonu' üzerinden oluşabileceğini; fakat CH_4 çıktısının ek olarak sekonder metabolit bileşimi ve olası kemotip farklarından etkilenebileceğini düşündürmektedir (Ku Vera ve ark., 2020). Bu durum, fermentasyon karakteristiklerinin yalnızca lif içeriğine değil, aynı zamanda sekonder metabolit profiline de bağlı olabileceğini düşündürmektedir. Aynı cinse ait türlerin farklı kümelerde yer alması da bu yorumu desteklemekte olup, kemotip farklılıklarının ruminal fermentasyon üzerinde belirleyici rol oynayabileceğine işaret etmektedir. Genel olarak kümeleme analizi, fermentasyon profilinin çok değişkenli ve çok faktörlü bir yapı sergilediğini ortaya koymaktadır.

Mantel testi

Permütasyonlu Mantel testi sonuçları, besin maddesi kompozisyonuna dayalı mesafe matrisi ile CH_4 üretimine dayalı mesafe matrisi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon olmadığını göstermiştir ($r = 0.073$, $p = 0.815$). Bu sonuç, türler arasındaki besin kompozisyonu farklılıklarının CH_4 üretimindeki farklılıkları global ve doğrusal bir mesafe yapısı içerisinde açıklamadığını ortaya koymaktadır. Mantel testinin anlamsız bulunması, CH_4 üretiminin yalnızca temel besin madde kompozisyonuna indirgenemeyeceğini göstermektedir. Başka bir ifadeyle, besin kompozisyonu açısından birbirine daha benzer türlerin CH_4 üretimi bakımından da benzer bir örüntü sergilediği söylenemez. Bu durum, CH_4 oluşumunun lif, protein ve yağ içeriğinin ötesinde; sekonder metabolit profili, ruminal mikrobiyal aktivite ve fermentasyon kinetiği gibi daha karmaşık biyolojik faktörlerden etkilenebileceğini düşündürmektedir. Ayrıca çalışmada tür sayısının sınırlı olması ($n = 7$), Mantel testinin istatistiksel gücünü azaltmış olabilir. Bu nedenle besin maddesi kompozisyonu ile CH_4 üretimi arasındaki ilişkinin daha geniş örneklemli çalışmalarla yeniden değerlendirilmesi gerekmektedir.

Çalışmanın Sınırlılıkları

Sekonder metabolit profilleri (toplam fenolik, tanen ve uçucu yağ bileşenleri) analiz edilmediğinden

antimetanojenik etkilerin mekanistik temeli doğrudan ortaya konulamamıştır. Çalışma *in vitro* koşullarda yürütülmüş olup, bulguların *in vivo* ortamda doğrulanması gerekmektedir. Rumen sıvısının kesimhaneden temin edilmesi hayvanların rasyon ve fizyolojik durumlarının standardizasyonunu sınırlamıştır. Türler, en az on bireyin birleştirilmesiyle oluşturulan kompozit numuneler üzerinden değerlendirilmiş olup analizler teknik paralellerle yürütülmüştür. Bu nedenle sonuçlar tür düzeyinde yorumlanmıştır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, *Asteraceae* familyasına ait bazı türlerin [sarı çiçekli civanperçemi (*Achillea filipendulina*), beyaz çiçekli civanperçemi (*Achillea millefolium*), sarı çiçekli papatya (*Anthemis chrysantha*), beyaz çiçekli papatya (*Anthemis cretica*), altın otu (*Helichrysum arenarium*), pelin otu (*Artemisia absinthium*) ve tarhun (*Artemisia dracunculus*)] besin maddesi kompozisyonu, yem değeri ve *in vitro* ruminal fermentasyon özelliklerinin türlere bağlı olarak önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir ($p<.001$). Türler arasında HP, lif fraksiyonları ve NSC içeriklerindeki değişimler, KMS, KMT potansiyeli, enerji değerleri ve İVGÜ parametrelerine doğrudan yansımıştır. Korelasyon analizi de lif fraksiyonları ile sindirilebilirlik ve enerji parametreleri arasında beklenen yönlü ilişkileri ortaya koyarak bu kompozisyonel farklılıkların fermentasyon performansına yansıdığını desteklemiştir. İVGÜ tekniğinin sonuçları, incelenen türlerin CH_4 üretim potansiyelleri bakımından belirgin şekilde ayrıştığını göstermiştir. Özellikle tarhun, çok düşük CH_4 üretimi ve $\%CH_4$ oranı ile birlikte en yüksek OMSD, ME ve NEL değerlerini sergileyerek hem besleme değeri hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından öne çıkarken, aynı cins içerisinde yer alan pelin otu yüksek yem değeri ve sindirilebilirliğine rağmen daha yüksek CH_4 üretimi ile çevresel açıdan dezavantajlı bulunmuştur. Bu durum, CH_4 oluşumunun yalnızca lif fraksiyonları ve sindirilebilirlik düzeyine bağlı olmadığını, bitkinin sekonder metabolit profili ve fermentasyon dinamikleri ile birlikte daha karmaşık mekanizmaların etkili olabileceğini düşündürmektedir. Tarhunu takiben beyaz çiçekli papatya nispeten düşük CH_4 oranı ile birlikte yüksek sindirilebilirlik ve enerji değerleri sunarak dengeli bir rumen fermentasyon profili sergilemiştir. Altın otu ise düşük CH_4 üretimine rağmen düşük OMSD, enerji içeriği ve yem değerlendirme parametreleri nedeniyle pratik ruminant besleme açısından sınırlı bir potansiyel ortaya koymuştur. Çok değişkenli analizler de türler arasındaki bu ayrışmayı desteklemiştir. PCA sonuçları lif fraksiyonları ile sindirilebilirlik ve enerji parametrelerinin zıt yönlü konumlandığını, tarhun ve beyaz çiçekli papatyanın yüksek sindirilebilirlik–yüksek enerji ekseninde ayrıştığını göstermektedir. Kümeleme analizi, türler arasında kompozisyonel benzerliklere dayalı belirgin bir ayrışma olduğunu ortaya koymuştur. Tarhun, diğer türlerden daha yüksek uzaklık değeri ile ayrışırken, kalan türler lif fraksiyonları ile sindirilebilirlik ve enerji parametrelerine bağlı olarak farklı alt gruplar altında toplanmıştır. Buna karşılık M,antel testi, esin maddesi kompozisyonuna dayalı mesafe matrisi ile CH_4 üretimine dayalı mesafe matrisi arasında anlamlı bir korelasyon bulunmadığını göstermiştir. Bu bulgu, CH_4 oluşumunun yalnızca besin maddesi kompozisyonu ile açıklanamayacağını ve sekonder metabolit içeriği, rumen mikrobiyal yapısı ve fermentasyon dinamikleri gibi daha karmaşık biyolojik süreçlerden etkilenebileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, tarhun ve beyaz çiçekli papatya, anti-metanojenik özellikleri yüksek, sindirilebilirliği ve enerji değeri yeterli türler olarak ruminant beslemede kaba yem veya fonksiyonel yem katkı maddesi potansiyeli taşımaktadır. Sonuç olarak, bu çalışma *Asteraceae* familyasına ait türlerin ruminant beslemede kullanım potansiyellerinin türe özgü olduğunu ve yalnızca temel besin maddeleriyle değil, aynı zamanda türe özgü sekonder metabolit profilleriyle de yakından ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Tarhun ve beyaz çiçekli papatya, yüksek sindirilebilirlik, enerji değeri ve düşük CH_4 üretim potansiyelleriyle, sürdürülebilir ruminant üretim sistemleri için 'çift kazançlı' (hem besleme değeri yüksek hem de çevre dostu) fonksiyonel yem kaynakları olarak öne çıkmaktadır. Pelin otu ise yüksek besleme değerine rağmen yüksek CH_4 üretimi nedeniyle dikkatli kullanılması gereken bir türdür.

Gelecek araştırmalar için bir yol haritası olarak;

1. Öne çıkan türlerin (tarhun, beyaz papatya) sekonder metabolit profillerinin (uçucu yağ bileşenleri, toplam fenolik, tanen) kantitatif olarak belirlenmesi,
2. Bu türlerin farklı dozlarının in vivo koşullarda rumen fermentasyonu, metan üretimi, hayvan performansı ve ürün kalitesi üzerine etkilerinin araştırılması,
3. Etki mekanizmalarının aydınlatılması için rumen mikrobiyotasındaki değişimlerin yüksek verimli dizileme teknikleriyle (metagenomik, metatranskriptomik) incelenmesi önerilmektedir.

Bu çalışmalar, Asteraceae türlerinin pratik ruminant besleme stratejilerine entegrasyonunun önünü açacak ve sektöre hem verimlilik hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından yenilikçi çözümler sunacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Yem Analiz Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Çalışmanın gerçekleştirilmesi için gerekli tüm imkânları sağlayan Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni

Bölümü'ne ve katkılarından dolayı Arş. Gör. Ali KAYA'ya teşekkür ederim.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Çalışmanın konsepti ve tasarımı, materyal temini, laboratuvar analizleri, veri analizi ve yorumlanması ile makalenin yazımı yazar tarafından yapılmıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazar, bu çalışma ile ilgili herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKLAR

Abu Munshar, R. M. (2023). *Determination of the Nutritive Value of Some Dominant Rangeland Plants in West Bank.* [Master Thesis. Natural Resources and their Sustainable Management, College of Graduate Studies & Academic Research, Hebron University, Palestine]. https://dspace.hebron.edu:8080/xmlui/handle/ 123456789/1320

Achi, N. K., Onyeabo, C., Ekeleme-Egedigwe, C. A., & Onyeanula, J. C. (2017). Phytochemical, proximate analysis, vitamin and mineral composition of aqueous extract of *Ficus capensis* leaves in South Eastern Nigeria. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, *7*(3), 117–122. https://dx.doi.org/10.7324/JAPS.2017.70319

Afuape, A. O., Afolayan, A. J., & Buwa-Komoreng, L. V. (2022). Proximate, vitamins, minerals and anti-nutritive constituents of the leaf and stem of *Helichrysum odoratissimum* (L.) sweet: a folk medicinal plant in South Africa. *International Journal of Plant Biology*, *13*(4), 463–472. https://doi.org/10.3390/ijpb13040037

Ahsan, U. (2023). Effect of single or combined homo-and heterofermentative silage additives on the quality, nutritive value, and ın vitro digestibility of ensiled wheat harvested at early dough stage of maturity. *Mehmet Akif Ersoy University Health Sciences Institute*, *11*(2), 267–274. https://doi.org/10.24998/maeusabed.1345229

Aksoy A, Macit M, & Karaoğlu M, (2000). *Hayvan Besleme Ders Kitabı.* Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Erzurum, 179-199.

Ángeles-Mayorga, Y., Cen-Cen, E. R., Crosby-Galván, M. M., Ramírez-Bribiesca, J. E., Candelaria-Martínez, B., Sánchez-Villarreal, A., & Ramírez-Mella, M. (2022). Foliage of tropical trees and shrubs and their secondary metabolites modify *in vitro* ruminal fermentation, methane and gas production without a tight correlation with the microbiota. *Animals*, *12*(19), 2628. https://doi.org/10.3390/ani12192628

Anonim. (2025). *Why feed fat to ruminants?* Megalac Range – Ruminants. https://www.megalac.com/fats-in-animal-nutrition/ruminants

Anyasor, G. N., Onajobi, F. D., Osilesi, O., & Adebawo, O. (2014). Proximate composition, mineral content and in vitro antioxidant activity of leaf and stem of Costus afer (*Ginger lily*). *Journal of Intercultural Ethnopharmacology*, *3*(3), 128. https://doi.org/10.5455/jice.20140527085848

AOAC 1990. Official Methods of Analysis, 14th edn. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

Archimède, H., Eugène, M., Magdeleine, C. M., Boval, M., Martin, C., Morgavi, D. P., Lecomte, P., & Doreau, M. (2011). Comparison of methane production between C3 and C4 grasses and legumes. *Animal Feed Science and Technology*, *166*, 59–64. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.003

Awuchi, C. G. & Morya, S. (2023). Herbs of *asteraceae* family: Nutritional profile, bioactive compounds, and potentials in therapeutics. *Harvesting Food From Weeds*, 21–78. https://doi.org/10.1002/9781119793007.ch2

Aydın, I., Algan, D., Pak, B., & Ocak, N. (2019). Similarity analysis with respect to some quality indicators and quality categories based on relative forage quality ranges of desirable rangeland forages. *Fresenius Environmental Bulletin, 28*(8), 5926–5936. https://doi.org/10.1007/s10661-019-75591-z

Aydın, İ., & Ocak, N. (2022). The nutritional dynamics of common weeds in the rangelands of the Akdağ Mountains, Samsun. *Black Sea Journal of Agriculture*, *5*(3), 240–247. https://doi.org/10.47115/ bsagriculture.1081932

Aydın, İ., Pak, B., & Ocak, N. (2022). Comparison of cultivated and wild relatives of several forage species in mixed rangeland based on some nutritional characteristics. *Black Sea Journal of Agriculture*, *5*(2), 91–99. https://doi.org/10.47115/bsagriculture.1062190

Balyen, İ., & Kiraz, A. B. (2024). Determination of nutritional value and methane production potential of styrax tree (*Styrax officinalis* L.) leaves. *Heliyon*, *10*(14), e27306. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34750

Barchiesi-Ferrari, C., Alomar, D., & Miranda, H. (2011). Pepsin-cellulase digestibility of pasture silages: Effects of pasture type, maturity stage, and variations in the enzymatic method. *71*(2), 249–257. https://utoronto.scholaris.ca/ items/bb4a8f8f-9ecc-4d11-ba60-28e1aeaed298

Basbag, M. & Sayar, M. S. (2023). Forage quality traits of some *Asteraceae* family species found in natural flora of Southeastern Anatolia. *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences, JAFES*, *77*(1), 29-37. https://doi.org/10.553/JAFES23771029b

Bay, C. (2022). *Ruminant Rasyonlarında Kullanılan Bazı Kaba Yemlere Yem Katkı Maddesi Olarak Tarhun (Artemisia dracunculus) İlavesinin İn Vitro Gaz ve Metan Üretimi ile Bazı Rumen Parametreleri Üzerine Etkisi (Tez no 757891).* [Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Ana Bilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Beauchemin, K. A., McGinn, S. M., Benchaar, C., & Holtshausen, L. (2009). Crushed sunflower, flax, or canola seeds in lactating dairy cow diets: Effects on methane production, rumen fermentation, and milk production. *Journal of Dairy Science*, *92*(5), 2118–2127. https://doi.org/10.3168/jds.2008-1903

Beauchemin, K. A., Ungerfeld, E. M., Eckard, R. J., & Wang, M. (2020). Fifty years of research on rumen methanogenesis: Lessons learned and future challenges for mitigation. *Animal*, *14*(S1), 2–16. https://doi.org/10.1017/S1751731119003100

Bessada, S. M., Barreira, J. C., & Oliveira, M. B. P. (2015). *Asteraceae* species with most prominent bioactivity and their potential applications: A review. *Industrial Crops and Products*, *76*, 604-615. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.07.073

Bhatt, R. S. & Sahoo, A. (2017). Effect of feeding complete feed block containing rumen protected protein, non-protein nitrogen and rumen protected fat on improving body condition and carcass traits of cull ewes. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, *101*(6), 1147–1158. https://doi.org/10.1111/jpn.12628

Boukhary, R., Aboul-ElA, M., & El-Lakany, A. (2019). Review on chemical constituents and biological activities of genus Anthemis. *Pharmacognosy Journal*, *11*(5), 1155–1166. https://doi.org/10.5530/pj.2019.11.180

Broudiscou, L. P., Papon, Y., & Broudiscou, A. F. (2000). Effects of dry plant extracts on fermentation and methanogenesis in continuous culture of rumen microbes. *Animal Feed Science and Technology*, *87*(3-4), 263–277. https://doi.org/10.1016/S0377-8401(00)00193-0

Budak, F., & Budak, F. (2014). Yem bitkilerinde kalite ve yem bitkileri kalitesini etkileyen faktörler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, *7*(1), 01–06. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/417914

Cengiz, T., & Kamalak, A. (2020). Farklı bölgelerde yetişen söğüt yapraklarının potansiyel besleme değerlerinin ve anti-metanojenik özelliklerinin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, *23*(5), 1351–1358. https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.679689

Chebli, Y., El Otmani, S., Chentouf, M., Hornick, J. L., & Cabaraux, J. F. (2021). Temporal variations in chemical composition, in vitro digestibility, and metabolizable energy of plant species browsed by goats in southern Mediterranean forest rangeland. *Animals*, *11*(5), 1441. https://doi.org/10.3390/ani11051441

Chemsa, A. E., Zellagui, A., Öztürk, M., Erol, E., Ceylan, O., Duru, M. E., & Lahouel, M. (2018). Chemical composition, antioxidant, anticholinesterase, antimicrobial and antibiofilm activities of essential oil and methanolic extract of *Anthemis stiparum* subsp. *sabulicola* (Pomel) Oberpr. *Microbial Pathogenesis*, *119*, 233–240. https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.04.033

Chen, H., Sun, Q., Tian, C., Tang, X., Ren, Y., & Chen, W. (2024). Assessment of the nutrient value and in vitro rumen fermentation characteristics of garlic peel, sweet potato vine, and cotton straw. *Fermentation*, *10*(9), 464. https://doi.org/10.3390/fermentation10090464

Dağ Osmanlıoğlu, Ş.R. (2021). *Türkiye'de yetişen bazı Artemısıa L. (Asteraceae) türleri üzerinde farmasötik botanik yönünden araştırmalar (Tez no 715174).* [Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Farmasötik Botanik Anabilim Dalı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Demirtas, A., Musa, S. A. A., Pekcan, M., Demirbas, Y. S., Piskin, I., Emre, B., Toprak, N., & Ozturk, H. (2020). Effects of cleavers (*Galium aparine*) and yarrow (*Achillea millefolium*) extracts on rumen microbial fermentation in in-vitro semi-continuous culture system (Rusitec). *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, *26*(3), 385–390. https://doi.org/10.9775/kvfd.2019.23283

Detmann, E., de Sousa, L. C. O., Lima, N. S., & Franco, M. O. (2024). What is the impact of neutral detergent fibre digestibility on productive performance of beef cattle fed tropical forages? *Livestock Science*, *290*, 105608. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2024.105608

Doyar, B., & Kiraz, A. B. (2024). Determination of nutritional value and methane production potential of *phacelia tanacetifolia* in different stages of growth. *Indian Journal of Animal Research*, *58*(11), 1894–1899. https://doi: 10.18805/IJAR.BF-1575

Duncan, D.B. (1955).Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, *11*(1), 1–42. https://doi.org/10.2307/3001478

El-Shatnawi, M. D. K. J., & Mohawesh, Y. M. (2000). Seasonal chemical composition of saltbush in semiarid grasslands in Jordan. *Jordan. Journal of Range Management*, *53*, 211–214. https://doi.org/10.2307/4003285

Ergün, A., Çolpan, İ., Yıldız, G., Küçükersan, S., Tuncer, Ş. D., Yalçın, S., Küçükersan, M. K., Şehu, A. (2006). *Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları.* Geliştirilmiş 3. Baskı. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara.

Farajpour, M., Ebrahimi, M., Sadat-Hosseini, M., Al-Fekaiki, D. F., & Baghizadeh, A. (2024). Multivariate analysis of the phytochemical composition and antioxidant properties in twenty-five accessions across three *Achillea*

species. *Scientific Reports*, *14*(1), 11843. https://doi.org/10.1038/s41598-024-62834-1

Faryabi, R., Mousaie, A., Bahrampour, J., & Barazandeh, A. (2023). The effect of dietary inclusion of *Artemisia sieberi* leaves on growth performance, feeding behaviors, ruminal fermentation, feed digestibility, and blood hemato-biochemical profile of growing male lambs. *Tropical Animal Health and Production*, *55*(1), 41. https://doi.org/10.1007/s11250-023-03455-0

Gemeda, B. S., & Hassen, A. (2015). Effect of tannin and species variation on in vitro digestibility, gas, and methane production of tropical browse plants. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *28*(2), 188. https://doi.org/10.5713/ajas.14.0325

Getachew, G., Robinson, P. H., DePeters, E. J., & Taylor, S. J. (2004). Relationships between chemical composition, dry matter degradation and in vitro gas production of several ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, *111*(1-4), 57–71. https://doi.org/10.1016/S0377-8401(03)00217-7

Gharibi, S., Tabatabaei, B. E. S., Saeidi, G., Goli, S. A. H., & Talebi, M. (2013). Total phenolic content and antioxidant activity of three Iranian endemic *Achillea* species. *Industrial Crops and Products*, *50*, 154–158. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.07.038

Ghassemi Nejad, J., Ju, M. S., Jo, J. H., Oh, K. H., Lee, Y. S., Lee, S. D., Kim, E. J., Roh, S., & Lee, H. G. (2024). Advances in methane emission estimation in livestock: A review of data collection methods, model development and the role of AI technologies. *Animals*, *14*(3), 435. https://doi.org/10.3390/ani14030435

Giagnoni, G., Lund, P., Johansen, M., & Weisbjerg, M. R. (2025). Effect of dietary fat source and concentration on feed intake, enteric methane, and milk production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *108*(1), 553–567. https://doi.org/10.3168/jds.2024-25446

Goel, G., Makkar, H.P., & Becker, K. (2008). Effects of *Sesbania sesban* and *Carduus pycnocephalus* leaves and Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) seeds and their extracts on partitioning of nutrients from roughage- and concentrate-based feeds to methane. *Animal Feed Science and Technology, 147*(1-3), 72–89. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.09.010

Güler, A., Kaplan, O., & Bozkaya, F. (2019). Bazı kaba yemlere ilave edilen probiyotiklerin *in vitro* organik madde sindirimi ve metan üretimi üzerine etkileri. *Harran University Journal of the Faculty of Veterinary Medicine*, *8*(1), 93–98. https://doi.org/10.31196/huvfd.592585

Hall, J. B., Seay, W. W., & Baker, S. M. (2001). Nutrition and feeding of the cow-calf herd: Production cycle nutrition and nutrient requirements of cows, pregnant heifers and bulls. VirginiaTech. Blacksburg: Virginia Cooperative Extension Publication 400-012, Virginia, US, pp: 8. https://vtechworks.lib.vt.edu/server/api/core/bitstreams/cc702ee1-e2de-47ae-ae40-04f70de23a14/content

Hook, S. E., Wright, A. D. G., & McBride, B. W. (2010). Methanogens: Methane producers of the rumen and mitigation strategies. *Archaea*, *2010*(1), 945785. https://doi.org/10.1155/2010/945785

Hristov, A. N., Ott, T., Tricarico, J., Rotz, A., Waghorn, G., Adesogan, A., Dijkstra, J., Montes, F., Oh, J., Kebreab, E., Oosting, S. J., Gerber, P. J., Henderson, B., Makkar, S., & Tricarico, J. M. Firkins, J. L. (2013). Special topics—Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. *Journal of Animal Science*, *91*(11), 5045–5069. https://doi.org/10.2527/jas.2013-6583

IBM Corp. (2017). *IBM SPSS statistics for windows, version 25.0*. IBM Corp.

Iqbal, S., Younas, U., Chan, K. W., Zia-Ul-Haq, M., & Ismail, M. (2012). Chemical composition of *Artemisia annua* L. leaves and antioxidant potential of extracts as a function of extraction solvents. *Molecules*, *17*(5), 6020–6032. https://doi.org/10.3390/molecules17056020

Janssen, P. H. (2010). Influence of hydrogen on rumen methane formation and fermentation balances through microbial growth kinetics and fermentation thermodynamics. *Animal Feed Science and Technology*, *160*(1-2), 1–22. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.07.002

Kahvand, M. & Malecky, M. (2018). Dose-response effects of sage (*Salvia officinalis*) and yarrow (*Achillea millefolium*) essential oils on rumen fermentation in vitro. *Annals of Animal Science*, *18*(1), 125. https://doi.org/10.1515/aoas-2017-0024

Kara, K., Yilmaz Öztaş, S., & Baytok, E. (2025). In vitro ruminal metagenomic profiles and ruminal fermentation variables of aromatic plant pulps. *Veterinary Medicine and Science*, *11*(4), e70447. https://doi.org/10.1002/vms3.70447

Karadeniz, E. & Saruhan, V. (2021). Mardin ekolojik koşullarında farklı ekim zamanlarında yetiştirilen ikinci ürün silajlık mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin silaj özelliklerinin araştırılması. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, *5*(2), 275–289. https://doi.org/10.46291/ISPECJASvol5iss2pp275-289

Karadeniz-Pekgöz, A. (2024). A comparative evaluation of potential bioactive properties and phenolic profiles of five Mediterranean *Asteraceae* species. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 27*(1), 56–67. https://doi.org/ 10.18016/ ksutarimdoga.vi.1140934

Kaya, A., Başer, A., Kaya, A., Selçuk, B., & Cengiz, T. (2022). Determination of the antimethanogenic properties of sumac leaves (*Rhus coriaria* L.) subsitution at different ratios instead of corn silage in sheep rations by in vitro gas production method. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *10*(2), 309–312. https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i2.309-312.4887

Kaya, H., Karaalp, M., Kaynar, Ö., Tekçe, E., Aksakal, A., & Bayram, B. (2021). Tarragon (*Artemisia dracunculus* L.) could alleviate negative effects of stocking density in laying hens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, *23*(01), eRBCA-2020. https://doi.org/10.1590/1806-9061-2020-1309

Kaya, S., & Kondolot Solak, E. (2025). Phytochemicals of *Artemisia absinthium*: Natural antioxidant, anticancer agents, and its characterizations. *Hacettepe Journal of Biology and Chemistry*, *54*(1), 69–83. https://doi.org/10.15671/hjbc.1794890

Kazemi, M. (2015). Chemical composition and antimicrobial, antioxidant activities and anti-inflammatory potential of *Achillea millefolium* L., *Anethum graveolens* L., and *Carum copticum* L. essential oils. *Journal of Herbal Medicine*, *5*(4), 217–222. https://doi.org/10.1016/j.hermed.2015.09.001

Kenny, O., Smyth, T. J., Walsh, D., Kelleher, C. T., Hewage, C. M., & Brunton, N. P. (2014). Investigating the potential of under-utilised plants from the *Asteraceae* family as a source of natural antimicrobial and antioxidant extracts. *Food Chemistry*, *161*, 79–86. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.03.126

Khadim, Z., Mahmood, O., Jailawi, A. A., & Hasan, H. A. (2024). Tarragon (*Artemisia dracunculus* L.) biological medicinal, nutritional and economic plant. *Journal of Kirkuk University for Agricultural Sciences*, *15*(3), 242–251. https://doi.org/10.58928/ku24.15320

Khan, R., Khan, M. N., Ullah, H., Basit, A., Razzaq, A., Ahmad, M., & Ozdemir, F. (2018). A comparative assessment of proximate and elemental composition six weedy grasses for their potential use as fodder. *Progress in Nutrition*, *20*(1-S), 182–190. https://doi.ord/10.23751/pn.v20i1-S.6343

Kılıç, Ü. & Abdiwali, M. A. (2016). Alternatif kaba yem kaynağı olarak şarapçılık endüstrisi üzüm atıklarının *in vitro* gerçek sindirilebilirlikleri ve nispi yem değerlerinin belirlenmesi. *Kafkas Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi*, *22*(6), 895–901. https://doi.org/10.9775/kvfd.2016.15617

Kim, J. H., Kim, C. H., & Ko, Y. D. (2002). Influence of dietary addition of dried wormwood (*Artemisia* sp.) on the performance and carcass characteristics of *Hanwoo steers* and the nutrient digestibility of sheep. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *15*(3), 390–395. https://www.animbiosci.org/upload/pdf/15-59.pdf

Kiraz, A. B. (2011). Determination of relative feed value of some legume hays harvested at flowering stage. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, *6*(5), 525–530 https://10.3923/ajava.2011.525.530

Knapp, J. R., Laur, G. L., Vadas, P. A., Weiss, W. P., & Tricarico, J. M. (2014). Invited review: Enteric methane in dairy cattle production: Quantifying the opportunities and impact of reducing emissions. *Journal of Dairy Science, 97*(6), 3231–3261. https://doi.org/10.3168/jds.2013-7234

Ko, Y. D., Kim, J. H., Adesogan, A. T., Ha, H. M., & Kim, S. C. (2006). The effect of replacing rice straw with dry wormwood (*Artemisia* sp.) on intake, digestibility, nitrogen balance and ruminal fermentation characteristics in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, *125*(1-2), 99–110. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.05.014

Kordali, S., Kotan, R., Mavi, A., Cakir, A., Ala, A., & Yildirim, A. (2005). Determination of the chemical composition and antioxidant activity of the essential oil of Artemisia dracunculus and of the antifungal and antibacterial activities of Turkish *Artemisia absinthium*, *A. dracunculus*, *Artemisia santonicum*, and *Artemisia spicigera* essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *53*(24), 9452–9458. https://doi.org/10.1021/jf0516538

Ku-Vera, J. C., Jiménez-Ocampo, R., Valencia-Salazar, S. S., Montoya-Flores, M. D., Molina-Botero, I. C., Arango, J., Gómez-Bravo, C. A., Aguilar-Pérez, C. F., & Solorio-Sánchez, F. J. (2020). Role of secondary plant metabolites on enteric methane mitigation in ruminants. *Frontiers in Veterinary Science*, *7*, 584. https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00584

Kurt, Ö., Kamalak, A., & Kurt, A. N. (2022). Bazı baklagil yem bitkilerinin nispi yem değerleri, in vitro gaz üretimi, organik madde sindirim derecesi ve metabolik enerji içeriklerinin belirlenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, *12*(2), 1143–1153. https://doi.org/10.21597/jist.1032208

Li, S., Guo, Y., Guo, X., Shi, B., Ma, G., Yan, S., & Zhao, Y. (2023). Effects of *Artemisia ordosica* crude polysaccharide on antioxidant and immunity response, nutrient digestibility, rumen fermentation, and microbiota in cashmere goats. *Animals*, *13*(22), 3575. https://doi.org/10.3390/ani13223575

Loza, C., Verma, S., Wolffram, S., Susenbeth, A., Blank, R., Taube, F., Loges, R., Hasler, M., Cl & Malisch, C. S. (2021). Assessing the potential of diverse forage mixtures to reduce enteric methane emissions in vitro. *Animals*, *11*(4), 1126. https://doi.org/10.3390/ani11041126

Lu, C. D., Kawas, J. R., & Mahgoub, O. G. (2005). Fibre digestion and utilization in goats. *Small Ruminant Research*, *60*(1-2), 45–52. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.06.035

Ma, T., Tu, Y., Zhang, N. F., Deng, K. D., & Diao, Q. Y. (2015). Effect of the ratio of non-fibrous carbohydrates to neutral detergent fiber and protein structure on intake, digestibility, rumen fermentation, and nitrogen metabolism in lambs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *28*(10), 1419. https://doi.org/10.5713/ajas.15.0025

Mahdizade, M., Dayani, O., Tahmasbi, R., Sharifi Hoseini, M. M., Khezri, A., & Hajalizadeh, Z. (2021). Feed intake, diet digestibility, nitrogen retention, microbial protein synthesis, and blood and rumen parameters in sheep fed with tarragon stalk. *Journal of Animal Production, 23*(1), 61–71. https://doi.org/10.22059/jap.2021.303813.623534

Makkar H.P.S. (2005). In vitro gas methods for evaluation of feeds containing phytochemicals. *Animal Feed Science and Technology, 123*, 291–302. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.06.003

Mayland, H. F., Shewmaker, G. E., Harrison, P. A., & Chatterton, N. J. (2000). Nonstructural carbohydrates in tall fescue cultivars: Relationship to animal preference. *Agronomy Journal*, *92*(6), 1203-1206. https://doi.org/10.2134/agronj2000.9261203x

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 fedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *The Journal of Agricultural Science*, *93*(1), 217–222. https://doi.org/10.1017/S0021859600086305

Moate, P. J., Williams, S. R. O., Jacobs, J. L., Hannah, M. C., Beauchemin, K. A., Eckard, R. J., & Wales, W. J. (2017). Wheat is more potent than corn or barley for dietary mitigation of enteric methane emissions from dairy cows. *Journal of Dairy Science*, *100*(9), 7139–7153. https://doi.org/10.3168/jds.2016-12482

Moraes, L. E., Strathe, A. B., Fadel, J. G., Casper, D. P., & Kebreab, E. (2014). Prediction of enteric methane emissions from cattle. *Global Change Biology*, *20*(7), 2140–2148. https://doi.org/10.1111/gcb.12471

Morgavi, D. P., Martin, C., Jouany, J. P., & Ranilla, M. J. (2012). Rumen protozoa and methanogenesis: Not a simple cause–effect relationship. *British Journal of Nutrition*, *107*(3), 388–397. https://doi.org/10.1017/S0007114511002935

Naseri, V., Kafilzadeh, F., & Jahani-Azizabadi, H. (2017). In vitro assessment of the effect of plant extracts on digestibility, estimated energy value, microbial mass and rumen fermentation kinetics. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, *7*(1), 9–15. https://sid.ir/paper/702577/en

Nunes, H. P. B., Dias, C. M., & Borba, A. E. S. (2023). Bioprospecting essential oils of exotic species as potential mitigations of ruminant enteric methanogenesis. *Heliyon*, *9*(1), e12786. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12786

Obolskiy, D., Pischel, I., Feistel, B., Glotov, N., & Heinrich, M. (2011). *Artemisia dracunculus* L.(tarragon): A critical review of its traditional use, chemical composition, pharmacology, and safety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *59*(21), 11367–11384. https://doi.org/10.1021/jf202277w

Ørskov, E. R., & McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science*, *92*(2), 499–503. https://doi.org/10.1017/S0021859600063048

Özdemir, Ö.,& Kaya, A. (2020). Bazı ağaç yapraklarının in vitro gaz üretim tekniğiyle yem değerlerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, *30*(3), 454–461. https://doi.org/10.29133/yyutbd.721969

Özmen, M. & Buğdaycı, K. E. (2025). Effects of different additives on some chemical parameters and ın vitro digestibility of *Leucaena leucocephala* silage. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, *28*(6), 1616–1626. https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.1698057

Özsaygın, H. & Kaya, A. (2025). Farklı ekstraksiyon metodlarıyla elde edilen tarhun ekstraktının süt sığırı tmr'lerinde in vitro gaz ve metan üretimi ile tahminlenen parametreler üzerine etkisi. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, *8*(1), 61–67. https://doi.org/10.55257/ethabd.1676542

Park, S., Lim, W., Bazer, F. W., & Song, G. (2018). Naringenin suppresses growth of human placental choriocarcinoma via reactive oxygen species-mediated P38 and JNK MAPK pathways. *Phytomedicine*, *50*, 238–246. https://doi.org/10.1016/j.phymed.2017.08.026

Patra, A. K., & Saxena, J. (2010). A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. *Phytochemistry*, *71*(11-12), 1198–1222. https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2010.05.010

Patra, A. K. (2013). The effect of dietary fats on methane emissions, and its other effects on digestibility, rumen fermentation and lactation performance in cattle: A meta-analysis. *Livestock Science*, *155*(2-3), 244–254. https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.05.023

Petrič, D., Mravčáková, D., Kucková, K., Čobanová, K., Kišidayová, S., Cieslak, A., Ślusarczyk, S., & Váradyová, Z. (2020). Effect of dry medicinal plants (wormwood, chamomile, fumitory and mallow) on in vitro ruminal antioxidant capacity and fermentation patterns of sheep. *Journal of Animal Physiology and Animal*

Nutrition, *104*(5), 1219–1232. https://doi.org/10.1111/jpn.13349

Pirondini, M., Colombini, S., Malagutti, L., Rapetti, L., Galassi, G., Zanchi, R., & Crovetto, G. M. (2015). Effects of a selection of additives on in vitro ruminal methanogenesis and in situ and in vivo NDF digestibility. *Animal Science Journal*, *86*(1), 59–68. https://doi.org/10.1111/asj.12249

Polat, H. & Bayraklı, F. (2019). Konya bölgesi doğal meraları içerisindeki bazı bitkilerin ham protein ve besin elementi içerikleri. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, *8*(1), 132–147. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/769063

Rayburn, E. B.,& Sharpe, P. (2025). Introduction to pasture ecology. *In Horse Pasture Management* (pp. 79–98). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-95084-8.00005-7

Robinson, P. H. (1999, December). Neutral detergent fiber (NDF) and its role in alfalfa analysis. In *Proc. 29 California Alfalfa Symposium. Fresno, Cal* (pp. 2-8). https://animalscience.ucdavis.edu/sites/g/files/dgvnsk446/files/inline-files/Web200001.pdf

Rohweder, D.A., Barnes, R.F., Jorgensen, N., 1978. Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *Journal of Animal Science, 47*(3), 747–759. https://doi.org/10.2527/jas1978.473747x

Rosmalia, A., Permana, I. G., & Despal, D. (2022). Synchronization of rumen degradable protein with non-fiber carbohydrate on microbial protein synthesis and dairy ration digestibility. *Veterinary World*, *15*(2), 252. https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.252-261

Sallam, S. M. A., Abdelgaleil, S. A., Bueno, I. C. D. S., Nassera, M. E. A., Araujo, R. C. D., & Abdalla, A. L. (2011). Effect of essential oils on ruminal fermentation, microbial population and methane emission in vitro. *Cahiers Options Mediterraneennes*, *9*, 149–156. http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=801549

Sayar, M.S., Basbag, M., Cacan E. & Karan, H. (2022). The effect of different cutting times on forage quality traits of alfalfa (*Medicago sativa* L.) genotypes and evaluations with biplot analysis. *Fresenius Environmental Bulletin*, *31*(08B), 9178–9190.

Sharpe, P. (2019). Nutritional Value of Pasture Plants for Horses. *Horse Pasture Management.*, *1,* 37–64. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812919-7.00003-2

Sheida, E. V., Ryazanov, V. A., Duskaev, G. K., Rakhmatullin, S. G., & Kvan, O. V. (2024). Effect of *Artemisiae absinthil* herba and *Inulae rhizomata* et radices on fermentation processes and methanogenesis in the rumen of Young cattle. *Biology Bulletin Reviews*, *14*(3), S275–S279. https://doi.org/10.1134/S2079086424600978

Strange L. R. N. (1980). African pasturel and ecology with particular reference to the pastoral environment of Eastern Africa. FAO Pasture and Fodder Crop Studies (FAO), No: 7, https://agris.fao.org/search/en/providers/123819/records/64735db3e17b74d222528217

Talebi, T., Seifdavati, J., Mirzaei Aghjeh Qeshlagh, F., Abdi Benemar, H., Seyed Sharifi, R., & Seifzadeh, S. (2023). Evaluation of the effects of digestibility and gas produced of sainfoin and alfalfa hay in laboratory conditions by adding different levels of yarrow and ginger powder. *Research on Animal Production*, *14*(3), 45–58. https://doi.org/10.61186/rap.14.41.45

Tan, Z. L., Lu, D. X., Hu, M., Niu, W. Y., Han, C. Y., Ren, X. P., Na, R., & Lin, S. L. (2002). Effect of dietary structural to nonstructural carbohydrate ratio on rumen degradability and digestibility of fiber fractions of wheat straw in sheep. *Asian-Australasian Jurnal of Animal Sciences*, *15*(11), 1591–1598. https://doi.org/10.5713/ ajas.2002.1591

Theodorou, M. K., Williams, B. A., Dhanoa, M. S., McAllan, A. B., & France, J. (1994). A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, *48*, 185–197. https://doi.org/10.1016/0377-8401(94)90171-6

Ţicolea, M., Pop, R. M., Pârvu, M., Usatiuc, L. O., Uifălean, A., Ranga, F., & Pârvu, A. E. (2024). Phytochemical composition antioxidant and anti-inflammatory activity of *Artemisia dracunculus* and *Artemisia abrotanum*. *Antioxidants*, *13*(8), 1016. https://doi.org/10.3390/antiox13081016

Ungerfeld, E. M. (2020). Metabolic hydrogen flows in rumen fermentation: Principles and possibilities of intervention. *Frontiers in Microbiology, 11*, 589. https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00589

Van Soest, P. V., Robertson, J. B. & Lewis, B. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science, 74*(10), 3583–3597. https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2

Verma, S., Akpensuen, T. T., Wolffram, S., Salminen, J. P., Taube, F., Blank, R., Kluß, C., & Malisch, C. S. (2024). Investigating the efficacy of purified tannin extracts from underutilized temperate forages in reducing enteric methane emissions in vitro. *Scientific Reports*, *14*(1), 12578. https://doi.org/10.1038/s41598-024-63434-9

Wang, Y., Zhou, J., Wang, X., Yu, Q., Sun, Y., Li, Y., Zhang, Y., Shen, W., & Wei, X. (2023). Rumen fermentation parameters prediction model for dairy cows using a stacking ensemble learning method. *Animals*, *13*(4), 678. https://doi.org/10.3390/ani13040678

Weerathunga, D. C., Neachtain, A. S. Ó., Giri, K., Cheng, L., Thomson, A. L., Jacobs, J. L., & Smith, K. F. (2025). In vitro screening of temperate grasses, legumes, and herbs for anti-methanogenic potential and fermentation

profile for Australian dairy systems. *Animal Production Science*, *65*(17), AN25199. https://doi.org/10.1071/AN25199

Zayyat, M., Khedr, A. H., & Amer, N. (2018). Phytochemical and antimicrobial activity of two Egyptian xerophytes: *Artemisia jaudica* L. and *Artemisia monosperma* Delile. *African Journal of Biological Sciences*, *14*(2), 127-140. https://doi.org/10.21608/AJBS.2018.205556

Zhai, X., Zhang, Y., Wang, K., Chen, Q., Li, S., & Huang, D. (2018). Grazing effects on the nutritive value of dominant species in steppe grasslands of northern China. *BMC Ecology*, *18*(1), 30. https://doi.org/10.1186/s12898-018-0186-8

Zhang, Z., Murtagh, F., Van Poucke, S., Lin, S., & Lan, P. (2017). Hierarchical cluster analysis in clinical research with heterogeneous study population: highlighting its visualization with R. *Annals of Translational Medicine*, *5*(4), 75. https://doi.org/10.21037/atm.2017.02.05