



**FARKLI EKSTRAKSİYON METODLARIYLA ELDE
EDİLEN TARHUN EKSTRAKTININ SÜT SIĞIRI
TMR'LERİNDE *IN VITRO* GAZ VE METAN ÜRETİMİ
İLE TAHMİNLENEN PARAMETRELER ÜZERİNE
ETKİSİ**

Hasan ÖZSAYGIN

Danışman: Prof. Dr. Adem KAYA

Yüksek Lisans Tezi

Zootekni Ana Bilim Dalı

2025

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOTEKNİ ANA BİLİM DALI

**FARKLI EKSTRAKSİYON METODLARIYLA ELDE EDİLEN TARHUN
EKSTRAKTININ SÜT SIĞIRI TMR'LERİNDE *IN VITRO* GAZ VE METAN
ÜRETİMİ İLE TAHMİNLENEN PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİSİ**

(Effect of Tarrhoon Extract Obtained by Different Extraction Methods on *In Vitro* Gas and Methane Production, and Estimated Parameters in Dairy Cattle TMRs)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Hasan ÖZSAYGIN

Danışman: Prof. Dr. Adem KAYA

Erzurum
Ekim, 2025

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Hasan ÖZSAYGIN tarafından hazırlanan “ Farklı Ekstraksiyon Metodlarıyla Elde Edilen Tarhun Ekstraktının Süt Sığırı Tmr’lerinde In Vitro Gaz ve Metan Üretimi İle Tahminlenen Parametreler Üzerine Etkisi” başlıklı çalışması 27/10/2025 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Zootekni Ana Bilim Dalı, Zootekni Bilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof.Dr. Muhlis MACİT
Atatürk Üniversitesi

Danışman: Prof.Dr. Adem KAYA
Atatürk Üniversitesi

Jüri Üyesi: Dr.Öğretim Üyesi Sıraç YAVUZ
Bingöl Üniversitesi

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Alper NUHOĞLU
Enstitü Müdürü

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Yüksek lisans Tezi olarak *Prof.Dr. Adem KAYA* danışmanlığında sunulan “FARKLI EKSTRAKSİYON METODLARIYLA ELDE EDİLEN TARHUN EKSTRAKTININ SÜT SIĞIRI TMR’LERİNDE İN VİTRO GAZ VE METAN ÜRETİMİ İLE TAHMİNLENEN PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİSİ” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	2	30
Kuramsal Temeller	2	30
Materyal ve Metot	25	35
Araştırma Bulguları ve Tartışma	19	20
Sonuçlar	0	20
Tezin Geneli	8	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5’den büyük olmaması gerekir.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Hasan ÖZSAYGIN	Prof.Dr. Adem KAYA
28.10.2025	28.10.2025
İmza:	İmza:

* Tez ile ilgili YÖKTEZ’de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmam süresince bilgi ve tecrübelerinden yararlanma ayrıcalığını yaşadığım, her zaman rehberliğiyle yanımda olan ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışman hocam **Prof. Dr. Adem KAYA'ya** en derin teşekkürlerimi sunarım. Araştırmamın farklı aşamalarında katkılarını ve desteklerini esirgemeyen **Arş. Gör. Ali KAYA'ya** da içtenlikle teşekkür ederim. Ayrıca çalışmanın gerçekleştirilmesi için gerekli olan altyapı ve olanakları sağlayarak bana her türlü desteği sunan **Atatürk Üniversitesi Zootekni Bölümü'ne** şükranlarımı sunarım. Çalışmalarım sırasında ihtiyaç duyduğum analizlerin gerçekleştirilmesinde büyük kolaylık sağlayan ve sürece önemli bir katkı sunan **Yem Analiz Laboratuvarı'na** da özel bir teşekkürü borç bilirim.

Bunun yanı sıra, yüksek lisans sürecimde maddi ve manevi destekleriyle her zaman yanımda olan, sabırları ve anlayışlarıyla bana güç veren sevgili aileme ve bu zorlu süreçte moral ve destekleriyle yanımda olan değerli arkadaşlarıma da sonsuz teşekkür ederim.

Hasan ÖZSAYGIN

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

FARKLI EKSTRAKSİYON METODLARIYLA ELDE EDİLEN TARHUN EKSTRAKTININ SÜT SIĞIRI TMR'LERİNDE *IN VİTRO* GAZ VE METAN ÜRETİMİ İLE TAHMİNLENEN PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİSİ

Hasan ÖZSAYGIN

Danışman: Prof. Dr. Adem KAYA

Amaç: Bu çalışmanın amacı, farklı ekstraksiyon yöntemleri (su, aseton, etanol, metanol) ile elde edilen tarhun (*Artemisia dracuncululus*) ekstraktları süt sığırları rasyonlarında kullanımının *in vitro* gaz üretimi, metan emisyonu, metabolik enerji (ME), net enerji laktasyon (NE_L), organik madde sindirim derecesi (OMSD), toplam uçucu yağ asitleri (TUYA) ve amonyak azotu (NH₃-N) gibi parametreler üzerindeki etkilerini araştırmak ve süt sığırları performansı açısından potansiyel faydaları değerlendirmektir.

Yöntem: Araştırmada süt sığırlarının toplam karışım rasyonlarında (TMR) kullanılan yem hammaddelerinin kimyasal kompozisyonu analiz edilmiştir. Tarhun bitkisi dört farklı çözücü (su, aseton, etanol, metanol) kullanılarak ekstrakte edilmiş ve elde edilen özütler %1 oranında TMR'ye ilave edilmiştir. *In vitro* gaz üretim tekniği kullanılarak rumen fermantasyon parametreleri incelenmiştir. Kullanılan rumen sıvısı özel bir kesimhaneden temin edilen 4-6 yaş aralığında, yaklaşık 500 kg ağırlığındaki Simental ırkı 3 baş sığırdan elde edilmiştir. Mevcut çalışmada, gaz ve metan üretimi ile ME, NE_L, OMSD, TUYA, NH₃-N ve NDF sindirilebilirlik değerleri belirlenmiştir.

Bulgular: Kontrol grubuna kıyasla aseton, etanol ve metanol ekstraktı eklenen gruplarda *in vitro* gaz üretim değerleri ile ME, NE_L ve OMS değerlerinde artış gözlenmiştir. Aseton grubunda metan üretimi azalırken, diğer gruplarda anlamlı bir etki görülmemiştir. TUYA bakımından aseton ve su gruplarında azalma, etanol grubunda ise artış kaydedilmiştir. NH₃-N değeri en yüksek etanol grubunda tespit edilmiştir. NDF sindirilebilirlik değeri en yüksek etanol grubunda (%36,01), en düşük ise aseton grubunda (%18,33) belirlenmiştir. En düşük taksimat faktörü (TF) ve mikrobiyal protein sentezlenme etkinliği (MPSE) değerleri (2,43 ve 9,33)aseton grubunda saptanmıştır (P<0.05).

Sonuç: Tarhun ekstraktlarının rumen fermantasyonu ve enerji verimliliği üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Ekstraktlar içerisinde aseton ekstraktının metan üretimini azaltma potansiyelinin olduğu gözlemlenmiştir. Genel olarak ekstraktların yem değerini iyileştirme potansiyeline sahip olduğu ortaya konmuştur. Ancak tarhun ekstraktlarının antimetanojenik etkisini daha net ortaya koyabilmek için daha yüksek dozların denenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu çalışma, doğal bitki ekstraktlarının sürdürülebilir hayvancılık uygulamalarındaki önemini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Ekstraksiyon yöntemi, ekstrakt, *in vitro* gaz, metan, tarhun

Ekim 2025, 53 sayfa

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

EFFECT OF TARRHOON EXTRACT OBTAINED BY DIFFERENT EXTRACTION METHODS ON *IN VITRO* GAS AND METHANE PRODUCTION, AND ESTIMATED PARAMETERS IN DAIRY CATTLE TMRS

Hasan ÖZSAYGIN

Supervisor: Prof. Dr. Adem KAYA

Purpose: The aim of this study was to investigate the effects of tarragon (*Artemisia dracunculus*) extracts obtained with different extraction methods (water, acetone, ethanol, methanol) on parameters such as *in vitro* gas production, methane emission, metabolic energy (ME), net energy lactation (NE_L), degree of organic matter digestibility (OMD), total volatile fatty acids (TVFA) and ammonia nitrogen (NH₃) in dairy cattle diets and to evaluate their potential benefits in terms of dairy cattle performance.

Method: In the study, the chemical composition of feed raw materials used in total mixed rations (TMR) of dairy cattle was analyzed. Tarragon plant was extracted using four different solvents (water, acetone, ethanol, methanol) and the obtained extracts were added to TMR at a rate of 1%. Rumen fermentation parameters were investigated using *in vitro* gas production technique, the rumen fluid used was obtained from 3 Simmental cattle of approximately 500 kg weight, between the ages of 4-6, provided from a private slaughterhouse. The investigated parameters included gas and methane production, ME, NE_L, OMD, TVFA, NH₃-N and NDF digestibility values.

Findings: Compared to the control group, an increase in *in vitro* gas production and ME, NE_L and OMD values were observed in the treatment groups. While methane production decreased in the acetone group, no significant effect was observed in the other groups. In terms of TVFA, a decrease was recorded in the acetone and water groups and an increase in the ethanol group. The highest NH₃-N value was determined in the ethanol group. The highest NDF digestibility value was determined in the ethanol group (36.01%) and the lowest in the acetone group (18.33%). In the acetone group, the partition factor (PF) and microbial protein synthesis efficiency (MPSE) values were found at the lowest levels with 2.43 and 9.33, respectively (P<0.05).

Results: It was determined that tarragon extracts were effective on rumen fermentation and energy efficiency. While it was observed that acetone extract had the potential to reduce methane production, it was revealed that the extracts generally had the potential to improve feed value. However, it was concluded that higher doses should be tested to more clearly demonstrate the antimethanogenic effect of tarragon extracts. This study emphasizes the importance of natural plant extracts in sustainable animal husbandry practices.

Keywords: Extraction method, Extract, *In vitro* gas, Methane, Tarragon

October 2025, 53 pages

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	x
GİRİŞ.....	1
Küresel Isınma ve Hayvancılık Sektörünün Rolü.....	1
Rumen Fermentasyonu ve Metan Üretimi	1
Metan Üretiminin Azaltılmasına Yönelik Stratejiler	1
Ekstraksiyon Yöntemlerinin Bitkisel Ekstraktların Verimliliği Üzerine Etkileri	2
Tarhun (<i>Artemisia dracunculus</i>) Bitkisi.....	2
KURAMSAL TEMELLER.....	4
MATERYAL ve METOT	15
Materyal	15
Yem materyali	15
Tarhun bitkisinin kimyasal kompozisyonu	16
Rumen sıvısı materyali.....	16
Bitkisel ekstraktların hazırlanması	16
Süt sığırları için toplam karışım rasyonunu oluşturan yem hammaddelerinin kimyasal kompozisyonu ve besin değerleri.....	19
Metod	20
Kuru madde analizi	20
Ham kül analizi	21
Ham protein analizi (Kjeldahl yöntemi)	21
Yakma aşaması.....	22
Destilasyon aşaması	22
Ham yağ analizi.....	24
Asit Deterjan Fiber (ADF) tayini (%)	25
Nötr Deterjan Fiber (NDF) tayini (%)	26

Asit Deterjan Lignin (ADL) tayini.....	26
<i>İn Vitro</i> gaz üretim tekniği	27
Metabolik enerji (ME), Net enerji laktasyon (NE _L) ve organik madde sindirim derecesinin (OMSD) belirlenmesi.....	29
Deneme gruplarına ait sindirim parametrelerinin belirlenmesi	30
Gerçek kuru madde (IVGKMS), NDF (IVNDFS) ve organik madde sindirilebilirlik (IVGOMS) değerlerinin belirlenmesi	30
Rumen sıvısında toplam uçucu yağ asitleri (TUYA) ve NH ₃ azotunun belirlenmesi.....	31
İstatistik analizler	31
ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	32
Farklı Ekstraksiyon Yöntemlerinin Rumen Fermentasyon Parametreleri ve Gaz Üretimi Üzerine Etkileri	32
SONUÇ VE ÖNERİLER	36
KAYNAKLAR.....	37
ÖZGEÇMİŞ.....	41

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Tarhun Bitkisinin Kimyasal Kompozisyonu	16
Tablo 2. Toplam Karışım Rasyonunu (TMR) Oluşturan Hammaddelerin Kimyasal Kompozisyonları	19
Tablo 3. Farklı Ekstraksiyon Yöntemleriyle Elde Edilen Tarhun Ekstraktlarının Süt Sığı TMR'lerinde <i>In Vitro</i> Gaz ve Metan Üretimi Üzerine Etkileri	32
Tablo 4. Süt Sığı TMR'lerinde <i>İn Vitro</i> Sindirim Parametrelerine Ait Ortalama Değerler...	34
Tablo 5. Deneme Gruplarının 48 Saatlik Daisy Sindirim Parametrelerine Ait Ortalama Değerler.....	35

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Tarhun bitkisinin (<i>Artemisia dracunculus</i>) hasat edilmesi	15
Şekil 2. Saf su, aseton, etanol ve metanol ekstraktlarının elde edilişi ile ilgili görseller	17
Şekil 3. Santrifüj işlemi ile ekstraktların çözücüden ayrılması	18
Şekil 4. Yem analiz laboratuvarında kullanılan etüv cihazı.....	20
Şekil 5. Ham kül analizlerinde kullanılan kül fırını cihazı.....	21
Şekil 6. Azot tayininde kullanılan yakma ünitesi.....	22
Şekil 7. Azot tayininde kullanılan destilasyon ünitesi	23
Şekil 8. Ham yağ analizlerinde kullanılan soxhlet cihazı	24
Şekil 9. Ankom NDF/ADF cihazı	25
Şekil 10. Yem örneklerinin cam şırıngalara tartılması.....	27
Şekil 11. Yem örneklerinin rumen sıvısı ile birlikte inkübasyona tabi tutulması	28

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

ADF	: Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif
ADL	: Asit Deterjan Lignin
CH₄	: Metan
cm	: Santimetre
CO₂	: Karbon Dioksit
g	: Gram
GSD	: Gerçek Sindirim Derecesi
GSKM	: Gerçek Sindirilen Kuru Madde
H₂SO₄	: Sülfürik Asit
HCl	: Hidroklorik Asit
HK	: Ham Kül
HP	: Ham Protein
HY	: Ham Yağ
kg	: Kilogram
KM	: Kuru Madde
ME	: Metabolik Enerji
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
N	: Azot
NaOH	: Sodyum Hidroksit
NDF	: Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif
NH₃-N	: Amonyak Azotu
OM	: Organik Madde
OMS	: Organik Madde Sindirim
OMSD	: Organik Madde Sindirim Derecesi
rpm	: Revolutions Per Minute
TMR	: Total Mixed Ration (Tam Karışık Rasyon)
TUYA	: Toplam Uçucu Yağ Asidi
UYA	: Uçucu Yağ Asitleri

GİRİŞ

Küresel Isınma ve Hayvancılık Sektörünün Rolü

Günümüzde küresel ısınma ve iklim değişikliği, dünya genelinde çevresel sürdürülebilirlik açısından büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Küresel sera gazı emisyonlarının önemli bir kısmı tarımsal faaliyetlerden, özellikle de hayvancılık sektöründen kaynaklanmaktadır (Wang *et al.*, 2013). Geviş getiren hayvanların sindirim süreçleri sırasında oluşan metan gazı (CH₄), atmosferdeki ısıyı hapsederek sera etkisine katkıda bulunan en önemli gazlardan biridir. Metan gazının küresel ısınma potansiyeli, karbondioksit (CO₂) kıyasla yaklaşık 28 kat daha fazladır (Pachauri *et al.*, 2014). Bu nedenle, geviş getiren hayvanların rumen fermentasyonundan kaynaklanan metan üretimini azaltmak için çeşitli stratejiler geliştirilmektedir (Kim *et al.*, 2015). Hayvancılık sektörü, artan dünya nüfusunun protein ihtiyacını karşılamada önemli bir rol oynarken, metan emisyonlarını azaltacak sürdürülebilir besleme stratejilerine duyulan ihtiyaç giderek artmaktadır (İbrahim *et al.*, 2023).

Rumen Fermentasyonu ve Metan Üretimi

Ruminant hayvanların sindirim sistemlerinde bulunan mikroorganizmalar, tüketilen yemleri parçalayarak fermentasyon ürünleri oluşturur. Bu süreç sırasında ortaya çıkan hidrojen molekülleri (H₂), metanojenik arkealar tarafından metana dönüştürülerek atmosfere salınır (Parra-Garcia *et al.*, 2019). Enterik metan üretimi, geviş getiren hayvanların enerji verimliliğini azaltarak yemlerden elde edilen toplam enerjinin yaklaşık %2 ila %12'sinin kaybedilmesine neden olmaktadır (Jayanegara *et al.*, 2020). Bu durum, hem hayvancılığın sürdürülebilirliği açısından ekonomik bir kayba yol açmakta hem de çevresel açıdan önemli bir soruna işaret etmektedir (Goel and Makkar, 2012). Ayrıca, metan emisyonlarının kontrol altına alınması, hayvanların besin kullanım etkinliğini artırarak yemden yararlanma oranlarını iyileştirebilir (İbrahim *et al.*, 2022).

Metan Üretimini Azaltılmasına Yönelik Stratejiler

Son yıllarda yapılan araştırmalar, enterik metan üretimini azaltmaya yönelik çeşitli yöntemler geliştirilmesine odaklanmaktadır. Yem katkı maddeleri, besleme stratejileri ve genetik seleksiyon, metan emisyonlarını düşürmeye yönelik başlıca yaklaşımlar arasında yer almaktadır (Benchaa and Greathead, 2011). Özellikle, bitkisel ekstraktlar içerdiği biyoaktif bileşenler sayesinde ruminal fermentasyonu modüle ederek metan üretimini azaltmada potansiyel bir alternatif olarak değerlendirilmektedir (Patra and Saxena, 2011).

Bitkisel ekstraktların içeriğinde bulunan flavonoidler, tanenler, saponinler ve esansiyel yağların rumen mikroflorasını değiştirdiği ve metanojenik aktiviteyi baskıladığı bildirilmiştir (Alexander *et al.*, 2008; Kim *et al.*, 2012). Örneğin, flavonoid açısından zengin bitkisel ekstraktların, *in vitro* ortamda ruminal metan üretimini azaltarak fermantasyon verimliliğini artırdığı Patra and Saxena (2011) tarafından tespit edilmiştir. Benzer şekilde, tanenlerin metanojenik mikroorganizmaların gelişimini engellediği ve hidrojen yönlendirme mekanizmalarını değiştirerek metan sentezini azalttığı rapor edilmiştir (Bodas *et al.*, 2012).

Saponinler, ruminal protozoaları inhibe ederek metanojen bakterilerle olan simbiyotik ilişkilerini kesintiye uğratabilir (Abd'quadri-Abojukoro and Nsahlai, 2023). Bunun sonucunda, hidrojenin propiyonik asit üretimine yönlendirilmesi sağlanarak metan oluşumu azaltılabilir (Goel and Makkar, 2012).

Ayrıca, esansiyel yağların ruminal metanojenleri doğrudan inhibe ettiği ve fermantasyon sürecini olumlu yönde değiştirdiği bilinmektedir (Elghandour *et al.*, 2015).

Ekstraksiyon Yöntemlerinin Bitkisel Ekstraktların Verimliliği Üzerine Etkileri

Bitkisel ekstraktların etkinliği, ekstraksiyon yöntemi ve kullanılan çözücünün türüne bağlı olarak değişkenlik gösterebilir (Ibrahim *et al.*, 2022). Ekstraksiyon süreci, bitkisel materyalde bulunan biyoaktif bileşenlerin ayrıştırılması için kullanılan bir dizi fiziksel ve kimyasal işlemi içerir. Su, metanol, etanol ve aseton gibi çözücüler, farklı polariteye sahip bileşikler çözmede değişken etkilere sahiptir (Wang *et al.*, 2013). Örneğin, Kim *et al.* (2015) çalışmalarında, etanol ve metanolün flavonoid ve fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunda daha yüksek verim sağladığını bildirmişlerdir.

Macerasyon, soğuk ekstraksiyon ve sıcak ekstraksiyon gibi farklı yöntemler kullanılarak ekstraktların verimi ve biyoyararlanımı artırılabilir (Patra and Saxena, 2011). Ancak, çözücü seçimi sadece ekstraksiyon verimi açısından değil, aynı zamanda elde edilen ekstraktın ruminal fermantasyona etkisi bakımından da kritik bir faktördür. Örneğin, bazı çözücüler, fermantasyon sürecini doğrudan etkileyerek metan üretimini artırabilir ya da azaltabilir (Alexander *et al.*, 2008). Bu nedenle, ekstraksiyon sürecinin optimize edilmesi, ruminal metan azaltıcı etkilerin en üst düzeye çıkarılması açısından büyük önem taşımaktadır.

Tarhun (*Artemisia dracunculus*) Bitkisi

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 tarhundur. Tarhun, papatyagiller (*Asteraceae*) ailesine ait, çok yıllık otsu bir bitkidir (Reineccius, 1995; Yaichibe *et al.*, 1997). Ayrıca, sahte tarhun, ejdarha otu, estragon ve ejdarha

pelin gibi farklı adlarla da bilinmektedir (Lavrenov, 1999). Tarhun yaprakları, 1.5-8 cm uzunluğunda, 1-10 mm genişliğinde, açık veya koyu yeşil renkte, tüylü ya da parlak, ince, uzun ve doğrusal bir mızrak şekline sahiptir. Bitkinin sapı, 2-4 mm çapında olup, 30-40 adet kümeyi oluşturacak şekilde yetişir (Thitme *et al.*, 1972; Attokaran, 2011).

Tarhunun hasadı, haziran ayı sonunda başlayıp eylül ayı sonuna kadar yapılabilir. Bitki, verim potansiyelini 2-3 yıl boyunca sürdürebilir (Ceylan, 1989; Nuraliev, 1991). Tarhun bitkisi, hafif veya orta kumlu, killi, humuslu ve güneş alan verimli topraklarda yüksek verim sağlar. Daha iyi sonuç almak için iyi sulanan ya da kuru, verimli topraklar oldukça uygundur. Tarhun ekimi için önerilen sıklık, 45-60×30 cm aralığındadır (Hirsch, 1985; Ceylan, 1989; Smitha *et al.*, 2014). Tarhun, alternatif tıpta güçlü bir tıbbi ve aromatik bitki olarak kullanılmaktadır (Simon *et al.*, 1984). Flavonoid bileşenleri olan *jaceosidin* ve *eupatilin* sayesinde antioksidan, anti-inflamatuar, antiproliferatif, antitumör, antidiyabetik, antialerjik, antiülser ve antikanser gibi etkilerinin yanı sıra geniş bir farmakolojik etki yelpazesi de gösterir (Yoon *et al.*, 2011). Ayrıca, etil asetat ve diklorometan ekstraktları yüksek fenolik içeriğe ve radikal temizleme etkinliklerine sahiptir (Parejo *et al.*, 2002).

Tarhun bitkisinden su distilasyonu ile elde edilen uçucu yağ, açık yeşil renkte olup keskin bir kokuya sahiptir. Tarhunun toplam uçucu yağında 48 bileşen tespit edilmiştir. Bunlar arasında, bitkinin büyük kısmında majör bileşen olarak *estargol* yer alırken, *metil öjanol*, *elemisin*, *isoelemisin*, *betaosimen*, *terpinen-4-ol* ve *D-limonen* gibi bileşenler de bulunur (Yılmaz *et al.*, 2019).

Orta Asya ve Sibirya kökenli olan tarhun, tüm Avrasya'ya yayılmıştır (Gülpınar, 2012).

Ülkemizde, Erzurum, Bayburt, Gaziantep, Şanlıurfa ve Ankara gibi illerde yetiştirilmektedir. Bu illerden alınan numunelerde %0.1 ile 1.1 arasında uçucu yağ ve %74-77 oranında metil kovikol (*estragol*) tespit edilmiştir (Akgül *et al.*, 1986).

KURAMSAL TEMELLER

Dünyada ve Ülkemizde yapılan çalışmalar aşağıdaki gibi özetlenmiştir.

Broudiscou *et al.* (2002) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, kuru bitki ekstraktlarının yem sindirimi ve rumen mikrobiyal biyokütle üretimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, *Achillea millefolium* (civanperçemi), *Lavandula officinalis* (lavanta), *Solidago virgaurea* (altınbaş), *Betula alba* (ak huş), *Equisetum arvense* (atkuyruğu otu), *Dactylis glomerata* (çayır otu) ve *Arnica chamissonis* (arnika) gibi bitkisel ekstraktların ruminal fermentasyon parametreleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Deneylerde, çift çıkışlı fermentör sistemi kullanılarak bitkisel ekstraktların besin madde sindirilebilirliği, mikrobiyal protein sentezi ve uçucu yağ asitleri (UYA) üretimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Sonuçlar, bazı bitki ekstraktlarının özellikle selüloz ve hemiselüloz sindirilebilirliğini artırarak besin madde kullanımını iyileştirdiğini, mikrobiyal biyokütle üretimini teşvik ettiğini ve fermentasyon etkinliğini artırdığını göstermiştir. Bununla birlikte, ekstrakt tipine ve kullanılan doza bağlı olarak bazı bitki ekstraktlarının rumen mikrobiyal aktivitesi üzerinde sınırlayıcı veya baskılayıcı etkiler oluşturduğu da belirlenmiştir. Araştırmada, *Achillea millefolium* (civanperçemi) ve *Dactylis glomerata* (çayır otu) ekstraktlarının mikrobiyal protein üretimini destekleyerek yem verimliliğini artırdığı; diğer ekstraktların ise fermentasyon dinamiklerinde farklı profiller oluşturarak uçucu yağ asidi üretimini etkilediği tespit edilmiştir. Çalışma, bitkisel ekstraktların ruminal fermentasyon süreçlerinde dengeleyici bir rol oynayabileceğini ve doğal yem katkı maddesi olarak ruminant besleme sistemlerinde değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Patra *et al.* (2006) karanfil (*Syzygium aromaticum*), zencefil (*Zingiber officinale*), tarçın (*Cinnamomum zeylanicum*), karabiber (*Piper nigrum*), kimyon (*Cuminum cyminum*) ve kakule (*Elettaria cardamomum*) gibi baharatların rumen fermentasyonu, metan üretimi ve protozoa popülasyonu üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada *in vitro* gaz üretim tekniğini kullanmışlardır. Rumen mikroflorası üzerindeki etkilerini değerlendirmek için baharatlar ruminal sıvı ile inkübe edilerek gaz üretimi, metan oluşumu ve fermentasyon parametreleri analiz edilmiş ve özellikle sarımsak ile karanfilin metan üretimini önemli ölçüde azalttığı protozoa popülasyonunu ise baskıladığı bildirilmiştir. Tarçın ve zencefilin UYA kompozisyonunu değiştirerek fermentasyon süreçlerini modüle ettiği belirlenmiştir. Söz konusu çalışma, baharatların rumen mikroorganizmalarının aktivitesini değiştirerek

fermantasyon süreçlerini optimize edebileceğini ve metan salınımını azaltmada doğal katkı maddeleri olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, sürdürülebilir hayvancılık uygulamalarında metan emisyonunu azaltmaya yönelik alternatif stratejiler geliştirilmesine katkı sağlayabilecek önemli veriler sunmaktadır.

Bitki ekstraktlarının ruminant besleme sistemlerinde yeni bir rumen modülatörü olarak kullanımının Tekeli vd. (2007) tarafından ele alındığı çalışmada anason (*Pimpinella anisum*), karanfil (*Syzygium aromaticum*), tarçın (*Cinnamomum zeylanicum*), zencefil (*Zingiber officinale*) ve sarımsak (*Allium sativum*) gibi farklı bitkisel ekstraktların ruminal fermentasyon süreçleri, gaz üretimi, mikrobiyal popülasyonlar ve besin madde sindirilebilirliği üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Araştırmada, özellikle tanen, flavonoid, saponin ve uçucu yağlar gibi biyolojik aktif bileşenler içeren bu bitki ekstraktlarının metan üretimini azaltma, protein korunumu sağlama ve rumen mikroflorasını olumlu yönde değiştirme potansiyeline sahip olduğu vurgulanmıştır. Deneysel çalışmalar, bu ekstraktların ruminal ortamda mikrobiyal dengeyi modüle ederek hem fermentasyon etkinliğini artırabileceğini hem de metanojen bakterilerin aktivitesini baskılayarak metan emisyonlarını düşürebileceğini göstermiştir. Özellikle, kekik ve biberiye gibi uçucu yağ içeriği yüksek bitkilerin mikrobiyal protein sentezini artırarak besin madde kullanımını iyileştirdiği, pelin otu ve çörek otunun ise ruminal protein yıkımını azaltarak azot dengesini koruduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, bu çalışma, kekik, adaçayı, biberiye, pelin otu ve çörek otu ekstraktlarının doğal yem katkı maddeleri olarak ruminant besleme sistemlerine entegre edilebileceğini ve özellikle metan salınımının azaltılması yoluyla çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.

Farklı bitki ekstraktlarının rumen fermentasyonu üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve enerji ile azot kullanım verimliliğini artırma potansiyellerini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada (Alexander *et al.*, 2008), bitkisel ekstraktların ruminal fermentasyon parametreleri, gaz üretimi, UYA profili ve azot dönüşümü üzerindeki etkileri incelenmiştir. Özellikle *Picrorhiza kurroa* kök ekstraktı, *Moringa oleifera* tohumlarının metanol-su çözeltisi ekstraktı, *Plumbago zeylanica* kök ekstraktı, *Terminalia bellerica* meyve ekstraktı ve *Zingiber officinale* rizom ekstraktı gibi bitkisel ekstraktların etkileri araştırılmıştır. Bu ekstraktlar, 2 mg/ml ve 1 mg/ml dozlarında uygulanarak, toplam gaz üretimi, uçucu yağ asidi (VFA) profili, amonyak azotu (NH₃-N) konsantrasyonu, mikrobiyal protein verimliliği (MPV) ve protein yıkım oranları gibi parametreler üzerinde etkileri değerlendirilmiştir. Sonuçlar, *Moringa oleifera* tohumlarının metanol-su çözeltisi ekstraktının, toplam gaz üretimini ve NH₃-N konsantrasyonunu anlamlı derecede azalttığını, propiyonat üretimini artırdığını ve mikrobiyal protein verimliliğini %44 oranında iyileştirdiğini göstermiştir. *Picrorhiza kurroa* kök ekstraktı

ise toplam gaz üretimini ve NH₃-N konsantrasyonunu %35 oranında azaltmış, propiyonat üretimini artırmış, ancak toplam VFA üretimi ve mikrobiyal protein verimliliği üzerinde etkili olmamıştır. *Moringa oleifera* ekstraktı, rumen protozoaları üzerinde baskılayıcı etki gösterirken, *Picrorhiza kurroa* ekstraktı, *in vitro* ham protein sindirilebilirliğini %28 oranında azaltmıştır. Her iki ekstrakt da enerji ve azot kullanım verimliliğini artırma potansiyeline sahip doğal yem katkı maddeleri olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Patra and Saxena, (2011), besinsel tanenlerin rumen metabolizmasını iyileştirme ve ruminant beslenmesini optimize etme potansiyelini değerlendirmek amacıyla yürüttükleri çalışmalarında düşük düzeyde tanen içeren yemlerin mikrobiyal protein sentezini artırarak hayvan performansını iyileştirebileceğini, yüksek düzeyde tanen tüketiminin ise sindirilebilirlik üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca, tanenlerin metanojenik mikroorganizmalar üzerinde inhibe edici etkisinin olduğu ve bu sayede metan üretimini azaltarak çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunabileceği rapor edilmiştir

Timol (*Thymus vulgaris*), karvakrol (*Origanum vulgare*), eugenol (*Syzygium aromaticum*), sinnamaldehit (*Cinnamomum zeylanicum*) ve piperin (*Piper nigrum*) gibi bileşiklerin ruminal fermentasyon üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla yürütülen başka bir çalışmada (Benchaa and Greathead, 2011), bazı esansiyel yağların rumen metanojen aktivitesini baskıladığı, toplam gaz üretimini ve metan salınımını azalttığı, ancak yüksek dozlarda mikrobiyal fermentasyonun genel aktivitesini olumsuz etkileyebileceği bildirilmiştir. Bununla birlikte, esansiyel yağların etkilerinin doza bağlı olduğu ve yüksek konsantrasyonlarda yararlı rumen mikroorganizmaları üzerinde olumsuz etkilere yol açabileceği vurgulanmıştır.

Kim *et al.* (2012), farklı bitkisel ekstraktların ruminal mikrobiyal popülasyon, metan emisyonu ve fermentasyon karakteristikleri üzerindeki etkilerini *in vitro* koşullarda incelemek için yürüttükleri çalışmada, özellikle biyolojik aktif bileşenler içeren sarımsak (*Allium sativum* for. *pekinense*), zencefil (*Zingiber officinale*), soğan (*Allium cepa*), hanımeli (*Lonicera japonica*), mandalina yaprağı ve gövdesi (*Citrus unshiu*) ve pelin otu/yavşan (*Artemisia princeps* var. *orientalis*) ekstraktlarının fermentasyon süreçlerini nasıl etkilediği araştırılmıştır. Sarımsak ve karanfil ekstraktlarının metan üretimini önemli ölçüde azalttığını, yeşil çay ve biberiye ekstraktlarının mikrobiyal protein sentezini artırarak ruminal fermentasyonu desteklediğini, bitkisel ekstraktların her birinin, farklı mekanizmalar yoluyla ruminal fermentasyonu modüle etme ve yemden yararlanmayı artırma potansiyeline sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Bodas *et al.* (2012), bitkisel ikincil metabolitlerin rumen fermentasyonu ve metan üretimi üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında, tanenler, saponinler, flavonoidler ve

esansiyel yağlar gibi çeşitli bitkisel bileşiklerin ruminal mikroflora üzerindeki etkilerini değerlendirerek bu bileşiklerin metanojenik mikroorganizmaları inhibe ederek metan üretimini azaltma potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Goel *and* Makkar, (2012) tanenler ve saponinlerin ruminantlardan kaynaklanan metan emisyonlarını azaltma potansiyelini inceledikleri çalışmalarında, bu bitkisel ikincil metabolitlerin ruminal fermantasyon süreçlerini nasıl etkilediğini ve metan üretimi üzerindeki mekanizmalarını ele almışlardır. Tanenler ve saponinlerin, rumen mikroflorası üzerindeki antimikrobiyal etkileri sayesinde metanojenik mikroorganizmaların aktivitesini baskılayarak metan oluşumunu azalttığını bildirmişlerdir. Çalışmada, tanenlerin rumendeki protein ve karbonhidrat metabolizmasını modüle ederek, mikrobiyal protein sentezini teşvik edebileceği ve böylece yemin daha verimli kullanılmasını sağlayabileceği ortaya konmuştur. Aynı zamanda, tanenlerin ruminal protozoaların gelişimini engelleyerek dolaylı yoldan metanojenik bakterilerin aktivitelerini azalttığı tespit edilmiştir. Saponinler ise özellikle protozoaları inhibe ederek, metanojenlerle olan simbiyotik ilişkilerini bozmakta ve bu sayede metan üretimini düşürmektedir. Ayrıca, saponinlerin ruminal fermantasyon profiline olumlu etkiler yaparak uçucu yağ asitleri (UYA) oranlarını değiştirebileceği ve fermantasyon etkinliğini artırabileceği gözlemlenmiştir. Diğer taraftan, tanenler ve saponinlerin etkilerinin doza bağlı olduğu ve aşırı miktarlarda kullanıldığında yararlı rumen mikroorganizmaları üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği belirtilmiştir. Bu nedenle, ruminant beslenmesinde tanen ve saponin içeren yem katkılarının kontrollü ve dengeli bir şekilde kullanılması gerektiği vurgulanmaktadır. Araştırmacılar, bu doğal bileşiklerin yem formülasyonlarında stratejik olarak kullanılmasıyla hem hayvan besleme verimliliğinin artırılabilirliğini hem de çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlanabileceğini ifade etmektedirler. Sonuç olarak çalışma, tanenler ve saponinlerin ruminantlarda metan emisyonlarını azaltma konusunda etkili ve çevre dostu alternatifler sunduğunu ortaya koymaktadır.

Wang *et al.*, (2013)'nın semizotu (*Portulaca oleracea*) *ekstraktlarının in vitro* ruminal fermantasyon ve metan emisyonları üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, farklı seviyelerde semizotu ekstraktı içeren diyetlerin rumen mikroorganizmalarının aktiviteleri, fermantasyon profili ve gaz üretimi üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Sonuçlar, etanol ve su ekstraktlarının toplam gaz üretimini sırasıyla 65,32 ml/g kuru madde ve 66,97 ml/g kuru madde olarak ölçülmüş ve bu değerlerin kontrol grubuna (61,24 ml/g) kıyasla anlamlı derecede yüksek olduğu bulunmuştur. Etanol ekstraktı ile metan emisyonu %9,44'e, monensin ile ise %12,27'ye düşerken, kontrol grubunda bu oran %21,02 olarak tespit edilmiştir. Ekstraktların ruminal pH, mikroorganizmal protein konsantrasyonu (MCP), amonyak azotu (NH₃-N) ve

toplam uçucu yağ asidi (VFA) üretimi üzerindeki etkileri de değerlendirilmiştir. Etanol ekstraktı, pH'ı 6,47'ye düşürürken, kontrol grubunda bu değer 6,79 olarak ölçülmüştür. NH₃-N düzeyleri etanol ekstraktı ve su ekstraktında sırasıyla 4,59 mg/100 ml ve 4,75 mg/100 ml olarak bulunmuş ve bu değerler kontrol grubuna (8,39 mg/100 ml) göre anlamlı derecede düşüktür. VFA üretimi etanol ekstraktında 36,89 mM, su ekstraktında ise 35,19 mM olarak ölçülmüş ve her iki değer de kontrol grubuna (31,79 mM) kıyasla anlamlı derecede yüksektir. Mikrobiyal analizler, etanol ekstraktının metanojen popülasyonunu %58 oranında azalttığını, monensinin ise %39 oranında azalttığını göstermiştir. Su ekstraktının metanojen sayısı üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmamıştır. Ayrıca, etanol ve monensin uygulamaları, protozoa sayısını sırasıyla %38 ve %44 oranında azaltırken, su ekstraktı protozoa sayısını etkilememiştir. Sonuç olarak, *Portulaca oleracea* etanol ekstraktının, ruminal metan üretimini inhibe etme potansiyeline sahip olduğunu ve rumen fermentasyonunu iyileştirebileceğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte, yazarlar bu bileşiğin etkilerinin doz, çözünürlük ve rumen mikrobiyal yapısına bağlı olarak değişebileceğini vurgulamış ve *in vivo* doğrulayıcı çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu ifade etmişlerdir.

Kim *et al.*, (2015) flavonoid bakımından zengin bitkisel ekstraktların *in vitro* ruminal metan üretimi, mikrobiyal popülasyonlar ve fermentasyon özellikleri üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, *Punica granatum* (nar), *Betula schmidtii* (gürge), *Ginkgo biloba*, *Camellia japonica* ve *Cudrania tricuspidata*. gibi flavonoid bakımından zengin bitkisel ekstraktlar kullanarak bunların ruminal mikrobiyal kompozisyon üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Sonuçlar, flavonoid içeren bitkisel ekstraktların toplam metan üretimini anlamlı derecede azalttığını ve bu azalmanın, özellikle metanojenik arke gruplarının baskılanmasıyla ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra, bu ekstraktların protozoa popülasyonlarını da düşürdüğü gözlemlenmiştir. Çünkü rumen protozoaları metanojenlerle simbiyotik bir ilişki içerisinde olup metan üretimini dolaylı olarak teşvik etmektedirler. Fermentasyon parametreleri açısından değerlendirildiğinde, flavonoid içeren bitkisel ekstraktların UYA profilini değiştirdiği belirlenmiştir. Özellikle, asetat oranında hafif bir artış gözlemlenirken, propiyonat oranının azaldığı görülmüştür. Bu durum, ruminal fermentasyon modelinde bazı değişiklikler meydana getirdiğini ve fermentasyonun metan üretimi yönünden daha az verimli bir sürece evrildiğini göstermektedir. Ayrıca, flavonoid içeren ekstraktların mikrobiyal protein sentezini artırarak ruminant hayvanların besin maddelerinden daha iyi yararlanmasını sağlayabileceği belirtilmiştir. Araştırmada, flavonoidlerin metan üretimini azaltıcı etkisinin büyük ölçüde antimikrobiyal özelliklerinden kaynaklandığı ve metanojenik mikroorganizmalar üzerindeki baskılayıcı etkisi sayesinde ruminal sera gazı salınımını düşürebileceği sonucuna varılmıştır. Ancak, bu bileşiklerin doza bağlı olarak değişen etkiler gösterebileceği ve aşırı miktarlarda

kullanılmasının bazı yararlı rumen mikroorganizmaları üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği de vurgulanmıştır. Sonuç olarak flavonoid bakımından zengin bitki ekstraktlarının ruminal metan üretimini azaltan doğal inhibitörler olabileceğini ve ruminant besleme stratejilerinde potansiyel bir alternatif olarak düşünülebileceğini ortaya koymuşlardır. Bu tür doğal bileşiklerin yem formülasyonlarında kullanımı, sürdürülebilir hayvancılık ve olumsuz çevresel etkilerin azaltılması açısından önemli bir katkı sağlayabilir.

Elghandour *et al.* (2015) çalışmalarında, ağlayan söğüt (*Salix babylonica*) ekstraktının, farklı mısır silajı ve konsantre yem oranlarına sahip beş farklı rasyonun *in vitro* gaz üretimi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Söğüt ekstraktının ruminal fermentasyon süreçlerini nasıl etkilediğini ve yem verimliliğini nasıl değiştirdiği incelenen denemede, mısır silajı ve konsantre yem oranları farklı olan beş farklı rasyon formüle edilerek bu rasyonlara farklı seviyelerde *Salix babylonica* ekstraktı eklenmiş, ardından *in vitro* gaz üretim sistemi kullanılarak fermentasyon dinamikleri değerlendirilmiştir. Çalışmada, ekstraktın içerdiği biyolojik aktif bileşiklerin ruminal mikrobiyal aktiviteyi modüle edip etmediği incelenmiştir. Sonuçlar, *Salix babylonica* ekstraktının doza bağımlı olarak gaz üretimini artırdığını ve bu etkinin büyük ölçüde fermentasyon süreçlerinde rol oynayan mikroorganizmalar üzerindeki uyarıcı etkisinden kaynaklandığını göstermiştir. Özellikle, UYA üretimini artırarak yemlerin sindirilebilirliğini ve enerji kullanımını iyileştirdiği gözlemlenmiştir. Ayrıca, amonyak azotu ($\text{NH}_3\text{-N}$) seviyelerinde belirgin bir azalma meydana gelmiş, bu da ekstraktın protein korunumu açısından olumlu bir etkisinin olduğunu düşündürmüştür. Ek olarak, mısır silajı oranı yüksek olan rasyonların fermentasyon özelliklerinin ekstrakt ilavesiyle daha da iyileştiği belirlenmiştir. Düşük konsantre-yüksek silaj içeren rasyonlarda ekstraktın etkisi daha belirgin olmuş, bu da bitkisel ekstraktların özellikle yüksek lifli diyetlerde fermentasyonu optimize edebileceğini göstermiştir. Araştırmacılar, *Salix babylonica* ekstraktının içerdiği fenolik bileşikler ve flavonoidler sayesinde ruminal fermentasyonu destekleyerek yemden yararlanmayı artırabileceğini ve bu nedenle doğal bir yem katkısı olarak değerlendirilebileceğini belirtmişlerdir. Ancak, yüksek dozlarda kullanımının bazı fermentasyon parametreleri üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği ve optimum seviyenin belirlenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Sonuç olarak, *Salix babylonica* ekstraktının ruminal fermentasyonu teşvik edici etkiler gösterdiğini ve mısır silajı-konsantre oranı farklılıklarına bağlı olarak gaz üretimini iyileştirebileceğini ortaya koymuşlardır. Bu bulgular, doğal bitki ekstraktlarının ruminant beslemede alternatif yem katkı maddesi olarak kullanım potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Parra-Garcia *et al.*, (2019), *Moringa oleifera* yaprak ekstraktının sığır modelinde ruminal metan ve karbondioksit üretimi ile fermantasyon kinetikleri üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada, *Moringa oleifera*'nın içerdiği biyoaktif bileşenlerin ruminal fermentasyon sürecine olan etkileri belirlemiştir. Deneyler sırasında, *in vitro* fermantasyon teknikleri kullanılarak gaz üretimi, UYA profili, NH₃-N konsantrasyonu ve organik madde sindirimi gibi parametreler değerlendirilmiştir. Sonuçlar, *Moringa oleifera* yaprak ekstraktının metan ve karbondioksit emisyonlarını azaltırken ruminal fermentasyonu olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Özellikle, uçucu yağ asitlerinin üretimini artırarak enerji kullanımını iyileştirdiği ve protein metabolizmasını düzenleyerek amonyak seviyelerini dengelediği belirlenmiştir. Araştırmacılar, *Moringa oleifera*'nın doğal bir yem katkısı olarak kullanılabileceğini ve ruminantlarda sera gazı emisyonlarını azaltma potansiyeline sahip olduğunu vurgulamaktadırlar. Çalışmanın sonuçları, bitkisel ekstraktların ruminal fermentasyonu iyileştirme ve çevresel sürdürülebilirliği destekleme açısından önemli bir alternatif sunduğunu ortaya koymaktadır.

Jayanegara *et al.* (2020)'nın tanen ve saponin bakımından zengin bitkisel ekstraktların yem katkı maddesi olarak kullanımının *in vitro* ruminal metan ve amonyak oluşumu üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada, farklı tanen ve saponin kaynaklarının tek başına ve kombinasyon halinde uygulanmasının ruminal fermantasyon parametrelerine etkisi değerlendirilmiştir. Tanen bakımından zengin kaynağı olarak olarak *Swietenia mahogani* yaprakları ve saponin kaynağı olarak *Sapindus rarak* meyveleri kullanılmıştır. Sonuçlar, tanen ve saponin içeren bitkisel ekstraktların metan ve amonyak üretimini azaltmada sinerjik bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Tanenler, proteinleri bağlama özellikleri sayesinde amonyak oluşumunu baskılamak, saponinler rumendeki protozoa popülasyonunu azaltarak metan üretimini düşürmüştür. Ayrıca, UYA üretimi ve organik madde sindirimi gibi fermantasyon parametreleri üzerindeki etkiler de değerlendirilmiş ve tanen ile saponin içeren bitkisel ekstrakt kombinasyonlarının ruminal fermentasyonu önemli ölçüde değiştirebildiği gözlemlenmiştir. Araştırmacılar, tanen ve saponin içeren bitkisel katkı maddelerinin ruminant beslemede doğal ve çevre dostu bir alternatif olarak kullanılabileceğini vurgulamaktadırlar. Araştırma sonuçları, bitkisel bileşiklerin uygun kombinasyonlar halinde kullanılmasının hem hayvan besleme hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli avantajlar sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.

Alternanthera sissoo bitkisinden elde edilen flavonoid ekstraktları farklı seviyelerde uygulanmasının *in vitro* fermantasyon özellikleri ve metan azaltımı üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada (Sommai *et al.*, 2021), flavonoid içeriği yüksek olan bu bitkisel ekstraktın

rasyonda farklı oranlarının kullanımı değerlendirilmiştir. Çalışmada, farklı seviyelerde flavonoid ekstraktı içeren rasyonlar hazırlanmış ve bunların *in vitro* gaz üretimi, metan emisyonu, UYA profili ve amonyak azotu konsantrasyonu üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Sonuçlar, flavonoid ekstrakt seviyesinin artmasıyla birlikte metan üretiminde önemli bir azalma olduğunu göstermiştir. Flavonoidler, rumendeki metanojenik mikroorganizmaların aktivitesini baskılayarak metan oluşumunu sınırlamış ve fermentasyon süreçlerini değiştirmiştir. Ayrıca, uçucu yağ asitleri profili incelendiğinde, propiyonat üretiminin arttığı, ancak asetat/propiyonat oranının azaldığı gözlemlenmiştir. Araştırmacılar, flavonoidlerin antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri sayesinde flavonoidlerin ruminal mikroflorayı modüle ederek fermentasyon süreçlerini optimize edebileceğini ve bu sayede sürdürülebilir hayvancılık uygulamalarında doğal yem katkı maddesi olarak değerlendirilebileceğini belirtmişlerdir. Çalışma, *Alternanthera sissoo* bitkisinden elde edilen flavonoid ekstraktlarının rasyona uygun seviyelerde eklenmesi durumunda hem hayvan performansını iyileştirebileceğini hem de enterik metan emisyonlarını azaltarak çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlayabileceğini ortaya koymaktadır.

Yavuz (2021) meyan (*Glycyrrhiza glabra*), akasya (*Robinia pseudoacacia*), sığla (*Liquidambar orientalis*), beyaz söğüt (*Salix alba*), akdeniz defnesi (*Laurus nobilis*), ardıç (*Juniperus communis*), Anadolu palamut meşesi (*Quercus coccifera*), sandal ağacı (*Arbutus andrachne*), sedir (*Cedrus libani* var. *Libani*) ve gülibrişim (*Albizia julibrissin*) gibi farklı ağaç türü yaprakları ve bunlardan elde edilen ekstraktların *in vitro* gaz üretim yöntemi ile anti-metanojenik etkilerinin araştırıldığı çalışmada, söz konusu ekstraktların ruminal fermentasyon süreçleri, UYA kompozisyonu, metan üretimi ve mikrobiyal aktivite üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Hem toplam gaz hem de enterik CH₄ üretim miktar oranları artmıştır. Ayrıca, metan üretimi ile bitkilerin ADF ve NDF içerikleri arasında pozitif yönde anlamlı korelasyonlar belirlenmiştir. Sonuç olarak, ağaç yaprakları ve ekstraktlarının *in vitro* rumen fermentasyonunda gaz ve metan üretimini belirgin şekilde etkilediği, özellikle lif (ADF, NDF) oranı yüksek yapraklarda metan üretiminin arttığı görülmüştür. Çalışma, farklı ağaç yapraklarının yem katkı maddesi veya alternatif kaba yem kaynağı olarak değerlendirilme potansiyeline ışık tutmuş ve ileri araştırmalarda çözücü tipi ile dozaj düzeylerinin optimizasyonuna dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Selçuk vd. (2022), yonca kuru otuna (*Medicago sativa*) atık kahve ekstraktı ilavesinin anti-metanojenik etkileri *in vitro* gaz üretim yöntemiyle değerlendirdikleri çalışmada, atık kahve ekstraktı ilavesinin metan üretimini belirgin bir şekilde azalttığını, aynı zamanda ruminal fermentasyonun bazı parametreler üzerinde değişimlere neden olduğunu rapor etmişlerdir.

Özellikle, yüksek düzeyde kahve ekstraktı ilavesinin toplam gaz üretimini düşürdüğü, ancak UYA üretimi üzerinde belirgin bir olumsuz etki yaratmadığı belirlenmiştir. Bu durum, kahve ekstraktının fermentasyon süreçlerini baskılamadan metan oluşumunu azaltabileceğini göstermektedir. Ayrıca, kahve ekstraktı içeren rasyonlarda $\text{NH}_3\text{-N}$ seviyelerinde azalma gözlemlenmiş ve bu durum, ekstraktın protein korunumu açısından olumlu bir etkiye sahip olabileceğini düşündürmüştür. Ancak, kahve ekstraktının yüksek dozlarda uygulanmasının bazı fermentasyon parametreleri üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceği ve bu nedenle optimum kullanım seviyelerinin belirlenmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Selçuk ve Kamalak (2022), biberiye (*Rosmarinus officinalis*) yaprağı ekstraktının yonca otu (*Medicago sativa*) ile birlikte kullanımının rumen fermentasyonu, metan üretimi ve mikrobiyal protein sentezi üzerindeki etkilerini *in vitro* koşullarda incelenmişlerdir. Deneme kapsamında, yonca otuna farklı seviyelerde biberiye yaprağı ekstraktı eklenmiş ve bu rasyonların *in vitro* gaz üretim yöntemi ile fermentasyon kinetiği analiz edilmiştir. Çalışmada toplam gaz üretimi, metan oluşumu, UYA profili, $\text{NH}_3\text{-N}$ seviyesi ve mikrobiyal protein sentezi gibi temel ruminal parametreler değerlendirilmiştir. Sonuçlar, biberiye yaprağı ekstraktının metan üretimini belirgin bir şekilde azalttığını göstermiştir. Bu etki, biberiye ekstraktının içerdiği fenolik bileşikler, flavonoidler ve uçucu yağlar gibi ikincil metabolitlerin metanojenik mikroorganizmalar üzerindeki inhibe edici etkisine bağlanmıştır. Ayrıca, biberiye yaprağı ekstraktının ruminal protein yıkımını baskılayarak mikrobiyal protein sentezini destekleyebileceği belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada, düşük ve orta dozlarda biberiye ekstraktı ilavesinin toplam gaz ve UYA üretimi üzerinde olumsuz bir etkiye yol açmadığı, ancak yüksek doz uygulamalarında fermentasyon etkinliğinde düşüş gözlemlendiği belirtilmiştir. Söz konusu çalışmadan elde edilen sonuçlar, biberiye ekstraktının ruminant rasyonlarında anti-metanojenik yem katkısı olarak kullanılmasının uygun olmadığını göstermektedir. Bununla birlikte, metanol ve etanol çözücülerinin ekstraktan uzaklaştırıldığı daha saf formlar ile yapılacak ileri çalışmaların biberiye ekstraktının gerçek etkisini daha doğru biçimde ortaya koyabileceği vurgulanmıştır.

Erten *vd.*, (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, toplam karışım rasyonuna (TMR) adaçayı (*Salvia officinalis*), ıhlamur (*Tilia tomentosa*) ve meyan kökü (*Glycyrrhiza glabra*) ekstraktlarının eklenmesinin *in vitro* gaz üretim parametreleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. TMR'ye %0.25 düzeyinde adaçayı ve ıhlamur ekstraktı ilavelerinin 24 saatlik *in vitro* gaz üretimi, OMS ve ME değerlerini artırmış, metan üretimini ise önemli düzeyde azaltmıştır. Sonuç olarak çalışma, özellikle adaçayı ekstraktının TMR'ye ilavesinin rumen fermentasyonu sırasında oluşan metan gazını azaltarak enerji kaybının önüne geçebileceğini ve

sera gazı emisyonlarının düşürülmesine katkı sağlayabileceğini ortaya koymuştur. %0.25 doz düzeyinin sindirilebilirlik-parametre dengesi açısından en uygun düzey olduğu belirlenmiş, yüksek doz uygulamalarında ise mikrobiyal aktivitenin kısmen baskılanabileceği bildirilmiştir.

Abd'quadri-Abojukoro and Nsahlai, (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, bazı bitki ekstraktlarının yem sindirilebilirliği, mikrobiyal protein üretimi ve toplam gaz üretimi üzerindeki *in vitro* etkileri değerlendirilmiştir. Adaçayı (*Salvia officinalis*), zerdeçal (*Curcuma longa*), nane (*Mentha spicata*), sarımsak (*Allium sativum*) ve çörek otu (*Nigella sativa*) gibi tıbbi bitkilerden elde edilen ekstraktlar rasyona farklı dozlarda eklenmiştir. *In vitro* gaz üretim tekniği kullanılarak bitki ekstraktlarının yem sindirimi üzerindeki etkileri değerlendirilmiş ve fermentasyon kinetiği analiz edilmiştir. Sonuçlar, bazı bitki ekstraktlarının ruminal mikrobiyal protein sentezini teşvik ettiğini ve toplam gaz üretimi ile yem sindirilebilirliği üzerinde olumlu etkiler gösterdiğini ortaya koymuştur. Özellikle, saponin ve tanen içeriği yüksek olan bitki ekstraktlarının metanojenik mikroorganizmalar üzerinde baskılayıcı bir etkiye sahip olduğu, dolayısıyla metan üretimini azaltarak yem kullanım verimliliğini artırabileceği belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada, yüksek doz kullanımlarında bazı ekstraktların fermentasyonu baskılayıcı etkiler gösterme ihtimaline karşı optimum dozajın belirlenmesinin önemli olduğu bildirilmiştir.

Ibrahim (2023)'in, belirli tıbbi bitki ekstraktlarının enterik metan emisyonunu azaltmadaki etkinliğini değerlendirmek için farklı ekstraksiyon çözücülerinin ve enkapsülasyon yöntemlerinin etkilerini incelediği çalışmada, özellikle beyaz pelin otu (*Artemisia herba-alba*), moringa yaprağı (*Moringa oleifera*), Hint leylâğı (*Azadirachta indica*), ağlayan söğüt (*Salix babylonica*) ve Sinameki (*Cassia spp.*) gibi bitkilerin ekstraktları kullanılmıştır. Çalışmada, bitkisel ekstraktların metan azaltıcı potansiyelini maksimize etmek için farklı çözücülerle ekstraksiyon işlemleri gerçekleştirilmiştir. Kullanılan çözücüler arasında su (H_2O), metanol (CH_3OH), etanol (C_2H_5OH), aseton (C_3H_6O) ve hekzan (C_6H_{14}) yer almaktadır. Su bazlı ekstraksiyon, polisakkaritler ve hidrofilik flavonoidler gibi bileşenleri çekmek için kullanılmıştır. Metanol ve etanol gibi polar çözücüler, tanenler ve saponinler gibi antimetanogenik bileşenlerin elde edilmesinde en yüksek verimi sağlamıştır. Aseton ve hekzan gibi daha az polar çözücüler ise özellikle uçucu yağlar ve lipofilik bileşenlerin ekstraksiyonu için tercih edilmiştir. Sonuçlar, metanol ve etanol bazlı ekstraktların, su bazlı ekstraktlara kıyasla daha yüksek metan inhibisyonu sağladığını göstermiştir. Bunun nedeni, metanol ve etanol çözücülerinin, metan üretimini baskılayan fenolik bileşikler ve flavonoidler açısından daha zengin ekstraktlar elde etmesidir. Elde edilen ekstraktların stabilitesini artırmak ve rumende etkili bir şekilde salınımını sağlamak amacıyla farklı enkapsülasyon teknikleri uygulanmıştır. Çalışmada, mikroenkapsülasyon, liposomal enkapsülasyon ve

nanoenkapsülasyon gibi yöntemler karşılaştırılmıştır. Mikroenkapsülasyon yöntemi, bitkisel bileşenlerin kontrollü salınımını sağlamak için protein bazlı veya polisakkarit bazlı taşıyıcılarla gerçekleştirilmiştir. Liposomal enkapsülasyon, fosfolipid bazlı taşıyıcılar kullanılarak ekstraktların korunmasını sağlamış ve biyoyararlanımını artırmıştır. Nanoenkapsülasyon ise partikül boyutunu küçülterek ekstraktların ruminal mikroorganizmalar tarafından daha etkili bir şekilde kullanılmasını sağlamıştır. Ekstraktların metan üretimi üzerindeki etkileri *in vitro* gaz üretim sistemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada, farklı çözücülerle elde edilen bitki ekstraktlarının ruminal fermantasyon parametreleri üzerindeki etkileri detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, metanol ve etanol bazlı ekstraktların, metan üretimini inhibe etmede su bazlı ekstraktlara kıyasla daha etkili olduğunu göstermiştir. Hekzan bazlı ekstraktların ise ruminal metan üretimi üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı, ancak esansiyel yağ içerikleri sayesinde bazı mikrobiyal aktiviteleri değiştirebildiği gözlemlenmiştir. Ruminal fermantasyon parametreleri açısından değerlendirildiğinde, tanen ve saponin içeriği yüksek ekstraktların NH₃-N üretimini azalttığı ve protein yıkımını yavaşlattığı belirlenmiştir. Uçucu yağ asitleri kompozisyonunda ise propiyonik asit oranında artış, asetat/propiyonat oranında ise azalma gözlemlenmiştir. Bu durum, metan üretiminin azalmasıyla bağlantılıdır. Çünkü propiyonik asit üretimi, hidrojenin metan yerine propiyonat sentezinde kullanılması yoluyla metan oluşumunu dolaylı olarak engellemektedir. Sonuç olarak, çalışmada kullanılan farklı ekstraksiyon çözücüler ve enkapsülasyon teknikleri, bitkisel ekstraktların metan inhibisyon kapasitesini önemli ölçüde etkilemiştir. Özellikle metanol ve etanol bazlı ekstraktlar, metan üretimini azaltmada en etkili bileşenleri içermektedir. Enkapsülasyon teknikleri ise ekstraktların rumende daha uzun süre aktif kalmasını sağlayarak antimetanogenik etkilerini güçlendirmiştir. Bu bulgular, sürdürülebilir hayvancılık uygulamalarına yönelik yeni stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlayabilecek potansiyel bitki bazlı yem katkılarının kullanımını desteklemektedir.

Wahyuni *et al.*, (2024) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, *Cassia* türlerine ait bitki ekstraktlarının toplam karışım rasyonu (TMR) içinde kullanıldığında ruminal fermantasyon özellikleri ve metan emisyonları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada, mısır sapı bazlı bir rasyona farklı dozlarda *Cassia spp.* ekstraktı eklenerek *in vitro* fermantasyon denemeleri gerçekleştirilmiştir. *Cassia* türlerinin içerdiği biyolojik aktif bileşiklerin, özellikle tanen ve flavonoidlerin, ruminal mikrobiyal aktiviteyi nasıl etkilediği değerlendirilmiştir. Deneme sonunda, *Cassia* ekstraktının doza bağlı olarak metan üretimini azalttığı ve fermantasyon parametrelerinde değişikliklere neden olduğu belirlenmiştir. Özellikle, UYA kompozisyonunda belirgin farklılıklar gözlemlenmiş ve NH₃-N seviyelerinde azalma kaydedilmiştir.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Yem materyali

Araştırmada kullanılan süt sığırı karışım rasyonunu oluşturan arpa danesi, ayçiçeği küspesi, kuru çayır otu, mısır danesi, mısır silajı, soya küspesi, yonca kuru otu ve yulaf samanı gibi yem hammaddeleri özel bir süt sığırı çiftliğinden temin edilmiştir. Bayburt ili merkez köylerinden Adabaşı Köyü mevkiinden Haziran ayı ortasında hasat edilen Tarhun (*Artemisia dracunculus*) bitkisi (Şekil 1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümünde bulunan Yem Analiz Laboratuvarına getirilmiş önce oda sıcaklığında laboratuvar şartlarında bir hafta süreyle bekletilmiş daha sonra da kurutma dolabında kuru madde içeriği %90 oluncaya kadar kurutulmuştur. Kurutulan Tarhun bitkisi (yaprak, sap ve sapçıkların tamamı) değirmende 1 cm'lik elekten geçecek şekilde öğütülerek analize hazır hale getirilmiştir.



Şekil 1. Tarhun bitkisinin (*Artemisia dracunculus*) hasat edilmesi

Tarhun bitkisinin kimyasal kompozisyonu

Tarhun bitkisinin içerik analizi Tablo 1’de sunulmaktadır. Bitkide yüksek oranda kuru madde (%93,70) bulunurken, ham protein oranı %22,10’dur. NDF ve ADF değerleri sırasıyla %31,99 ve %13,84 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, tarhunun yüksek besin değerine sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 1. Tarhun Bitkisinin Kimyasal Kompozisyonu

Tarhun bitkisi	İçerik (%)
KM	93,70
HK	11,90
HY	8,06
HP	22,10
NDF	31,99
ADF	13,84
ADL	9,94
ME(MJ/kgKM)	12,16

KM: Kuru madde, HK: Ham kül, HY: Ham yağ, HP: Ham protein, NDF: Nötr deterjanda znmeyen lif, ADF: Asit deterjanda znmeyen lif, ADL: Asit deterjan lignin, Metabolik enerji (ME) değeri, Dugmore (1995) tarafından ifade edilen formüle $(ME \text{ MJ/Kg KM}) = 13,50 + 0,263 \times HY - 0,133 \times HK - 0,136 \times ADF$ göre hesaplanmıştır.

Bu bulgular, daha önce tarhun üzerine yapılan çalışmalarla uyumludur (Bay, 2022). Yüksek protein ve enerji içeriği, tarhun ekstraktlarının ruminant beslenmesinde potansiyel bir katkı maddesi olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Rumen sıvısı materyali

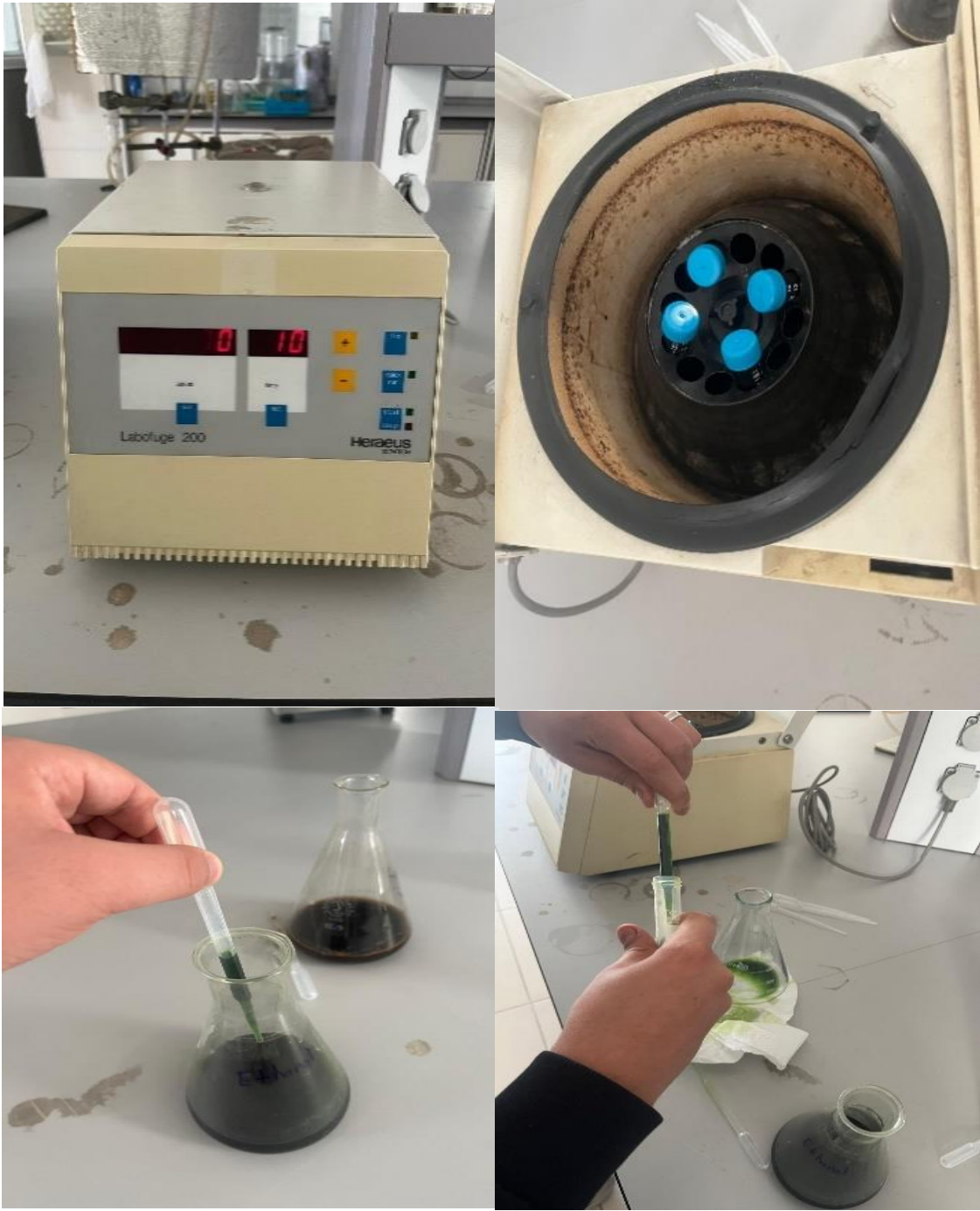
Rumen sıvısı, Erzurum’daki özel bir süt sığırısı işletmesinde kesim onayı alınmış, 4-6 yaş aralığında ve yaklaşık 500 kg ağırlığındaki 3 Simental ırkı sığırının rumenlerinden, kesim sonrası Kılıç ve Abdiwali, (2016)’nin bildirdiği yönteme göre alınarak termos vasıtası ile laboratuvara getirilmiştir.

Bitkisel ekstraktların hazırlanması

Tarhun bitkisi 4 farklı üzücü kullanılarak ekstraktları elde edildikten sonra %1 oranında süt sığırısı TMR’lerine ilave edilerek deneme grupları oluşturulmuştur. Her bir grup için 200 gr TMR’ye 2 gr ekstrakt olacak şekilde üç n karışım kullanılarak hazırlanmıştır. Her bir ekstraksiyon metodu için erlenmayer içerisine 20 gram tarhun bitkisi ve 200 ml üzücü eklenerek özütler elde edilmiştir. Elde edilen ekstraktlar 3 gün süre ile çalkalayıcıda karıştırıldıktan sonra ürünler zcden santrifüjleme yapılarak ayrılmış ve etüvde 30 derecede 12 saat bekletilerek elde edilmiştir.



Şekil 2. Saf su, aseton, etanol ve metanol ekstraktlarının elde edilişi ile ilgili görseller



Şekil 3. Santrifüj işlemi ile ekstraktların çözücünden ayrılması

Süt sığırları için toplam karışım rasyonunu oluşturan yem hammaddelerinin kimyasal kompozisyonu ve besin değerleri

Araştırmada kullanılan süt sığırları karışım rasyonunda, arpa danesi, ayçiçeği küspesi, kuru çayır otu, mısır danesi, mısır silajı, soya küspesi, yonca kuru otu ve yulaf samanı gibi yem hammaddeleri yer almaktadır. Orta laktasyon döneminde 500 kg canlı ağırlığında, %4 yağlı 27 lt süt verimine sahip Holstein ırkı süt sığırları için NRC, (2001)' e göre günlük enerji ve protein ihtiyacı dikkate alınarak oluşturulan 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. Bu yemlerin besin değerlerini belirlemek amacıyla, AOAC yöntemine göre kuru madde (KM), ham kül (HK), ham yağ (HY) ve ham protein (HP) analizleri yapılmıştır. Ayrıca, yemlerin lif içeriğini değerlendirmek için Van Soest yöntemiyle nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) ve asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) analizleri de gerçekleştirilmiştir. Toplam karışım rasyonunu oluşturan hammaddelerin kimyasal kompozisyonları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Toplam Karışım Rasyonunu (TMR) Oluşturan Hammaddelerin Kimyasal Kompozisyonları

Yem hammaddeleri	KM (%)	HK (%)	HY (%)	HP (%)	NDF (%)	ADF (%)	ADL (%)	ME* (MJ/kgKM)
Mısır silajı	94,10	8,23	1,65	11,60	61,25	31,35	12,24	8,70
Yonca kuru otu	92,81	8,76	1,83	19,11	58,34	37,43	8,36	9,10
Kuru çayır otu	95,11	7,17	0,45	7,04	69,40	38,71	9,13	7,36
Soya küspesi	93,83	6,82	0,97	48,70	11,13	9,11	0,92	11,44
Ayçiçeği küspesi	94,01	6,77	0,83	36,26	46,13	32,26	11,04	9,77
Mısır danesi	92,49	0,89	3,20	8,52	12,21	4,74	0,68	10,07
Arpa danesi	92,11	1,47	1,96	14,64	22,71	6,84	0,99	12,45
Yulaf samanı	92,23	7,51	1,22	5,10	65,24	38,35	4,90	8,71
**TMR	93,82	5,68	2,55	16,62	53,05	25,74	5,91	9,65

*: Menke and Steingass 1988'e göre hesaplanmıştır. **: Analizle saptanmıştır. KM: Kuru madde, HK: Ham kül, HY: Ham yağ, HP: Ham protein, NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, ADL: Asit deterjan lignin, Metabolik enerji, metabolik enerji (ME) değerleri, Dugmore (1995) tarafından ifade edilen formüle $(ME(MJ/Kg\ KM) = 13,50 + 0,263 \times HY - 0,133 \times HK - 0,136 \times ADF)$ göre hesaplanmıştır.

Metod

Deneme gruplarında AOAC'ye göre kuru madde (KM), ham kül (HK), ham yağ (HY), ham protein (HP), Van Soest *et al.* (1991) göre de NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, ADL: Asit deterjan lignin analizleri 3 tekerrür olarak tespit edilmiştir.

Kuru madde analizi

Örnekler 1 mm elekten geçecek şekilde değirmende öğütüldükten sonra boş porselen krozeler etüvde 105°C'de 2 saat bekletilmiştir. Etüvden çıkarılan boş krozeler maşa yardımıyla desikatöre alınmış ve oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulmuştur. Desikatörden alınan krozelerin hassas terazi yardımıyla daraları alınmış ve numaralandırma işlemi yapıp yaklaşık olarak 5 gram öğütülmüş örneklerden 3 tekerrürlü olarak tartılmıştır. Tartım işlemi tamamlandıktan sonra, yem örneği içeren krozeler, yapılarındaki suyun uzaklaştırılması amacıyla 105°C'de 1 gün boyunca etüvde bekletilmiştir. Bu sürenin ardından krozeler etüvden çıkarılarak maşa yardımıyla desikatöre alınmıştır ve oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Sonrasında hassas terazide tartılarak, aşağıdaki formül yardımıyla % kuru madde (% KM) oranı hesaplanmıştır (AOAC 1990).

$$\% \text{ KM} = [(c-a)/(b-a)] * 100$$

a: Kuru madde kabının darası (Kroze)

b: Kuru madde kabı ağırlığı (kroze) + örnek ağırlığı

c: Etüvden çıkan kuru madde kabının ağırlığı (Kroze) + örnek ağırlığı



Şekil 4. Yem analiz laboratuvarında kullanılan etüv cihazı

Ham kül analizi

Kuru madde tayininde olduğu gibi işlem yapılan numaralandırılmış ve darası alınmış olan porselen krozelere öğütülmüş yem örneklerinden yaklaşık 1,5 gram 3 tekerrürlü olarak tartılmıştır. Tartım işlemi tamamlandıktan sonra, yem örneği içeren krozeler 600°C’de 6 saat boyunca kül fırınında bekletilmiştir. Yakma işlemi tamamlandıktan sonra kül fırınının 100 °C’ye kadar soğuması beklenmiş daha sonra maşa yardımıyla alınan porselen krozeler desikatöre alınmış ve oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Desikatörden alınan porselen + yanmadan geriye kalan örnek ağırlıkları hassas terazi yardımıyla tespit edilmiş ve aşağıdaki formül yardımıyla % ham kül (% HK) miktarı hesaplanmıştır (AOAC 1990).

$$\% \text{ KM} = [(c-a)/(b-a)] * 100$$

a: Kuru madde kabının darası (Kroze)

b: Kuru madde kabı ağırlığı (kroze) + örnek ağırlığı

c: Kül fırınından çıkan kuru madde kabının ağırlığı (Kroze) + örnek ağırlığı



Şekil 5. Ham kül analizlerinde kullanılan kül fırını cihazı

Ham protein analizi (Kjeldahl yöntemi)

Ham protein analizi, yem veya bitki materyallerindeki toplam azot miktarını belirlemek için kullanılan yaygın bir yöntemdir. Bu analizde, azot içeren bileşikler yakılarak amonyum sülfata $((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$ dönüştürülür, ardından amonyak (NH_3) açığa çıkarılarak titrasyon yöntemiyle ölçülür (Kutlu, 2008). Kjeldahl yöntemi, yakma, destilasyon ve titrasyon olmak üzere üç temel aşamadan oluşur.

Yakma aşaması

Bu aşamada, numunenin içeriğindeki organik azot, sülfürik asit (H_2SO_4) ve katalizörler yardımıyla parçalanarak amonyum sülfata dönüştürülür:

Yakma işlemi sonrası oluşan amonyum sülfat, alkali ortamda serbest amonyağa (NH_3) çevrilerek borik asit çözeltisinde tutulur:

- 1 gram öğütülmüş numune Kjeldahl tüpüne konur.
- 1 adet katalizör tableti (K_2SO_4 ve Se içeren) eklenir.
- 20 ml derişik sülfürik asit (%97'lik H_2SO_4) eklenir.
- Kör deneme için yalnızca kimyasallar eklenerek bir kontrol grubu oluşturulur.
- Kjeldahl tüpleri $200^{\circ}C$ 'de 45 dakika ön ısıtmaya alınır, ardından $400^{\circ}C$ 'ye çıkarılarak içeriğin rengi şeffaf sarı-yeşil olana kadar yakılır.
- Yakma işlemi tamamlandıktan sonra, tüpler soğumaya bırakılır ve 50 ml saf su eklenerek reaksiyonun tamamlanması sağlanır (Kutlu, 2008).



Şekil 6. Azot tayininde kullanılan yakma ünitesi

Destilasyon aşaması

- Her bir tüp destilasyon düzeneğine yerleştirilir.

- 250 ml'lik erlenmayerlere 25 ml %4'lük borik asit eklenerek toplama çözeltisi hazırlanır.
- Tüplere cihaz tarafından 100 ml saf su ve 100 ml %40'lık NaOH eklenir.
- Yaklaşık 2 dakika 40 saniye boyunca destilasyon işlemi gerçekleştirilerek NH₃ açığa çıkarılır.
- Serbest kalan amonyak, borik asit tarafından tutulur ve bir sonraki aşama olan titrasyon için hazır hale gelir (Kutlu, 2008).



Şekil 7. Azot tayininde kullanılan destilasyon ünitesi

Titrasyon Aşaması

Destilasyon sonrası elde edilen çözeltideki azot miktarı, hidroklorik asit (HCl) çözeltisi ile titrasyon yapılarak belirlenir:

- Destilasyon sonrası elde edilen mavi renkli borik asit çözeltisi 0.1 N'lik HCl ile titre edilir.
- Titrasyon, çözelti açık pembe renge dönüşene kadar devam ettirilir.
- Harcanan HCl miktarı kaydedilerek hesaplama aşamasına geçilir (Kutlu, 2008).

Ölçülen toplam azot miktarı kullanılarak ham protein yüzdesi aşağıdaki formülle hesaplanır (Kutlu, 2008):

$$\% \text{ HP} = (a) * (b) * (N) * (f_{\text{HCl}}) * (100) / (c) * (1000) * (fp)$$

a = 1.4007 (Azotun atom ağırlığı)
b = Kullanılan HCl miktarı (ml)
N = HCl'nin normalitesi (0.1 N)
fHCl = 0.1 N HCl'nin faktörü
fp = Proteine çevirme faktörü (6.25)
c = Numune miktarı (g)

Ham yağ analizi

Numuneler, soxhlet cihazında dilettil eter ile ekstrakte edilip elde edilen ekstrakt ham yağ olarak tanımlanmıştır. Yem örnekleri, önceden kurutulup numaralandırılmış ve darası alınmış kurutma kağıdından yapılan külahlara yaklaşık 1,5 gram tartılmış ve 105°C'lik etüvde bir gece bekletilmiştir. Etüvden alınan örnekler ve külahlar, oda sıcaklığına kadar desikatörde soğutulmuş ve ağırlıkları belirlendikten sonra soxhlet cihazına yerleştirilmiştir. Soxhlet cihazının her bir ekstraksiyon kısmına yaklaşık 130 ml etil eter eklenerek cihaz, 60°C sıcaklığa ayarlanıp 8 saat boyunca çalıştırılmıştır. İşlem sonunda, külah ve örnekler düzenekten alınarak, 2-4 saat boyunca 95°C'lik etüvde kurutulmuş ve tekrar tartılmıştır. Elde edilen veriler, aşağıdaki formül kullanılarak % ham yağ içerikleri hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

$$\%HY = 100 - [(b - c) * 100] / (a - c)$$

a: Örnek + Külah ağırlığı

b: Ekstrakt işleminden sonra etüvde kurutulan örnek + külah ağırlığı

c: Külahların darası



Şekil 8. Ham yağ analizlerinde kullanılan soxhlet cihazı

Asit Deterjan Fiber (ADF) tayini (%)

ADF içeriğini belirlemede kullanılan her 2 litre çözelti için, 40 gram ANKOM FAD20C kimyasal tozu, 1800-1850 ml saf su ve 54,8 ml derişik sülfürik asit (H₂SO₄) manyetik karıştırıcıda 50-75°C arasında ısıtılarak tamamen çözdürtülmüştür. Öğütülmüş yem örnekleri, numaralandırılmış ANKOM F57 torbalarına 0,5gram olacak şekilde tartılıp torbaların ağzı mühürleme cihazı ile kapatılmıştır. Tartım işlemi tamamlanan torbalar, Ankom NDF/ADF Lif Analiz Cihazı'nda bulunan stantlara yerleştirilmiş ve hazırlanan 2 lt'lik çözelti cihazın içine dökülüp 60 dakika boyunca kaynamaya bırakılmıştır. Kaynama işlemi tamamlandıktan sonra, torbalardan kimyasalın uzaklaştırılması için iki kez kaynamış su ve bir kez de soğuk su ile durulama yapılmıştır. Ardından, torbalar beher içerisinde asetonda 3-5 dakika bekletilmiştir. Daha sonra, torbalar 75°C'ye ayarlı etüvde 2-4 saat kurutulup hassas terazide tartılarak aşağıdaki formül yardımıyla %ADF değeri hesaplanmıştır (Van Soest *et al.*, 1991).

$$\%ADF \text{ (havada kuru)} = [(a - c) - b] / d * [100 * (\%100 - \%rd)]$$

a: etüvden alınan torba + örnek ağırlığı

b: kör torbanın boş ağırlığı

c: torbanın boş ağırlığı

d: örnek ağırlığı

%rd: yüzdelik rutubet değeri



Şekil 9. Ankom NDF/ADF cihazı

Nötr Deterjan Fiber (NDF) tayini (%)

Yem örneklerinin NDF içeriklerini belirlemek amacıyla ANKOM FND20C kodlu kimyasal tozdan 120 g, etilen glikolden 20 ml, alfa amilazdan 4 ml ve 1700-1800 ml saf su karıştırılarak toplam 2 litre olacak şekilde NDF çözeltisi hazırlanmıştır.

Daha sonra darası alınmış ve çözücüye dirençli kalemle (ANKOM F08) numaralandırılmış ANKOM F57 torbalarına yaklaşık 0,5 g tartılan yem örnekleri, ANKOM cihazına yerleştirilmiş, hazırlanan NDF çözeltisi ilave edilmiştir. Cihazın kapağı sıkıca kapatılıp 105°C sıcaklıkta 75 dakika boyunca kaynamaya bırakılmıştır. Süre tamamlandıktan sonra cihazdaki su tahliye sistemi ile dikkatlice boşaltılmış, ardından örnekler 1800-1900 ml kaynamış saf su ve 4 ml alfa amilaz eklenerek cihaz 15 dakika daha çalıştırılmıştır. Bu işlem tamamlandıktan sonra, cihazdaki sıcak su boşaltılmış ve örnekler 10 dakika boyunca soğuk su ile durulanmıştır. Analizin sonunda, örnekler 1-2 dakika boyunca asetonda bekletilmiş, ardından asetonun buharlaşması için temiz bir kağıt üzerine serilmiştir. Sonrasında, örnekler 105°C'ye ayarlanmış etüvde 2-4 saat boyunca kurutulmuştur. Kurutma işlemi tamamlanan örnekler, desikatöre alınarak soğutulmuş ve ardından hassas terazide tartılmıştır. Elde edilen veriler kaydedilmiş ve sonuçlar Van Soest *et al.* (1991) tarafından ifade edilen formüle göre hesaplanarak yem materyallerinin NDF içerikleri belirlenmiştir.

$$\%NDF \text{ (havada kuru)} = [(a - c) - b] / d * [100 * (\%100 - \%rd)]$$

a: etüvden alınan torba + örnek ağırlığı

b: kör torbanın boş ağırlığı

c: torbanın boş ağırlığı

d: örnek ağırlığı

%rd: yüzdelik rutubet değeri

Asit Deterjan Lignin (ADL) tayini

ADF analizinde kullanılan örnekler üzerinden ADL tayini gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla daha önce analizleri tamamlanmış ADF örnekleri %72'lik sülfürik asit (H₂SO₄) çözeltisiyle 3 saat süreyle çalkalamalı inkübatörde işleme tabi tutulmuştur (Van Soest *et al.*, 1991).

ADL Tayini İşlem Basamakları:

- ADF işlemi sonrası elde edilen torbalar alınarak %72'lik sülfürik asit içinde 3 saat süreyle her 15 dakikada bir çalkalanır.
- İşlem tamamlandıktan sonra torbalar çeşme suyu ile nötr pH seviyesine ulaşana kadar yıkanır ve fazla suyun süzülmesi sağlanır.

- Torbalar 250 ml beher içerisinde aseton çözeltisinde 3 dakika bekletilir.
- Numuneler, 105°C’de 2-3 saat boyunca etüvde kurutulur.
- Etüvden çıkarılan torbalar desikatörde soğutulduktan sonra hassas terazide tartılır.

Aşağıdaki formül kullanılarak ADL içeriği hesaplanır:

$$\% \text{ ADL} = [c - (a * d) * 100] / b$$

Burada:

a = Torbaların darası (g)

b = Örnek ağırlığı (g)

c = “Örnek + torba” nın kurutulduktan sonraki ağırlığı (g)

d = Boş torbanın kurutulduktan sonraki ağırlığı/darası (g)

Bu yöntem, yem bitkilerinin lignin içeriğini belirlemek için en yaygın kullanılan analizlerden biri olup lif fraksiyonlarının sindirilebilirliği ile hayvan besleme değerini anlamada kritik bir öneme sahiptir (Van Soest *et al.*, 1991).

***In Vitro* gaz üretim tekniği**

Süt sığırı TMR’lerine ait 24 saatlik gaz üretim miktarlarının ölçülmesinde *in vitro* gaz üretim tekniği modifiye edilerek uygulanmıştır (Menke and Steingass 1988). Bu yöntemde 100 ml hacim’e sahip cam şırıngalar içerisine daha önceden kurutulmuş ve 1 mm elekten geçecek şekilde öğütülmüş olan yem örneklerinden yaklaşık 0,2 gr tartılmıştır. Cam şırıngaların pistonlarına uçtan 3 parmak, son kısmından da 2 parmak temiz kalacak şekilde vazelin sürülmüştür.



Şekil 10. Yem örneklerinin cam şırıngalara tartılması

Daha sonra vazelinlenmiş pistonlar içlerinde örnek bulunan cam şırıngalara 40 ml çizgisine kadar itilip silikon hortumlu ucu klips yardımıyla kapatılmıştır. *İn 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 alınarak termos vasıtası ile laboratuvara getirilmiştir. Analiz için gerekli olan şırınga sayısına göre yapay tükürük hazırlanmış ve kesimhaneden getirilen rumen sıvısı, 4 katlı tülbentten CO₂ eşliğinde süzülerek bu yapay tükürüğe eklenmiştir.

Hazırlanan karışım, 2:1 oranında yapay tükürük/rumen sıvısı olacak şekilde 40 ml hacminde, 100 ml'lik cam şırıngalara büret yardımıyla doldurulmuştur. Daha sonra şırıngalar, 39°C sabit sıcaklıkta bulunan bir su banyosunda, 3 tekerrürlü olarak inkübasyona bırakılmıştır.



Şekil 11. Yem örneklerinin rumen sıvısı ile birlikte inkübasyona tabi tutulması

İnkübasyonun 24. saatinde, şırıngalar içerisindeki gaz miktarları, şırıngaların üzerindeki skalalardan okunarak kaydedilmiştir. Yem örnekleriyle birlikte, üç tekerrürlü olarak kör deneme (sadece tamponlanmış rumen sıvısı) ve Hohenheim ot standardı da inkübasyona dahil edilmiştir. 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. Ayrıca kullanılan Hohenheim standardına göre düzeltme katsayısı kullanılmıştır. Rumen sıvısıyla karıştırılan yapay tükürüğün (tampon çözeltisinin) hazırlanışı aşağıda verilmiştir.

Makro element çözeltisi

5.7 g Na₂HPO₄ + 6.2 g KH₂PO₄ + 0.6 g MgSO₄.7H₂O 1lt saf su içerisinde eritilmiştir.

Çözeltinin pH'sı 6,8 olarak ayarlanmıştır.

İz element çözeltisi

13.2 g CaCl₂.2H₂O + 10.0 gMCl₂.4H₂O + 1.0 g CoCl₂.6H₂O + 0.8 g FeCl₂.6H₂O karışımı 100 ml saf su içerisinde eritilmiştir.

Tampon çözeltisi

35 g NaHCO₃ + 4 g (NH₄) HCO₃ 1 lt saf su içerisinde çözündürülmüş ve çözeltinin pH'sı 8.1 olmuştur.

Rezazurin çözeltisi

100 mg Rezazurin 100 ml saf su içerisinde çözündürülmüştür.

Redüksiyon çözeltisi

2 ml 1.0 N (Normal) NaOH + 285 mg Na₂S.7H₂O + 47.5 ml saf su içerisinde çözündürülmüş, bu çözelti rumen sıvısı alınmadan hemen önce hazırlanmış ve taze olarak kullanılmıştır. Yukarıdaki hazırlanan çözeltiler aşağıda belirtildiği sırada ve miktarda karıştırılarak hazır hale getirilmiştir.

- 474 ml saf su,
- 237 ml makro mineral çözeltisi,
- 0,12 ml mikro mineral çözeltisi,
- 1,22 ml resazurin çözeltisi
- 237 ml tampon çözeltisi,
- 47,5 ml redüksiyon çözeltisi

Metabolik enerji (ME), Net enerji laktasyon (NEL) ve organik madde sindirim derecesinin (OMSD) belirlenmesi

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 (OMSD) Menke and Steingass (1988) tarafından bildirilen yöntemle göre aşağıdaki eşitlik kullanılarak saptanmıştır.

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

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

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

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 sindirim parametrelerinin belirlenmesi

Deneme gruplarına ait gerçek sindirim derecesi (GSD) (%), taksimat faktörü (TF) (mg/ml), mikrobiyal kütle (MK) (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.

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

$$TF = (GSKM / \text{Gaz Üretimi})$$

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

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

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

Gerçek kuru madde (IVGKMS), NDF (IVNDFS) ve organik madde sindirilebilirlik (IVGOMS) değerlerinin belirlenmesi

Süt sığırtı TMR gruplarında *in vitro* 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 kurumadde, NDFs ve organik madde sindirilebilirlik düzeyleri saptanmıştır.

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

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

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

Burada; D1: F57 süzgeç torbalarının darası, D2: örneğin kuru ağırlığı, D3: İnkübasyon sonunda kalan örnek miktarı, D4: Ankom 200/220 selüloz tayin 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

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)'in metoduna göre deneme gruplarının TUYA içerikleri saptanmıştır. Örneklerle 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 ve ark (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 alınıp üzerine %40'luk NaOH eklenmiş ve karışım destilasyon düzeneğine yerleştirilmiştir. Destilasyon işleminden sonra 1/70 normallik H₂SO₄ ile titre edilip harcanan H₂SO₄ miktarından faydalanılarak NH₃-N değeri hesaplanmıştır.

NH₃ Azotu konsantrasyonu (mg/dL): $A \times 0.2 \times 1000/B$

A: Titrasyonda harcanan asit miktarı(ml)- kör deneme için harcanan asit miktarı

B: Kullanılan rumen sıvısı miktarı

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).

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Farklı Ekstraksiyon Yöntemlerinin Rumen Fermentasyon Parametreleri ve Gaz Üretimi Üzerine Etkileri

Deneme gruplarına ait 24 saatlik *in vitro* gaz (GÜ) ve metan üretim değerleri, tahminlenen parametreler ile rumen sıvısında saptanan TUYA ve NH₃-N içerikleri Tablo 8’de verilmiştir. Söz konusu parametrelerden GÜ, ME, NE_L 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 NE_L içerikleri kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Yemlerin *in vitro* metan üretim oranları %17.66-18.04 arasında değişmiş ancak gruplar arasındaki fark önemli olmamıştır (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 3. Farklı Ekstraksiyon Yöntemleriyle Elde Edilen Tarhun Ekstraktlarının Süt Sığırtı TMR'lerinde *In Vitro* Gaz ve Metan Üretimi Üzerine Etkileri

Gruplar	GÜ (ml/200 mg KM)	Metan (%)	Metan (ml)	ME (Mj/kg KM)	NE _L (Mj/kg KM)	OMSD (%)	TUYA (mmol/l)	NH ₃ (mg/l)
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 önemlidir (p<0.05).

GÜ: 24 saatlik *in vitro* gaz üretimi, ME: Metabolik Enerji, NE_L: 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 sonuçları diğer aromatik bitki ekstraktlarının kullanıldığı araştırma bulgularıyla tartışılmıştır.

Gaz üretimi (GÜ) değerleri bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P = 0.009$). En yüksek gaz üretimi 54.10 ml ile aseton grubunda gözlemlenirken, en düşük gaz üretimi 50.86 ml ile kontrol grubunda olmuştur. Asetonun en yüksek gaz üretimi sağlaması, tarhunun içerdiği fitokimyasalların rumen mikroorganizmaları tarafından daha iyi fermente edilmesini desteklediğini göstermektedir (Jayanegara *et al.*, 2020). Benzer şekilde, bitkisel ekstraktların fermantasyon üzerindeki etkilerinin, ruminant beslemede önemli olduğu bildirilmiştir (Goel *and* Makkar, 2012).

Metan oranları bakımından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($P = 0.848$). Ancak, metan miktarının en yüksek olduğu gruplar 9.59 ml ile metanol ve aseton grupları olurken, en düşük metan miktarı 9.00 ml ile kontrol grubunda tespit edilmiştir. Bu sonuç, bazı organik çözücülerle muamelenin metan üretimini artırabileceğini göstermektedir (Patra *and* Saxena, 2011). Ancak, bu artışın önemsiz düzeyde olması, tarhun ekstraktının metan baskılama etkisinin sınırlı olabileceğini göstermektedir (Kim *et al.*, 2015).

Metabolik enerji (ME) ve net enerji laktasyon (NE_L) değerleri bakımından gruplar arasında önemli fark bulunmuştur ($P = 0.010$ ve $P = 0.009$). En yüksek ME değeri 9.51 Mj/kg KM ile aseton grubunda olurken, en düşük değer 9.05 Mj/kg KM ile kontrol grubunda gözlenmiştir. Benzer şekilde, NE_L değerleri de kontrol grubunda en düşük (5.37 Mj/kg KM), aseton grubunda ise en yüksek (5.71 Mj/kg KM) olmuştur. Bu bulgular, organik çözücülerle ekstrakte edilen fitokimyasalların fermantasyon verimliliğini artırabileceğini göstermektedir (Bodas *et al.*, 2012).

Organik madde sindirim derecesi (OMSD) değerleri arasında anlamlı fark bulunmuştur ($P = 0.009$). En yüksek OMS oranı 66.69% ile aseton grubunda gözlemlenirken, en 63.81% ile kontrol grubunda bulunmuştur. OMSD'nin yüksek olması, çözücülerle ekstrakte edilen biyoaktif bileşenlerin yem sindirilebilirliğini artırdığını göstermektedir (Benchaar *and* Greathead, 2011).

Toplam uçucu yağ asitleri (TUYA) bakımından meydana gelen farklılıklar önemli olmamıştır ($P = 0.367$). En yüksek TUYA 152.03 mmol/l ile etanol grubunda bulunmuştur. Farklı çözücülerin fermantasyonu farklı yönlerde etkileyerek uçucu yağ asidi profillerinde değişikliğe neden olabileceği Calsamiglia *et al.* (2008) tarafından da rapor edilmiştir.

Amonyak azotu (NH_3-N) değerleri arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($P < 0.01$). En yüksek NH_3-N miktarı 576.0 mg/l ile etanol grubunda olurken, diğer gruplarda daha düşük seviyelerde saptanmıştır. NH_3-N seviyesinin yüksek olması, protein yıkımının arttığını ve mikroorganizmalar tarafından kullanılmayan azotun daha fazla serbest bırakıldığını göstermektedir (Van Soest, 1994). Amonyak seviyeleri üzerine bitkisel ekstraktların etkileri,

özellikle anti-bakteriyel ve protein metabolizmasını etkileyen bileşenlerle ilişkilendirilmiştir (Alexander *et al.*, 2008).

Tablo 4. Süt Sığırı TMR'lerinde *In Vitro* Sindirim Parametrelerine Ait Ortalama Değerler

Gruplar	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 önemlidir ($p < 0.05$). SEM: standart hata oranı, GSKM: Gerçek sindirilebilir kuru madde, TF: Taksimat faktörü, MK: Mikrobiyal kazanım, MPSE: Mikrobiyal protein sentezleme etkinliği, GSD: Gerçek sindirim derecesi,

Gerçek sindirilebilir kuru madde (GSKM) değerleri incelendiğinde, en yüksek değer 328.50 mg ile etanol grubunda, en düşük değerin ise 321.33 mg ile kontrol grubunda olduğu görülmüştür ($P < 0.001$). Etanol ve metanol gruplarında daha yüksek GSKM değerlerinin elde edilmesi, bu çözücülerle ekstrakte edilen biyoaktif bileşenlerin sindirilebilirliği iyileştirme potansiyeline işaret etmektedir (Kim *et al.*, 2012). Benzer şekilde, bitkisel ekstraktların sindirim üzerindeki olumlu etkileri daha önce de bildirilmiştir (Patra *and* Saxena, 2011).

Taksimat Faktörü (TF) değerleri açısından gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Kontrol, etanol, metanol ve saf su gruplarında TF değerleri 2.78 - 2.82 mg/ml arasında değişmekteyken, en düşük değer 2.71 mg/ml ile aseton grubunda belirlenmiştir. TF değerlerinin düşmesi, mikrobiyal aktivitenin azaldığını göstermektedir (Benchaar *and* Greathead, 2011).

Kontrol (70.53 mg), saf su (70.67 mg) ve etanol (69.63 mg) grupları yüksek mikrobiyal kütle (MK) değerlerine sahip olurken en düşük MK değeri aseton (59.92 mg) grubunda bulunmuştur ($P < 0.01$). Mikrobiyal kütlenin azalması, rumen mikrofloralarının fermentasyon etkinliğini baskılayabilecek biyoaktif bileşenlerin varlığının bir sonucu olabilir (Goel *and* Makkar, 2012).

Mikrobiyal protein sentezleme etkinliği (MPSE) değerleri bakımından gruplar arasında önemli fark görülmüştür ($P < 0.05$). En yüksek MPSE değeri %21.94 ve %21.83 ile kontrol ve saf su grubunda, en düşük MPSE değeri ise %17.70 ile aseton grubunda saptanmıştır. Mikrobiyal protein sentezi, rumen mikroorganizmalarının aktivitesine bağlı olduğu için, bazı

ekstraktlardaki fitokimyasalların mikroorganizmalar üzerinde baskılayıcı etkisinin olabileceği düşünülmektedir (Wang et al., 2013).

Gerçek sindirim derecesi (GSD) değerleri bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.01$). GSD değeri etanol ve metanol gruplarında diğer gruplara göre daha yüksek olmuştur. Bu durum, etanol ile elde edilen ekstraktların sindirilebilirlik üzerinde olumlu etkiler sağladığını göstermektedir (Bodas *et al.*, 2012).

Tablo 5. Deneme Gruplarının 48 Saatlik Daisy Sindirim Parametrelerine Ait Ortalama Değerler

Gruplar	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 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 farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.01$). 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 keçi boynuzu ve akasya gibi bitkilerin NDF sindirimi üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bunun nedeni, bu 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 (*Artemisia absinthium*) gibi bitkisel ekstraktların organik madde sindirimini artırdığını rapor ederek yüksek tanen ve saponinin sindirimi azaltabileceğine atıfta bulunmuşlardır. Bu sonuçlar, bazı bitkisel ekstraktların rumen mikroflorasına doğrudan veya dolaylı etkileri nedeniyle farklı sindirilebilirlik değerlerine neden olabileceğini göstermektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Mevcut çalışmayla, farklı ekstraksiyon yöntemleriyle elde edilen tarhun (*Artemisia dracunculus*) ekstraktlarının *in vitro* rumen sindirim parametreleri üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Bulgular, kullanılan çözücüler arasında sindirilebilirlik ve fermentatif parametreler açısından farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Etanol ile elde edilen tarhun ekstraktı, en yüksek *in vitro* gerçek kuru madde sindirimi (IVGKMS) ve *in vitro* gerçek NDF sindirimi (IVGNDFS) değerlerine sahip olmuştur. Bununla birlikte, asetonla ekstrakte edilen tarhun örnekleri en düşük IVGNDFS değerine sahip olmuştur. Metan üretimi açısından farklı ekstraksiyon metodları arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Ancak, etanol ve metanol ekstraktlarının belirli bitkisel bileşenler nedeniyle metanojenik mikroorganizmalar üzerinde baskılayıcı etkilere sahip olabileceği düşünülmüştür. Amonyak azotu (NH₃-N) konsantrasyonu en yüksek etanol ekstraktı grubunda bulunmuştur. Bu durum, protein yıkımının hızlandığını ve rumen mikroorganizmaları tarafından daha fazla amonyak üretildiğine işaret etmektedir. Mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlar, bitkisel ekstraktların rumen fermentasyonuna olan etkilerinin ekstraksiyon yöntemi ve içerdiği biyoaktif bileşenlere bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Sonuç olarak, bitkisel ekstraktların rumen mikroflorası üzerindeki uzun vadeli etkilerini ve hayvan performansına olan katkılarını daha detaylı olarak inceleyen daha fazla araştırma yapılması gerektiği kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abd'quadri-Abojukoro, A. N., & Nsahlai, I. V. (2023). Evaluating the effects of some selected medicinal plant extracts on feed degradability, microbial protein yield, and total gas production *in vitro*. *Animals*, 13(4), 702.
- Akgül, A., Bayrak, A., Doğan, A., 1986. Doğa D2 10, 314
- Alexander, G., Singh, B., Sahoo, A., & Bhat, T. K. (2008). In vitro screening of plant extracts to enhance the efficiency of utilization of energy and nitrogen in ruminant diets. *Animal Feed Science and Technology*, 145(1-4), 229-244.
- AOAC., 1990. Official method of analysis. Association of Official Analytical Chemists, 15th
- Attokaran, M., 2011. Natural Food Flavors and Colorants Blackwell Publishing Ltd. and Institute of Food Technologists. ISBN: 978-0-813-82110-8.
- Bay, C. (2022). Ruminant rasyonlarında kullanılan bazı kabayemlere yem katkı maddesi olarak tarhun (*Artemisia dracunculus*) ilavesinin in vitro gaz ve metan üretimi ile bazı rumen parametreleri üzerine etkisi [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi].
- Benchaar, C., & Greathead, H. (2011). Essential oils and opportunities to mitigate enteric methane emissions from ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 166, 338-355.
- Blümmel, M., Steingass, 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, F. J., & López, S. (2012). Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secondary metabolites. *Animal Feed Science and Technology*, 176(1-4), 78-93.
- Broudiscou, L. P., Papon, Y., & Broudiscou, A. F. (2002). Effects of dry plant extracts on feed degradation and the production of rumen microbial biomass in a dual outflow fermenter. *Animal Feed Science and Technology*, 101(1-4), 183-189.
- Calsamiglia, S., Ferret, A., Reynolds, C. K., Kristensen, N. B., & Van Vuuren, A. M. (2008). Strategies for optimizing nitrogen use by ruminants. *Animal*, 2(8), 1188-1203.
- Ceylan, A., 1989. Tıbbi Bitkiler II. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yay. No: 481, Bornova İzmir, s.: 1,4, 12, 14.
- Dugmore, T. J. (1995). The evaluation of selected energy prediction equations for dairy cow rations. *South African Journal of Animal Science*, 25(2), 48-51. <https://www.sasas.co.za/journal/south-african-journal-of-animal-science>
- Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11(1), 1-42.
- ed. s.66-88. Washington, DC, USA.
- Elghandour, M. M. M. Y., Kholif, A. E., Bastida, A. Z., Martínez, D. L. P., & Salem, A. Z. M. (2015). In vitro gas production of five rations of different maize silage and concentrate ratios influenced by increasing levels of chemically characterized extract of *Salix babylonica*. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 39(2), 186-194.

- Erten, K., Coskuntuna, L., & Koc, F. (2023). Toplam karışım rasyonuna bitki ekstraktları katkısının *in vitro* gaz üretim parametreleri üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 60(2), 317-329.
- Goel, G., & Makkar, H. P. (2012). Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins. *Tropical Animal Health and Production*, 44, 729-739.
- 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.
- Hirsch, K. J., 1985. Habitat Type Classification of Grasslands and Shrublands of Southwestern North Dakota. Fargo, ND. North Dakota State University, 281.
- Ibrahim, T. A. (2023). Effect of extraction solvents and encapsulation on the efficacy of certain medicinal plant extracts to inhibit enteric methane emission (Doctoral dissertation, University of Pretoria).
- Ibrahim, T. A., Hassen, A., & Apostolides, Z. (2022). The antimethanogenic potentials of plant extracts: Their yields and phytochemical compositions as affected by extractive solvents. *Plants*, 11(23), 3296.
- Jayanegara, A., Yogianto, Y., Wina, E., Sudarman, A., Kondo, M., Obitsu, T., & Kreuzer, M. (2020). Combination effects of plant extracts rich in tannins and saponins as feed additives for mitigating *in vitro* ruminal methane and ammonia formation. *Animals*, 10(9), 1531
- Kılıç, Ü., & Abdiwali, M. (2016). Effects of different levels of dietary protein on growth performance and carcass characteristics of Saanen kids. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 40(6), 763-769.
- Kim, E. T., Kim, C. H., Min, K. S., & Lee, S. S. (2012). Effects of plant extracts on microbial population, methane emission and ruminal fermentation characteristics in *in vitro*. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 25(6), 806.
- Kim, E. T., Lee, S. J., Lee, S. M., Lee, S. S., Lee, I. D., Lee, S. K., & Lee, S. S. (2015). Effects of flavonoid-rich plant extracts on *in vitro* ruminal methanogenesis, microbial populations and fermentation characteristics. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28(4), 530.
- Kutlu, H. R. (2008). Yemlerin kimyasal analizi. *Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Ders Notları*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Lavrenov, V.K., Lavrenov, G. V., 1999. A Complete Encyclopedia of Medicinal Plants, St. Petersburg, Olma-Press, Moscow Vol. 2, Neva.
- Markham, R. (1942). A steam distillation apparatus suitable for micro-Kjeldahl analysis. *Biochemical Journal*, 36(10-12), 790.
- Menke, K. H., & Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28, 7-55.
- National Research Council, Committee on Animal Nutrition, & Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition. (2001). Nutrient requirements of dairy cattle: 2001. National Academies Press.
- Nuraliev, Y., 1991. Medical plants. Healing properties of fruit and vegetables Lekarstvennyie Rasteniya. Tselebnyie Svoystva Fruktov I Ovoshchey, Novgorod, IKPA.

- Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., Church, J. A., Clarke, L., Dahe, Q., & Dasgupta, P. (2014). Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Ipcc.
- Parejo, I., Viladomat, F., Bastida, J., Rosas-Romero, A., Flerlage, N., Burillo, J., Codina, C., 2002. Comparison Between The Radical Scavenging Activity and Antioxidant Activity of Six Distilled and Nondistilled Mediterranean Herbs and Aromatic Plants. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 50 (23), 6882– 6890.
- Parra-Garcia, A., Elghandour, M. M. M. Y., Greiner, R., Barbabosa-Pliego, A., Camacho-Diaz, L. M., & Salem, A. Z. M. (2019). Effects of Moringa oleifera leaf extract on ruminal methane and carbon dioxide production and fermentation kinetics in a steer model. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 15333-15344.
- 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., & Agarwal, N. (2006, July). Effect of spices on rumen fermentation, methanogenesis and protozoa counts in *in vitro* gas production test. In *International Congress Series* (Vol. 1293, pp. 176-179). Elsevier.
- Reineccius, G., 1995 The flavorist. In: *Source Book of Flavors*. Springer, Boston, MA .pp 691-712.
- Selçuk, B., & Kamalak, A. (2022). Biberiye Yaprığı Ekstraktının Yonca Otunun Rumen Fermentasyonu, Metan ve Mikrobiyal Protein Üretimine Etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 25(3), 623-628.
- Selçuk, B., Bakır, T., Kaya, A., & Başer, A. (2022). Yonca kuru otuna (Medicago sativa) atık kahve ekstraktı ilavesinin antimetanojenik etkisinin *in vitro* gaz üretim metoduyla belirlenmesi. *Muş Alparslan University Journal of Agriculture and Nature*, 2(2), 77-82.
- Simon, J. E., Chadwick, A. F., & Craker, L. E., 1984. Herbs, an Indexed Bibliography, 1971-1980. Elsevier.
- Smitha, G. R., Varghese, T. S. and Manivel, P., 2014. Cultivation of Artemisia (Artemisia annua Linn.). ICAR Directorate of Medicinal and Aromatic Plants Research, Boriavi, Anand, 9-10.
- Sommai, S., Cherdthong, A., Suntara, C., So, S., Wanapat, M., & Polyorach, S. (2021). *In vitro* fermentation characteristics and methane mitigation responded to flavonoid extract levels from Alternanthera sissoo and dietary ratios. *Fermentation*, 7(3), 109.
- Tekeli, A., Çelik, L., & Kutlu, H. R. (2007). Plant extracts; a new rumen moderator in ruminant diets. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1), 71-79.
- Thitme H., Thi-Tam., 1972. *Nguyen, Pharmazie*, 27 (5), 324 – 331.
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell university press.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597.
- Wahyuni, S., Prasetyono, B. W. H. E., Satrija, F., & Jayanegara, A. (2024). Ruminal fermentation characteristics and methane emissions with the addition of Cassia spp. extract to a total mixed ration based on corn stover. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 12(1), 2024006-2024006.

- Wang, D., Huang, J., Zhang, Z., Tian, X., Huang, H., Yu, Y., ... & Huang, R. (2013). Influences of *Portulaca oleracea* extracts on *in vitro* methane emissions and rumen fermentation of forage. *J. Food Agric. Environ*, 11, 483-488
- Yaichibe, T., Masanori, K. ve Kenichi, A. 1997. Morphological Characters and Essential Oil İn *Artemisia dracunculus* (French Tarragon) and *Artemisia dracuncloides* (Russian Tarragon). 41 (4), 229–238
- Yavuz, S. (2021). *Bazı ağaç yapraklarının ve ekstraktlarının in-vitro gaz üretim yöntemiyle anti-metanojenik etkilerinin belirlenmesi* (Doktora tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yılmaz, Ö., Kaban, G., Kaya, M., 2019. Tarhun ve Kişniş Tohumunun Uçucu Yağ Bileşenleri. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 2 (1), 20-20.
- 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.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Hasan ÖZSAYGIN
Doğum tarihi:	
Doğum Yeri:	
Uyruğu:	
Adres:	
Tel:	
E-mail:	
Eğitim	
Lise:	Erzurum Yıldızkent Nafiz Bey M.T.A.L
Lisans:	Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Zootečni
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
1. TÜRKİYE FAAL FUTBOL HAKEMLERİ VE GÖZLEMCİLERİ DERNEĞİ ERZURUM ŞUBESİ	
2. ERZURUM ZOOTEKNİ DERNEĞİ	
Tezden Üretilmiş Yayınlar	
1. Farklı Ekstraksiyon Metodlarıyla Elde Edilen Tarhun Ekstraktının Süt Sığırtı TMR'lerinde İn Vitro Gaz ve Metan Üretimi ile Tahminlenen Parametreler Üzerine Etkisi	