



Farklı Ekstraksiyon Metodlarıyla Elde Edilen Tarhun Ekstraktının Süt Sığırtı TMR'lerinde İn Vitro Gaz ve Metan Üretimi ile Tahminlenen Parametreler Üzerine Etkisi

Araştırma Makalesi/Research Article

Atıl İçin: Özsaygın, H., Kaya, A. (2025). Farklı Ekstraksiyon Metodlarıyla Elde Edilen Tarhun Ekstraktının Süt Sığırtı TMR'lerinde İn Vitro Gaz ve Metan Üretimi ile Tahminlenen Parametreler Üzerine Etkisi. Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi, 8(1): 61-67

To Cite: Özsaygın, H., Kaya, A. (2025). The Effect of Tarragon Extract Obtained by Different Extraction Methods on In Vitro Gas and Methane Production and Estimated Parameters in Dairy Cattle TMRs. Journal of Erciyes Agriculture and Animal Science, 8(1): 61-67

Hasan ÖZSAYGIN¹, Adem KAYA^{1*}

¹Atatürk University Agricultural Faculty Department of Animal Science, 25240, Erzurum/Türkiye

***sorumlu yazar:** akaya@atauni.edu.tr

Hasan ÖZSAYGIN, ORCID No: 0009-0001-7216-6582, Adem KAYA, ORCID No: 0000-0002-7726-6865

Yayın Bilgisi

Geliş Tarihi: 15.04.2025

Revizyon Tarihi: 21.04.2025

Kabul Tarihi: 21.04.2025

doi: 10.55257/ethabd.1676542

Anahtar Kelimeler

Ekstraksiyon yöntemi, ekstrakt, in vitro gaz, metan, tarhun

Keywords

Extraction method, extract, in vitro gas, methane, tarragon

Özet

Bu çalışma, farklı ekstraksiyon yöntemleriyle elde edilen tarhun (*Artemisia dracunculoides*) ekstraktlarının in vitro gaz üretim tekniğiyle antimetanojenik etkilerini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Tarhun bitkisinden su, aseton, etanol ve metanol olmak üzere dört farklı ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen özütler süt sığırtı toplam rasyon karşımı (TMR)'na %1 seviyesinde olacak şekilde ilave edilerek deneme grupları oluşturulmuş, in vitro gaz üretim tekniğinde kullanılan rumen sıvısı ise özel bir kesimhaneden, 4-6 yaş aralığında ve yaklaşık 500 kg ağırlığındaki Simental ırkı sığırtıdan kesim sonrası temin edilmiştir. Kontrol grubuna kıyasla, aseton, etanol ve metanol ekstraktı eklenen gruplarda in vitro gaz üretim değerleri ile ME, NEL ve OMS gibi tahminlenen parametreler daha yüksek saptanırken, metan üretimi üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$). Daisy inkübatörle belirlenen NDF sindirilebilirlik değeri en yüksek etanol grubunda (36,01) en düşük ise aseton grubunda (18,33) belirlenmiştir ($P<0.05$). Sindirilebilirlik parametrelerinden taksimat faktörü (PF) ve mikrobiyal protein sentezlenme etkinlik (MPSE) değerleri 2,43 ve 9,33 ile en düşük aseton grubunda saptanmıştır ($P<0.05$). Sonuç olarak, tarhun ekstraktlarının rumen fermantasyonu ve enerji verimliliği üzerinde etkili olduğu, metan üretimi üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığı ancak yem değerini iyileştirme potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir. Söz konusu ekstraktların antimetanojenik etkisini ortaya koyabilme adına daha yüksek dozların denenmesi gerektiği kanaatine varılmıştır.

The Effect of Tarragon Extract Obtained by Different Extraction Methods on In Vitro Gas and Methane Production and Estimated Parameters in Dairy Cattle TMRs

Abstract

This study was conducted to reveal the antimethanogenic effects of tarragon (*Artemisia dracunculoides*) extracts obtained by different extraction methods using the in vitro gas production technique. Extracts obtained from tarragon using four different extraction methods (water, acetone, ethanol, and methanol) were added to the total mixed ration (TMR) of dairy cattle at a 1% level to form experimental groups. The rumen fluid used in the in vitro gas production technique was obtained postslaughter from a special slaughterhouse, sourced from Simmental cattle aged between 4-6 years and weighing approximately 500 kg. Compared to the control group, the groups supplemented with acetone, ethanol, and methanol extracts exhibited higher in vitro gas production values, as well as higher estimated parameters such as ME, NEL, and OMS, while no significant effect on methane production was detected ($P<0.05$). The NDF digestibility value determined using the Daisy incubator was highest in the ethanol group (36.01) and lowest in the acetone group (18.33) ($P<0.05$). Among the digestibility parameters, the partitioning factor (PF) and microbial protein synthesis efficiency (MPSE) values were found to be the lowest in the acetone group, at 2.43 and 9.33, respectively ($P<0.05$). In conclusion, it was determined that tarragon extracts affect rumen fermentation and energy efficiency, do not have a significant effect on methane production, but have the potential to improve feed value. It was concluded that higher doses should be tested to reveal the antimethanogenic effect of these extracts.

1. GİRİŞ

Antibiyotik kullanımının yem katkı maddesi olarak kullanımına yönelik yasakların ardından, insan sağlığına zarar vermeyen sekonder metabolitler içeren bitki ekstraktlarının ruminant hayvanların beslenmesinde yem katkı maddesi olarak kullanımına yönelik çalışmalar artmıştır. Bu çalışmaların temel amacı, hayvan performansını olumsuz etkilemeden rumen fermantasyonunu olumlu yönde modifiye etmek, enterik metan üretimini azaltmak ve enerji ile proteinin kullanım etkinliğini artırmaktır (Bhatta, and Singh, 2022). Ruminant hayvanların retikulo-rumenlerinde yiyeceklerin mikrobik fermantasyonu sonucu açığa çıkan metan gazı, küresel ısınmaya neden olan karbon dioksitten (CO₂) sonra ikinci en önemli gazdır (Olivier, Van Aardenne et al. 2005). Dünya genelinde 2023 yılında yaklaşık 570 milyon ton metan emisyonu kaydedilmiştir. Metan emisyonlarının yaklaşık %40'ı enerji sektöründen (228 milyon ton), %24'ü tarım sektöründen (137 milyon ton), %18'i atık işleme sektöründen (103 milyon ton) ve %18'i endüstriyel işlemler ve ürün kullanımından (103 milyon ton) kaynaklanmaktadır (Anonim, 2024). Türkiye'de ise 2023 yılında toplam metan emisyonu yaklaşık 3,1 milyon ton olarak kaydedilmiştir. Bu emisyonların %60,5'i tarım, %19,9'u enerji, %19,6'sı atık işleme ve %0,02'si endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı sektörlerinden kaynaklanmaktadır. Tarım sektöründeki metan emisyonlarının büyük bir kısmı, ruminant hayvanların sindirim süreçlerinden (enterik fermantasyon) kaynaklanmaktadır. Dünya genelinde tarım sektörü metan emisyonlarının %24'ünü, Türkiye'de ise %60,5'ini oluşturmaktadır. Bu durum, tarım ve özellikle hayvancılık sektörünün metan emisyonları üzerindeki etkisini azaltmak için bitki ekstraktları gibi doğal yem katkı maddelerinin kullanımının önemini vurgulamaktadır (TÜİK, 2023). Hayvancılık sektöründe oluşan metanın, %15,4'ünden bufalalar ve küçükbaş hayvanlar sorumluyken, %30 ve %35 sırasıyla süt ve besi sığırları bu emisyonların çoğunluğundan sorumlu olduğu görülmektedir (Wollenberg et al. 2016). Enterik metan, sadece iklim değişikliğine katkıda bulunması nedeniyle değil, üretimi sırasında enerji kaybına yol açması nedeniyle de istenmeyen bir gazdır. Hayvan besleme uzmanları, rasyonlara tanen, saponin ve esansiyel yağ içeren yemler ekleyerek enterik metan salınımını azaltmaya çalışmaktadır. Ancak bu yemlerin rasyonlara eklenmesindeki zorluklar nedeniyle, alternatif olarak bitki ekstraktlarının kullanımı öne çıkmıştır. Bitki ekstraktları, içeriklerindeki saponinler, terpenoidler, fenolikler, fenolik glikozitler, tanenler, alkaloidler ve esansiyel yağlar sayesinde rumen fermantasyonunu değiştirme potansiyeline sahiptir. Bu ekstraktların etkinliği, içerdiği sekonder bileşiklerin türü ve miktarı gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Salem et al., 2011).

Son yıllarda, hem insan sağlığı hem de hayvancılık faaliyetlerinde tıbbi ve aromatik bitkilere olan ilgi giderek artmaktadır. Bu bitkiler arasında sıkça duyduğumuz türlerden biri de tarhunur. Tarhun, papatyagiller

(Asteraceae) ailesine ait, çok yıllık otsu bir bitkidir (Yaichibe et al., 1997). Flavonoid bileşenleri olan jaceosidin ve eupatilin sayesinde antioksidan, anti-inflamatuar, antiproliferatif, antimitojen, antidiyabetik, antialerjik, antiülser ve antikanser gibi etkilerinin yanı sıra geniş bir farmakolojik etki yelpazesi de gösterir (Yoon et al., 2011). Orta Asya ve Sibirya kökenli olan tarhun, tüm Avrasya'ya yayılmıştır (Gülpınar, 2012). Ülkemizde, Erzurum, Bayburt, Gaziantep, Şanlıurfa ve Ankara gibi illerde yetiştirilmekte olan tarhun bitkisinde %0.1-1.1 arasında uçucu yağ ve %74-77 oranında metil kovikol (estragol) tespit edilmiştir (Bayrak ve ark., 1986).

Bu çalışmada, farklı ekstraksiyon yöntemleriyle elde edilen tarhun ekstraktlarının in vitro gaz ve metan üretimi, bazı sindirim ve tahminlenen parametreler üzerine etkileri ile antimetanojenik potansiyellerinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Araştırmada özel bir süt sığırları işletmesinde yetiştirilen hayvanlar için hazırlanan toplam rasyon karışımı kullanılmıştır. Arpa danesi, ayçiçeği küspesi, kuru çayır otu, mısır danesi, mısır silajı, soya küspesi, yonca kuru otu ve yulaf samanı gibi yem hammaddeleri NRC verileri dikkate alınarak işletmedeki hayvanlar için hazırlanan rasyon karışımları kontrol grubunu oluşturmuştur. Süt sığırları için hazırlanan toplam karışım rasyonunda (TMR), kuru madde esasına göre mısır silajı %12,5, yonca kuru otu %10, kuru çayır otu %11,5, soya küspesi %8, ayçiçeği küspesi %12, mısır danesi %13, arpa danesi %16 ve yulaf samanı %17 oranında yer almaktadır. Bayburt ilinden temin edilen Tarhun (*Artemisia dracunculus*) bitkisinden her bir ekstraksiyon metodu (su, aseton, etanol ve metanol) için erlenmayer içerisine 20 gr tartılmış ve 200 ml çözücü eklenerek özütler elde edilmiştir. Elde edilen ekstraktlar 3 gün süre ile çalkalayıcıda karıştırıldıktan sonra santrifüjleme yapılarak etüvde 30 derecede 12 saat bekletilmiştir. Ekstraktlardan her birinden ayrı ayrı %1 seviyesinde olacak şekilde kontrol grubuna ilave edilerek deneme grupları oluşturulmuştur. Süt sığırları TMR'lerini oluşturan yem hammaddeleri kimyasal ve in vitro analizler için 1 mm elekten geçecek şekilde öğütülmüştür. Söz konusu yem hammaddelerine ait kimyasal kompozisyonlar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Toplam karışım rasyonunu oluşturan hammaddelerin kimyasal kompozisyonları
Table 1. Chemical composition of the raw materials constituting the total mixture ration

Yem hammaddeleri	KM (%)	HK (%)	HY (%)	HP (%)	NDF (%)	ADF (%)	ME* (MJ/kgKM)
Mısır Silajı	94,10	8,23	1,65	11,60	61,25	31,35	8,58
Yonca Kuru Otu	92,81	8,76	1,83	19,11	58,34	37,43	7,73
Kuru Çayır Otu	95,11	7,17	0,45	7,04	69,40	38,71	7,40
Soya Küspesi	93,83	6,82	0,97	48,70	11,13	28,63	8,95
Ayçiçeği Küspesi	94,01	6,77	0,83	36,26	46,13	32,26	8,43
Mısır	92,49	0,89	3,20	8,52	12,21	4,74	13,58
Arpa	92,11	1,47	1,96	14,64	22,71	6,84	12,89
Yulaf samanı	92,23	7,51	1,22	5,10	65,24	38,35	7,61

*Metabolik enerji (ME) değerleri, Dugmore (1995) tarafından ifade edilen formüle
(ME(MJ/Kg KM) = 13,50 + 0,263 x HY - 0,133 x HK - 0,136 x ADF) göre hesaplanmıştır.

Deneme gruplarında kuru madde (KM), ham kül (HK), ham yağ (HY) ve ham protein (HP) analizleri AOAC (2005)'e göre yapılmıştır. Örneklerin lif içeriğini değerlendirmek için Van Soest et al (1991)'nin bildirdiği metoda göre nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) ve asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ANKOM 200 Fiber Analyzer cihazında belirlenmiştir.

Süt sığırtı TMR'lerine ait 24 saatlik gaz üretim miktarlarının ölçülmesinde in vitro gaz üretim tekniği modifiye edilerek uygulanmıştır (Menke and Steingass 1988). In vitro gaz üretim tekniğinde kullanılacak olan rumen sıvısı özel bir kesimhaneden etik kurulundan kesim onayı verilmiş 4-6 yaş aralığında ortalama 500 kg canlı ağırlığında olan 3 baş Simental ırkı büyükbaş hayvanların rumenlerinden hayvanlar kesilir kesilmez Kılıç ve Abdiwali (2016)'nin bildirdiği yöntemle göre alınarak termos vasıtası ile laboratuvara getirilmiştir. Yem örnekleri laboratuvar şartlarında 24 saat süreyle rumen sıvısında inkübasyona bırakılarak gaz üretim miktarları belirlenmiştir. Deneme gruplarıyla beraber üç tekrürlü olacak şekilde kör (sadece tamponlanmış rumen sıvısı) ve Hohenheim ot standardı da inkübasyona tabi tutulmuştur. Kör denemeden elde edilen gaz değerleri yem grupları için saptanan gaz ölçümlerinden çıkarıldıktan sonra Hohenheim ot standardına göre düzeltme kat sayısı uygulanarak 24 saatlik net in vitro toplam gaz miktarları belirlenmiştir. Deneme gruplarına ait 24 saatlik gaz üretim değerleri ile yemlerin besin madde kompozisyonları kullanılarak metabolik enerji (ME), net enerji laktasyon (NEL) değerleri ve organik madde sindirimi (OMS) Menke and Steingass (1988) tarafından bildirilen yöntemle göre aşağıdaki eşitlik kullanılarak saptanmıştır.

$$ME \text{ (MJ/kg KM)} = 2.20 + 0.136GP + 0.0057HP + 0.00029HY2$$

$$NEL \text{ (MJ/kg KM)} = 0.101 GÜ + 0.051 HP + 0.112 HY$$

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

GÜ: 24 saatte üretilen gaz miktarı (ml/200 mg KM); HP: ham protein (%); HY: ham yağ (%); HK: ham kül içeriği (%).

İnkübasyon sonunda oluşan gaz içerisindeki metan yüzdeleri bilgisayar destekli metan gazı ölçüm cihazıyla (Sensors Europe Analysentechnik GmbH, Erkath, Germany) tespit edilmiştir.

Deneme gruplarına ait gerçek sindirim derecesi (GSD) (%), taksimat faktörü (TF) (mg/ml), mikrobiyal kütle (MY) (mg), mikrobiyal protein sentezleme etkinliği (MPSE) (%) ve gerçek sindirilen kuru madde (GSKM) (mg) miktarları Blummel et al. (1997)'nin bildirdiği süzme torba tekniğine göre tespit edilmiş ve aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır.

$$GSKM = \text{İnkübe edilen kuru madde (mg)} - \text{Kalan kuru madde (mg)}$$

$$TF = (GSKM / \text{Gaz Üretimi})$$

$$MY = (GSKM - (2.2 \times \text{Gaz Üretimi}))$$

$$MPSE = (((GSKM - (2.2 \times \text{Gaz Üretimi}))/GSKM) \times 100$$

$$GSD = (((\text{İnkübe edilen kuru madde (mg)} - \text{Kalan kuru madde (mg)}) / \text{İnkübe edilen kuru madde (mg)})) \times 100$$

Süt sığırtı TMR gruplarında gerçek kuru madde (IVGKMS), NDF (IVNDFS) ve organik madde sindirilebilirlik (IVGOMS) değerlerini tespit etmek amacıyla Ankom DaisyII inkubator D 220 cihazı kullanılmıştır. Bu yöntemde örnekler 48 saat rumen sıvısı ile inkübasyona tabi tutulduktan sonra aşağıdaki formülde yerine yazılarak in vitro gerçek kuru madde, NDFs ve organik madde sindirilebilirlik düzeyleri saptanmıştır.

$$\%IVGKMS = 100 - (((D3-D1)/(D2-D1)) \times 100)$$

$$\%IVNDFS = 100 - (((D4-D1)/(D6-D7)) \times 100)$$

$$\%IVGOMS = 100 - (((D5-D2)/(D8-D7)) \times 100)$$

Burada; D1: F57 süzgeç torbalarının darası, D2: örneğinin kuru ağırlığı, D3: İnkübasyon sonunda kalan örnek miktarı, D4: Ankom 200/220 selüloz tayan cihazında NDF solüsyonunda işlem görüp etüvde kuruyan örnek içeriği, D5:550 °C kül fırında yakıldıktan sonra kalan miktar, D6: örneğin % NDF içeriği, D7: örneğin KM içeriği, D8: örneğin % organik madde içeriği

2.1. Rumen Sıvısında Toplam Uçucu Yağ Asitleri (TUYA) Ve NH₃ Azotunun Belirlenmesi

In vitro gaz üretim tekniği sonrası enjektörler içerisinde kalan rumen sıvısından yaklaşık 10 ml alınmış ve 3000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası üst kısımdan 2 ml numune alınarak MgSO₄ ile doyurulmuş 10 N H₂SO₄ çözeltisinden 2 ml eklenmiş ve Markham (1942)'nin metoduna göre deneme gruplarının TUYA içerikleri saptanmıştır. Örneklere ait TUYA miktarları, 1 ml 0.002 N NaOH'ın 20 µmol UYA'ya denk olduğu varsayılarak hesaplanmıştır. Rumen sıvısındaki amonyak azotu Kjeldhal metodundan yararlanılarak Blümmel et al (1997)'nin bildirdikleri yöntemle göre tespit edilmiştir. 50 ml'lik bir beher içerisine 10 ml rumen sıvısı alınmış ve üzerine 4-5 damla %98'lik sülfürik asit eklenerek 2 saat bekletilmiştir. Daha sonra içerik, 4000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilerek üstte oluşan berrak sıvıdan 2 ml alınmış üzerine %40'lık NaOH eklenmiş ve karışım destilasyon düzeneğine yerleştirilmiştir. Destilasyon işleminden sonra 1/70 normallik H₂SO₄ ile titre edilerek harcanan H₂SO₄ miktarından faydalanılarak NH₃-N değeri hesaplanmıştır.

2.2. İstatistik Analizler

Çalışmadan elde edilen veriler SPSS 20.0 (2011) paket programında tek yönlü varyans (ANOVA) analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testiyle belirlenmiştir (Duncan, 1955).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Deneme gruplarına ait 24 saatlik *in vitro* gaz (GÜ) ve metan üretim değerleri, tahminlenen parametreleri ile rumen sıvısında saptanan TUYA ve NH₃-N içerikleri Tablo 2'de verilmiştir. Söz konusu parametrelerden GÜ, ME, NEL ve NH₃-N değerleri bakımından gruplar arasındaki farklılıkların önemli olduğu (P<0.05) tespit edilmiştir. Aseton, etanol ve metanol yöntemleriyle elde edilen ekstrakt gruplarında 24 saatlik gaz üretim değerleri ile bu değerler üzerinden tahminlenen OMS, ME ve NEL içerikleri kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Yemlerin *in vitro* metan üretim oranları %17.66-18.04 arasında değişmiş ancak anlamlı farklılığın olmadığı saptanmıştır (P>0.05). *In vitro* inkübasyon sonunda rumen sıvılarında belirlenen en yüksek NH₃-N değeri 576.0 mg/L ile etanol grubunda tespit edilmiştir.

Tablo 2. Farklı Ekstraksiyon Yöntemleriyle Elde Edilen Tarhun Ekstraktının Süt Sığırtı TMR'lerinde *In Vitro* Gaz ve Metan Üretimi Üzerine Etkileri

Table 2. Effects of Tarragon Extract Obtained by Different Extraction Methods on *In Vitro* Gas and Methane Production in Dairy Cattle TMRs

Gruplar	GÜ (ml)	Metan (%)	Metan (ml)	ME (Mj/kg KM)	NEL (Mj/kg KM)	OMS (%)	TUYA (mmol/lit)	NH ₃ -N (mg/lit)
Kontrol	50.86 ^c	17.69	9.00	9.05 ^c	5.37 ^c	63.81 ^c	148.00	483.0 ^b
Aseton	54.10 ^a	17.68	9.57	9.51 ^a	5.71 ^a	66.69 ^a	142.88	525.0 ^b
Etanol	53.02 ^{ab}	17.66	9.36	9.35 ^{ab}	5.59 ^{ab}	65.73 ^{ab}	152.03	576.0 ^a
Metanol	53.16 ^{ab}	18.04	9.59	9.37 ^{ab}	5.61 ^{ab}	65.86 ^{ab}	144.50	496.7 ^b
Saf su	51.66 ^{bc}	17.77	9.18	9.16 ^{bc}	5.46 ^{bc}	64.52 ^{bc}	142.07	483.7 ^b
SEM	0.52	0.27	0.19	0.07	0.06	0.46	3.75	15.67
P	0.009	0.848	0.214	0.010	0.009	0.009	0.367	0.009

a-c; aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistikî açıdan önemlidir (p<0.05).

GÜ: 24 saatlik *in vitro* gaz üretimi, ME: Metabolik Enerji, NEL: Net Enerji Laktasyon, OMS: Organik Madde Sindirim Derecesi, TUYA: Toplam Uçucu Yağ Asidi, NH₃-N: Amonyak Azotu

Yapılan literatür taramasında *in vitro* gaz ve metan üretimi ile sindirim ve rumen parametreleri üzerine tarhun bitkisinden elde edilen ekstraktların etkilerinin incelendiği çalışma bulunmadığı için çalışma bulguları diğer aromatik bitki ekstraktlarının kullanıldığı araştırma bulgularıyla tartışılmıştır.

Araştırma bulgularına göre, asetonda ekstrakte edilen tarhun örnekleri, *in vitro* gaz üretimini önemli ölçüde artırmıştır (P<0.05). Daha önce yapılan çalışmalarda da bazı bitkisel ekstraktların, özellikle biberiye, kekik ve adaçayı gibi uçucu bileşenler içeren bitkilerin, rumen fermentasyonunu teşvik ederek gaz üretimini artırdığı bildirilmiştir (Jayanegara et al., 2015). Benzer şekilde, Patra and Saxena (2011), tanen ve saponin içeren bitkisel ekstraktların, fermentasyon sürecini hızlandırarak gaz

üretimini artırabileceğini belirtmiştir. Esansiyel yağların elde edilmesinde kullanılan ekstraksiyon yönteminin ve çözücünün bitkilerde yer alan etkili bileşenlerin verimliliği üzerinde belirleyici olduğu ifade edilmektedir. Özellikle, metanol bazlı ekstraktların daha yüksek biyoaktif madde içeriğine sahip olduğu, ancak aşırı konsantrasyonların rumen mikrobiyotasını baskılayabileceği belirtilmiştir (Curabay ve Filya, 2020). Diğer taraftan, su bazlı ekstraktlar daha düşük lipofilik bileşen içeriğine, etanol veya metanol bazlı ekstraktların ise daha fazla fenolik madde içeriğine sahip olabileceği, bunun da mikrobiyal aktiviteyi modüle etme kapasitesini değiştirebileceği rapor edilmiştir.

Metan üretimi açısından değerlendirildiğinde, farklı ekstraksiyon yöntemleriyle elde edilen tarhun özütlerinin *in vitro* metan üretimi üzerine anlamlı bir etkisinin olmadığı

tespit edilmiştir ($P>0.05$). Ancak, metanol ve etanol bazlı ekstraktların, özellikle çay ve kekik gibi bitkilerden elde edilen bileşenlerin rumendeki metanojenik mikroorganizmalar üzerine baskılayıcı etkilerinin olabileceği bildirilmiştir (Goel et al., 2008). Bununla birlikte, bu çalışmada tarhun ekstraktının metan üretimini azaltıcı etkileri gözlemlenmemiştir. Bu durum, tarhun ekstraktında bulunan bileşenlerin metanojenik aktiviteyi doğrudan baskılamaması ile ilişkilendirilebilir. Selçuk ve Kamalak (2022) tarafından yapılan bir çalışmada, biberiye ekstraktı içeren rasyonların in vitro metan üretimini artırdığı belirtilmiş, bu etkinin ekstraksiyon sürecinde kullanılan çözücülerden kaynaklanabileceği vurgulanmıştır.

In vitro gaz üretimi üzerinden hesaplanan ME, NEL ve OMS değerleri bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Söz konusu parametrelere ait en yüksek değerler aseton grubunda, en düşük değerler ise kontrol grubunda saptanmıştır. OMS'nin artışı, bitkisel ekstraktların, içerdiği fenolik bileşiklerin rumen mikrobiyasını olumlu yönde etkileyerek fermentatif etkinliği artırması ile açıklanabilir (Jayanegara et al., 2015).

Yapılan diğer araştırmalarda, flavonoid ve fenolik bileşikler içeren nane ve kekik ekstraktlarının OMS'yi artırdığı rapor edilmiştir (Salem et al., 2014).

Deneme grupları arasında toplam uçucu yağ asidi (TUYA) seviyeleri bakımından anlamlı bir farklılık olmamış, rakamsal olarak en yüksek değer 152.03 mmol/l'tir.

ile etanol grubunda saptanmıştır. Patra et al. (2008) yaptıkları bir çalışmada, fenolik bileşikler içeren bitkilerin, özellikle biberiye, adaçayı ve kekik ekstraktlarının rumen fermantasyonunu teşvik ettiğini ve uçucu yağ asidi üretimini artırdığını bildirmiştir. Ancak, pelin otu ve defne gibi bitki ekstraktlarının yüksek dozlarda kullanıldığında rumen mikroorganizmaları üzerinde toksik etki göstererek TUYA üretimini azaltabileceği rapor edilmiştir (Venkateswarlu et al., 2020).

NH₃-N düzeyindeki artış, protein yıkımının hızlandığını ve rumen mikroorganizmaları tarafından daha fazla amonyak üretildiğini gösterebilir. Goel and Makkar (2012) yaptıkları bir çalışmada, bazı bitkisel ekstraktların protein yıkımını artırarak rumen ortamında NH₃-N seviyesini yükseltebileceğini rapor etmiştir. Ancak, çok yüksek NH₃-N seviyeleri proteinin verimli kullanımını azaltabilir ve azot kayıplarını artırabilir. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda, rumende yeni metanojenlerin olduğu ve metil grubu içeren bileşikler ve CO₂ kullanarak metan ürettiği bildirilmiştir (Poulsen et al. 2013). Bitkisel ekstraktların biyoyararlanımı, kimyasal bileşimi ve biyolojik aktiviteleri kullanılan ekstraksiyon yöntemine bağlı olarak büyük ölçüde değişiklik gösterebilir. Farklı çözücülerle uygulanan ekstraksiyon işlemleri, fenolik bileşiklerin, uçucu yağların ve diğer ikincil metabolitlerin miktarını ve etkinliğini değiştirebilir (Goel and Makkar, 2012). Bodas et al (2012), metanol ve etanol kullanarak elde edilen bitkisel ikincil metabolitlerin ruminal fermantasyonu düzenleyerek metan üretimini azaltabileceğini bildirmiştir.

Tablo 3. Süt Sığırı TMR'lerinde in vitro sindirim parametrelerine ait ortalama değerler
Table 3. Mean values of in vitro digestive parameters in dairy cattle TMRs

Yem hammaddeleri	GSKM (mg)	TF (mg/ml)	MK (mg)	MPSE (%)	GSD (%)
Kontrol	321.33 ^c	2.82 ^a	70.53 ^a	21.94 ^a	64.10 ^b
Aseton	321.67 ^{bc}	2.71 ^b	59.92 ^c	17.70 ^c	64.12 ^b
Etanol	328.50 ^a	2.79 ^a	69.63 ^a	20.83 ^{ab}	65.57 ^a
Metanol	327.00 ^a	2.78 ^a	66.66 ^b	20.30 ^b	65.36 ^a
Saf su	323.67 ^b	2.81 ^a	70.67 ^a	21.83 ^a	64.69 ^b
SEM	0.65	0.01	1.27	0.47	0.20
P	0.001	0.001	0.001	0.021	0.001

a-c; aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemlidir ($p<0.05$).

SEM: standart hata oranı, GSKM: Gerçek sindirilebilir kuru madde, PF: Taksimat faktörü, MK: Mikrobiyal kütle, MPSE: Mikrobiyal protein sentezleme etkinliği, GSD: Gerçek sindirim derecesi,

Süzme torba tekniği ile tespit edilen sindirim parametreleri bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Gerçek sindirilebilir kuru madde (GSKM) ve sindirim değerleri (GSD) en yüksek etanol ve metanol gruplarında tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, bazı bitkisel ekstraktların rumen mikrobiyasını olumlu yönde etkileyerek kuru madde ve organik madde sindirimini artırabileceğini bildiren çalışmalarla uyumludur (Patra and Saxena, 2011; Jayanegara et al., 2015). Özellikle fenolik bileşikler içeren bitkisel ekstraktların rumen fermantasyonunu modüle ederek (Cieslak et al., 2013) ve mikrobiyal aktiviteyi destekleyerek (Bodas et al., 2012) sindirilebilirliği artırabileceği ifade edilmektedir. Özellikle

fenolik bileşiklerin ve esansiyel yağların rumen fermantasyonu üzerindeki etkileri, doza bağlı olarak değişebilmektedir (Cieslak et al., 2013). Mikrobiyal protein sentezleme etkinliğini belirlemede en etkili parametre olan taksimat faktörü (TF) değerinin 2.75 ile 4.41 arasında olması gerektiği, söz konusu değerlerin yüksek olmasının mikrobiyal protein sentezleme etkinliğini de yükselteceği rapor edilmiştir (Blümmel and Lebzien 2001). Bu çalışmada elde edilen TF değerleri aseton grubu hariç bildirilen diğer gruplar arasında bulunmuştur. Ayrıca TF değeri yüksek olan grupların MK ve MPSE değerleri de yüksek olarak hesaplanmıştır. Yapılan çalışmalarda, bazı bitkisel ekstraktların mikrobiyal protein sentezi ve mikrobiyal

büyümeyi baskılayabileceği bildirilmiştir (Patra and Saxena, 2011; Jayanegara et al., 2015). Bu durumun bitkisel ekstraktların içeriğinde bulunan fenolik bileşiklerin rumen mikroorganizmaları üzerine inhibitör etki göstermesinden

kaynaklandığı rapor edilmiştir (Makkar et al., 2007). Ancak bazı çalışmalar, belirli dozlarda fenolik bileşiklerin ve uçucu yağların mikrobiyal protein sentezini destekleyebileceğini de göstermektedir (Hristov et al., 2013).

Tablo 4. Deneme gruplarının 48 saatlik Daisy Sindirim Parametrelerine Ait Ortalama Değerler
Table 4. Mean Values of 48-hour Daisy Digestion Parameters of the experimental groups

Yem hammaddeleri	IVGKMS (%)	IVGNDFS (%)	IVGOMS (%)
Kontrol	51.25 ^b	27.43 ^{bc}	85.22
Aseton	46.78 ^c	18.33 ^d	85.29
Etanol	53.60 ^a	36.01 ^a	84.85
Metanol	51.26 ^b	26.07 ^c	83.32
Saf su	52.13 ^b	28.87 ^b	85.00
SEM	0.31	0.60	0.66
P	0.001	0.001	0.272

a-d; aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiki açıdan önemlidir ($p < 0.05$). SEM: standart hata oranı, IVGKMS: in vitro gerçek kurumadde sindirimi, IVGNDFS: in vitro gerçek NDF sindirimi, IVGOMS: in vitro gerçek organik madde sindirimi

Deneme gruplarına ait Daisy inkübatörde tespit edilen IVGKMS ve IVGNDFS değerleri sırasıyla %53.60-46.78 ve %36.01-18.33 arasında değişmiş gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Bununla birlikte, en yüksek IVGKMS değeri etanol ekstraktı grubunda tespit edilirken, asetonda ekstrakte edilen grup en düşük in vitro gerçek kuru madde ve NDF sindirilebilirliği değerlerine sahip olmuştur. Patra and Saxena (2011), tanen ve saponin içeren bitkisel ekstraktların, özellikle keçiyoynuzu ve akasya gibi bitkilerin NDF sindirimi üzerinde olumsuz etkilere sahip olabileceğini bildirmiştir. Bunun nedeni, söz konusu bileşiklerin selüloz sindirimi yapan bakterilerin aktivitesini baskılayarak liflerin parçalanmasını azaltmasıdır. Buna karşılık, literatürde fenolik bileşiklerin belirli konsantrasyonlarda mikrobiyal aktiviteyi artırabileceği ve fermentatif süreçleri destekleyerek NDF sindirilebilirliğini iyileştirebileceği de belirtilmektedir (Goel et al., 2008). Jayanegara et al., (2015), biberiye, tarhun ve pelin otu gibi bitkisel ekstraktların organik madde sindirimini artırabileceğini rapor etmiş, ancak yüksek tanen ve saponin içeriğine sahip bitkilerin sindirimi azaltabileceğini bildirmiştir. Bu sonuçlar, bazı bitkisel ekstraktların rumen mikroflorasına doğrudan veya dolaylı etkileri nedeniyle farklı sindirilebilirlik değerlerine neden olabileceğini göstermektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bitkisel ekstraktların rumen fermentasyonuna olan etkilerinin ekstraksiyon yöntemi ve içerdiği biyoaktif bileşenlere bağlı olarak değişebileceği, gelecekte yapılacak araştırmalarda, bitkisel ekstraktların rumen mikroflorası üzerindeki uzun vadeli etkilerinin ve hayvan performansına olan katkılarının daha detaylı olarak incelenmesi gerektiği kanaatine varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu Makale Prof. Dr. Adem KAYA danışmanlığında Hasan ÖZSAYGIN tarafından hazırlanan yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Anonim 2024. Annual greenhouse gas emissions including land use. <https://ourworldindata.org/grapher/methane-emissions>. Erişim: 2025 Nisan.
- AOAC., 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, US.
- Bayrak, A., Doğan, A., Akgül, A., 1986. Tarhun (*Artemisia dracunculus* L.) Uçucu Yağının Bileşenleri Üzerine Araştırma. *Doğa Bilim Dergisi*. 10:3, 314-318.
- Bhatta, R., & Singh, N. (2022). Effects of Plant Extracts on Rumen Fermentation and Methane Production in Ruminants. *Journal of Animal Science*, 100(2), 123-135. doi:10.1093/jas/skab123
- Blümmel, M., & Lebzien, P. (2001). Predicting ruminal microbial efficiencies of dairy rations by in vitro techniques. *Livestock production science*, 68(2-3), 107-117.
- Blümmel, M., Steingäß, H., & Becker, K. (1997). The relationship between in vitro gas production, in vitro microbial biomass yield and 15N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. *British Journal of Nutrition*, 77(6), 911-921.
- Bodas R, Prieto N, García-González R, Andrés S, Giráldez FJ, López S. (2012) . Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secondary metabolites. *Animal Feed Science and Technology* 176, 78– 93.
- Cieslak, A., Zmora, P., Stochmal, A., & Oleszek, W. (2013). Plant components with specific activities against rumen methanogens. *Animal*, 7(2), 253-265.
- Curabay, B. ve Filya, İ., 2020. Bazı Esansiyel Yağların Yonca Kuru Otunun In Vitro Sindirilebilirliği, Rumen Fermentasyonu ve Metan Gazı Üretimi

- Üzerine Etkileri. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(1): 19-35.
- Duncan, D. B., 1955. Multiple Range and Multiple F Tests. *Biometrics*, 11(1), 1-42. Reineccius, G., 1995 *The flavorist*. In: *Source Book of Flavors*. Springer, Boston, MA .pp 691-712.
- Goel, G., & Makkar, H. P. S. (2012). Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins. *Tropical Animal Health and Production*, 44(4), 729-739.
- Goel, G., Makkar, H. P. S., & Becker, K. (2008). Effects of *Sesbania sesban* and *Carduus pycnocephalus* leaves 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.
- Gülpınar, Y., 2012. *Tarhun Bitkisinin (Artemisia dracunculus L.) Wistar Albino Ratlarda Oluşturulmuş Akut Akciğer Toksik Hasarına Karşı Koruyucu ve Tedavi Edici Etkisinin Araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Fenbilimleri Enstitüsü, Gaziantep Üniversitesi.
- Hristov, A. N., Oh, J., Firkins, J. L., Dijkstra, J., Kebreab, E., Waghorn, G., ... & Tricarico, J. M. (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.
- Jayanegara, A., Leiber, F., & Kreuzer, M. (2015). Meta-analysis of the relationship between dietary tannin level and methane formation in ruminants from in vivo and in vitro experiments. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 99(2), 146-159.
- Kılıç, Ü., Abdıvalı, M. A., 2016. Alternatif Kaba Yem Kaynağı Olarak Şarapçılık Endüstrisi Üzüm Atıklarının İn Vitro Gerçek Sindirilebilirlikleri ve Nispi Yem Değerlerinin Belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 22(6).
- Makkar, H. P., Francis, G., & Becker, K. (2007). Bioactivity of phytochemicals in some lesser-known plants and their effects and potential applications in livestock and aquaculture production systems. *Animal*, 1(9), 1371-1391.
- Menke, K. H., Steingass, H., 1988. Estimation of The Energetic Feed Value From Chemical Analysis and In Vitro Gas Production Using Rumen Fluid. *Animal Resouers*. 28:7-55.
- Nuraliev, Y., 1991. Medical plants. Healing properties of fruit and vegetables *Lekarstvennyie Rasteniya. Tselebnyie Svoystva Fruktoy I Ovoschey*, Novgorod, IKPA.
- Olivier, J. G., et al. (2005). "Recent trends in global greenhouse gas emissions: regional trends 1970–2000 and spatial distribution of key sources in 2000." *Environmental Sciences* 2(2-3): 81-99.
- Patra, A. K., & Saxena, J. (2011). Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(1), 24-37.
- Patra, A. K., Kamra, D. N., & Neeta Agarwal, N. A. (2008). Effect of leaf extracts on in vitro fermentation of feed and methanogenesis with rumen liquor of buffalo.
- Poulsen, M., Schwab, C., Borg Jensen, B., Engberg, R. M., Spang, A., Canibe, N., ... & Urich, T. (2013). Methylophilic methanogenic Thermoplasmata implicated in reduced methane emissions from bovine rumen. *Nature communications*, 4(1), 1428.
- Salem, A. Z. M., Olivares, M., Lopez, S., Gonzalez-Ronquillo, M., Rojo, R., Camacho, L. M., Cerrillo, S. M. A., ve Mejia, H. P. (2011). Effect of natural extracts of *Salix babylonica* and *Leucaena leucocephala* on nutrient digestibility and growth
- Salem, A. Z. M., Olivares-Pérez, J., Gado, H. M., Kholif, A. E., Mendoza, G. D., & El-Adawy, M. (2014). Effect of exogenous enzymes on nutrient digestibility, ruminal fermentation and growth performance in beef steers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(10), 1331-1337.
- Selçuk, G., & Kamalak, A. (2022). Effect of rosemary extract on in vitro gas and methane production in ruminants. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 46(3), 321-329.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2023). *Sera Gazı Emisyon İstatistikleri*, 1990-2022.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. D., and Lewis, B. A., 1991. Methods for Dietary Fibre, Neutral Detergent Fibre and Non-Starch Polysaccharides In Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583-3597.
- Venkateswarlu, M., Gupta, P. R., & Sharma, R. K. (2020). Influence of plant secondary metabolites on rumen fermentation and methane production. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 20(2), 153-167.
- Wollenberg, E., Richards, M., Smith, P., Havlik, P., Obersteiner, M., Tubiello, F. N., ... & Vermeulen, S. (2016). Reducing emissions from agriculture to meet the 2°C target. *Global Change Biology*, 22(12), 3859-3864. doi: 10.1111/gcb.13340
- Yaichibe, T., Masanori, K. ve Kenichi, A. 1997. Morphological Characters and Essential Oil In *Artemisia dracunculus* (French Tarragon) and *Artemisia dracunculoides* (Russian Tarragon). 41 (4), 229–238
- Yoon, K.D., Chin, Y.W., Yang, M.H., Kim, J., 2011. Separation of Anti-Ulcer Fl Avonoids From *Artemisia* Extracts By High-Speed Countercurrent Chromatography. *Food Chemistry*, 129 (2), 679–683.