

**BAZI DİKENLİ BİTKİLERİN *IN VITRO* GAZ
ÜRETİM TEKİNİĞİ İLE YEM DEĞERLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Yazan S. M. IZZEDDİN

Danışman: Prof. Dr. Adem KAYA

Yüksek Lisans Tezi

Zootekni Ana Bilim Dalı

2026

(Her hakkı saklıdır.)

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

**BAZI DİKENLİ BİTKİLERİN *IN VITRO* GAZ ÜRETİM TEKNİĞİ İLE YEM
DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ**

(Determination of the Feed Values of Some Thorny Plants Using the *In Vitro* Gas Production
Technique)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yazan S. M. IZZEDDİN

Danışman: Prof. Dr. Adem KAYA

Erzurum
Ağustos, 2026

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Yazan S. M. IZZEDDİN tarafından hazırlanan “ *Bazı Dikenli Bitkilerin In Vitro Gaz Üretim Tekniği İle Yem Değerlerinin Belirlenmesi*” başlıklı çalışması 21/08/2026 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*

Danışman: *Prof.Dr. Adem KAYA*

Jüri Üyesi: *Dr.Öğr.Üyesi Sıraç YAVUZ*

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

Prof. Dr. Alper NUHOĞLU
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Yüksek Lisans Tezi olarak Prof.Dr. Adem KAYA danışmanlığında sunulan “BAZI DİKENLİ BİTKİLERİN IN VITRO GAZ ÜRETİM TEKNİĞİ İLE YEM DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ” 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	3	30
Kuramsal Temeller	7	30
Materyal ve Metot	26	35
Araştırma Bulguları ve Tartışma	8	20
Sonuçlar	4	20
Tezin Geneli	18	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
Yazan S. M. IZZEDDIN	Prof.Dr. Adem KAYA
3.8.2026	3.8.2026
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 eğitimim süresince ve tez çalışmamın her aşamasında engin bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren, değerli zamanını ayırarak çalışmamın bilimsel bir temele oturmasında en büyük katkıyı sağlayan kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Adem KAYA'ya en içten saygı ve şükranlarımı sunarım.

Araştırmanın laboratuvar analizleri aşamasında yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Arş. Gör. Ali KAYA'ya ve Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü'ne teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatımın her anında olduğu gibi bu zorlu ve meşakkatli süreçte de maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, sabır ve anlayışlarıyla en büyük motivasyon kaynağım olan sevgili aileme sonsuz teşekkür ederim.

Yazan S. M. IZZEDDİN

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI DİKENLİ BİTKİLERİN *IN VITRO* GAZ ÜRETİM TEKNİĞİ İLE YEM DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ

Yazan S. M. IZZEDDİN

Danışman: Prof. Dr. Adem KAYA

Amaç: Erzurum meralarında doğal olarak yetişen Güneş Dikeni (*Centaurea solstitialis*), Kangal Dikeni (*Onopordum acanthium*), Deve Dikeni (*Silybum marianum*) ve Tüysüz Mavi Dünya (*Echinops ritro*) bitkilerinin yem değerlerini belirlemek amacıyla yürütülen çalışmada, söz konusu bitkilerin kimyasal kompozisyonları, *in vitro* gaz ve metan üretimleri, sindirilebilirlik parametreleri ve yem kalite indeksleri (NYD, NYK) saptanarak kaba yem kıtlığı yaşanan dönemlerde ruminant beslemede alternatif bir kaynak olarak kullanılabilirliklerinin araştırılması hedeflenmiştir.

Yöntem: Dikenli bitki örnekleri, çiçeklenme döneminde Erzurum meralarından toplanıp gölgede kurutulduktan sonra analizler için hazırlanmıştır. Yemlerin kuru madde (KM), ham kül (HK), ham protein (HP), ham yağ (HY), nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve asit deterjanda çözünmeyen lignin (ADL) içerikleri belirlenmiştir. Yem değerlerinin saptanması için Hohenheim *in vitro* gaz üretim tekniği ve Ankom Daisy inkübatör sistemi kullanılmıştır. Elde edilen verilerle metabolik enerji (ME), net enerji laktasyon (NE_L), organik madde sindirimi (OMS), gerçek sindirilebilir kuru madde (GSKM), mikrobiyal protein üretimi (MPÜ), nispi yem değeri (NYD) ve nispi yem kalitesi (NYK) gibi parametreler hesaplanmıştır. Verilerin istatistik analizi varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi ile yapılmıştır.

Bulgular: Bitkiler arasında kimyasal kompozisyon bakımından önemli farklılıklar saptanmıştır (P<0.05). HP oranları %12,67 (Tüz Mavi Dünya) ile %13,94 (Güneş Dikeni) arasında değişmiştir. En düşük ADF (%35,76) ve ADL (%23,68) değerleri sırasıyla Deve Dikeni ve Tüysüz Mavi Dünya’da tespit edilmiştir. 24 saatlik *in vitro* gaz üretimi (GÜ) en yüksek Tüysüz Mavi Dünya (40,67 ml/0,2g KM)’da, en düşük Güneş Dikeni’nde (34,82 ml/0,2g KM) olmuştur. ME ve NE_L değerleri sırasıyla 7,74-8,47 MJ/Kg KM ve 4,42-4,94 MJ/Kg KM aralığında değişmiştir. En yüksek OMS değeri, Kangal Dikenin’de (%64) bulunmuştur. NYK değeri en yüksek Deve Dikeni’nde (128.42) belirlenmiştir.

Sonuç: Sonuç olarak, araştırma kapsamında incelenen dikenli bitkilerin besin madde içerikleri ve *in vitro* parametrelerle belirlenen yem değerleri dikkate alındığında kaba yemin yeterince temin edilemediği, azaldığı veya kısıtlı miktarlarda üretildiği dönemlerde Tüysüz Mavi Dünya ve Deve Dikeni bitkilerinin ruminant beslemede kaba yemlere alternatif olarak kullanılabileceği kanaatine varılmıştır. Bununla birlikte, bu bitkilerin hayvan performansı üzerindeki net etkilerini belirlemek amacıyla *in vivo* çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dikenli bitkiler, yem değeri, *in vitro* gaz üretimi, nispi yem kalitesi, ruminant besleme.

Temmuz 2026, 62 sayfa

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

DETERMINATION OF FEED VALUE OF SOME THORNY PLANTS USING *IN VITRO* GAS PRODUCTION TECHNIQUE

Yazan S. M. IZZEDDIN

Supervisor: Prof. Dr. Adem KAYA

Purpose: This study was conducted to determine the feed values of Spiny plants like Yellow Star-thistle (*Centaurea solstitialis*), Scotch Thistle (*Onopordum acanthium*), Milk Thistle (*Silybum marianum*), and Globe Thistle (*Echinops ritro*) growing naturally in the pastures of Erzurum. This study aimed to determine the chemical compositions, *in vitro* gas and methane productions, digestibility parameters, and forage quality indices (RFV, RFQ) of these plants, and to investigate their usability as an alternative source in ruminant nutrition during periods of forage shortage.

Method: The spiny plant samples were collected from the rangelands of Erzurum during the flowering period, and prepared for analysis after being shade-dried. In present study, the dry matter (DM), crude ash (CA), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), and acid detergent lignin (ADL) contents of the feeds were determined. The Hohenheim *in vitro* gas production technique and the Ankom Daisy incubator system were used to evaluate feed values. Based on the obtained data, parameters such as metabolizable energy (ME), net energy lactation (NE_L), organic matter digestibility (OMD), true digestible dry matter (TDDM), microbial protein production (MPP), relative feed value (RFV), and relative feed quality (RFQ) were calculated in present study. Statistic analysis of the data was performed using analysis of variance (ANOVA) and Duncan's multiple comparison test.

Results: Significant differences were detected in terms of the chemical composition among the plants ($P < 0.05$). Crude protein (CP) contents of plants ranged from 12.67% (Globe thistle) to 13.94% (Yellow Star-thistle). The lowest ADF (35.76%) and ADL (23.68%) values were determined in Milk thistle and Globe thistle, respectively. The 24-hour *in vitro* gas production (GP) was highest in Globe thistle (40.67 mL/0.2 g DM) and lowest in Yellow Star-thistle (34.82 mL/0.2 g DM). Metabolizable energy (ME) and net energy lactation (NEL) values ranged from 7.74 to 8.47 MJ/kg DM and 4.42 to 4.94 MJ/kg DM, respectively. The organic matter digestibility (OMD) value was highest in Scotch thistle. The relative feed quality (RFQ) value was highest in Milk thistle (128.42).

Conclusion: As a result, considering the chemical composition and feed value parameters determined by *in vitro* techniques, it was concluded that globe thistle and milk thistle can be used as alternative roughage sources in ruminant feeding during periods when the availability of conventional roughage is insufficient, reduced, or limited. However, it is recommended that *in vivo* studies be conducted to determine the net effects of these plants on ruminant animal performance.

Keywords: Spiny plants, feed value, *in vitro* gas production, relative forage quality, ruminant nutrition

July 2026, 62 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
KURAMSAL TEMELLER.....	5
MATERYAL ve METOT	11
Materyal	11
Yem materyali.....	11
Kangal diken (Onopordum acanthium L.).....	11
Güneş diken (Centaurea solstitialis L.)	12
Deve diken (Silybum marianum L.).....	13
Tüysüz mavi dünya (Echinops ritro L.).....	14
Hayvan Materyali ve Rumen Sıvısı	15
Metod	15
Kuru madde ve ham kül analizi	16
Ham kül analizi	17
Ham protein analizi (Kjeldahl yöntemi)	17
Destilasyon aşaması	18
Titrasyon aşaması.....	19
Ham yağ analizi.....	19
Asit deterjan fiber (ADF) tayini (%).....	20
Nötr deterjan fiber (NDF) tayini (%)	21
Asit deterjan lignin (ADL) tayini	22
In Vitro gaz üretim tekniği	23
Makro element çözeltisi	24

İz element çözeltisi.....	24
Tampon çözeltisi	24
Rezazurin çözeltisi	24
Redüksiyon çözeltisi	24
Metabolik enerji (ME), Net enerji laktasyon (NEL) ve organik madde sindirim derecesinin (OMSD) belirlenmesi.....	25
Deneme gruplarına ait sindirim parametrelerinin belirlenmesi	25
Gerçek kuru madde (IVGKMS), NDF (IVNDFS) ve organik madde sindirilebilirlik (IVGOMS) değerlerinin belirlenmesi	26
Rumen sıvısı parametrelerinin belirlenmesi.....	26
Nispi Yem Değeri ve Kalitesinin Belirlenmesi.....	27
İstatistik Analizler	27
ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	28
Dikenli Bitkilerin Kimyasal Kompozisyonları	28
Dikenli Bitkilerin In Vitro Gaz, Enerji ve Sindirim Parametreleri	32
Dikenli Bitkilerin <i>In Vitro</i> Sindirim Parametreleri	35
Dikenli Bitkilerin Daisy Sindirim ve Yem Kalite Parametreleri	38
SONUÇ VE ÖNERİLER	41
KAYNAKLAR.....	43
ÖZGEÇMİŞ.....	49

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Bazı Dikenli Bitkilerin Kimyasal Kompozisyonları (% KM'de)	28
Tablo 2. Bazı Dikenli Bitkilerin <i>in vitro</i> Gaz, Enerji ve Sindirim Parametreleri	32
Tablo 3. Bazı Dikenli Bitkilerin <i>in vitro</i> Sindirim Parametreleri	36
Tablo 4. Bazı dikenli bitkilerin daisy sindirim ve yem kalite parametreleri	38

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Kangal dikenli bitkisinin görüntüsü	12
Şekil 2. Güneş dikenli bitkisinin görünümü	13
Şekil 3. Deve dikenli bitkisinin görünümü	14
Şekil 4. Tüysüz mavi dünya bitkisinin görünümü	15
Şekil 5. Toplanan bitkilerin laboratuvarında değirmende öğütülmesi	16
Şekil 6. Yem analiz laboratuvarında kullanılan etüv cihazı	16
Şekil 7. Ham kül analizlerinde kullanılan kül fırını cihazı	17
Şekil 8. Azot tayininde kullanılan yakma ünitesi	18
Şekil 9. Azot tayininde kullanılan destilasyon ünitesi	18
Şekil 10. Azot tayininde kullanılan titrasyon ünitesi	19
Şekil 11. Ham yağ analizlerinde kullanılan soxhlet cihazı	20
Şekil 12. Ankom NDF/ADF cihazı	21
Şekil 13. Yem örneklerinin cam şırıngalara tartılması	23
Şekil 14. Yem örneklerinin rumen sıvısı ile birlikte inkübasyona tabi tutulması	24

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

ADF	: Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif
ADL	: Asit Deterjan Lignin
BBHB	: Büyükbaş Hayvan Birimi
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
KMS	: Kuru Madde Sindirimi
KMT	: Kuru Madde Tüketimi
ME	: Metabolik Enerji
mg	: Miligram
ml	: Mililitre
MPSE	: Mikrobiyal Protein Sentezleme Etkinliği
NDF	: Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif
NE_L	: Net Enerji Laktasyon
NH₃-N	: Amonyak Azotu
NYD	: Nispi Yem Değeri
NYK	: Nispi Yem Kalitesi
OMS	: Organik Madde Sindirim
OMSD	: Organik Madde Sindirim Derecesi
TF	: Taksimat Faktörü
TSBM	: Toplam Sindirilebilir Besin Maddeleri

TUYA : Toplam Uçucu Yağ Asidi
UYA : Uçucu Yağ Asitleri

GİRİŞ

Tarım ve hayvancılık sektörü, ülkelerin ekonomik yapısında, gıda güvenliğinin sağlanmasında ve kırsal kalkınmanın sürdürülebilirliğinde stratejik bir öneme sahiptir. Hayvancılık faaliyetleri içerisinde ruminant yetiştiriciliği, insan beslenmesinde doğrudan değerlendirilemeyen selülozik materyalleri biyolojik değeri yüksek olan et ve süt gibi ürünlere dönüştürebilmesi nedeniyle özel bir yere sahiptir. Ruminantların bu özelliği, kaba yem kaynaklarının hayvansal üretimdeki önemini artırmakta ve kaliteli kaba yem teminini sürdürülebilir hayvancılığın temel unsurlarından biri haline getirmektedir (Cevger ve Günlü, 2024; Yılmaz, 2021).

Türkiye’de hayvancılığın sürdürülebilirliği önündeki en önemli sorunlardan biri yem maliyetlerinin yüksekliğidir. Hayvansal üretimde toplam giderlerin önemli bir bölümünü yem masrafları (%65-70) oluşturmakta, bu durum özellikle kaliteli kaba yem açığının bulunduğu dönemlerde üreticiler üzerinde ciddi bir ekonomik baskı meydana getirmektedir (Arslan ve Erdurmuş, 2012; Kaplan vd., 2016). Kaba yemler, ruminantlarda rumen fonksiyonlarının düzenlenmesi, çiğneme ve tükürük salgısının uyarılması, rumen pH’sının dengelenmesi ve yaşama ile verim payı ihtiyaçlarının ekonomik şekilde karşılanması bakımından rasyonların temel bileşenleri arasında yer almaktadır (Saruhan and Demirel, 2018; Temel vd., 2024). Bu nedenle kaliteli, ekonomik ve sürdürülebilir kaba yem kaynaklarının belirlenmesi, ruminant yetiştiriciliğinde verimlilik ve kârlılık açısından büyük önem taşımaktadır.

Ülkemizde kaba yem üretimi başlıca doğal çayır-meralar ve yem bitkileri tarımından sağlanmaktadır. Ancak uzun yıllardır devam eden erken, aşırı ve kontrolsüz otlatma faaliyetleri doğal meraların botanik kompozisyonunu bozup arzu edilen yem bitkilerinin oranını azaltarak verim potansiyelini düşürmüştür (Temel ve Kır, 2015; Ünal vd., 2012). Yem bitkileri ekim alanlarının toplam tarım alanları içindeki payının sınırlı kalması da kaliteli kaba yem üretimini kısıtlayan önemli faktörlerden biridir (Yavuz vd., 2020). Nitekim Türkiye’de hayvan varlığına göre hesaplanan kaba yem ihtiyacının mevcut kaliteli kaba yem üretimiyle tam olarak karşılanamadığı, özellikle verim payı dikkate alındığında kaba yem açığının daha da belirgin hale geldiği bildirilmektedir (Özkan vd., 2025). Bu açık, çoğu zaman besin değeri düşük sap, saman ve anız gibi tarımsal artıklarla ya da maliyeti yüksek kesif yemlerle kapatılmaya çalışılmaktadır. Bu durum, hem rasyon maliyetlerini artırmakta hem de hayvansal üretimin

ekonomik sürdürülebilirliğini olumsuz etkilemektedir (Arslan ve Erdurmuş, 2012; Yavuz vd., 2020).

Kaba yem açığının azaltılması ve yem maliyetlerinin düşürülmesi amacıyla alternatif yem kaynaklarının araştırılması son yıllarda giderek daha fazla önem kazanmıştır. Tarımsal-endüstriyel yan ürünler, gıda işleme atık/artıkları, doğal meralarda kendiliğinden yetişen yabancı bitkiler, çalı formundaki türler ve geleneksel yem bitkisi olarak değerlendirilmeyen bazı otsu bitkiler bu kapsamda ele alınmaktadır (Makkar, 2005; Karabulut *et al.* 2007; Gültepe ve Bayram, 2019). Bu tür kaynakların hayvan beslemede kullanılması, yalnızca yem maliyetlerinin düşürülmesine değil, aynı zamanda yerel bitki kaynaklarının değerlendirilmesine, yem çeşitliliğinin artırılmasına ve sürdürülebilir üretim sistemlerinin geliştirilmesine de katkı sağlayabilir (Ammar *et al.* 2005; Gameda and Hassen, 2015).

Kurak ve yarı kurak bölgelerde geleneksel yem bitkilerinin üretiminin azaldığı dönemlerde, doğal vejetasyonda yer alan bazı yabancı bitkiler ruminantlar için tamamlayıcı yem kaynağı olarak önem kazanabilmektedir. Çalılar, ağaç yaprakları ve bazı otsu yabancı türler protein, mineral madde ve sekonder bileşik içerikleri bakımından dikkat çekmekte, özellikle mera hayvancılığında dönemsel yem açığının azaltılmasında potansiyel kaynaklar arasında değerlendirilmektedir (Karabulut *et al.* 2007; Gameda and Hassen, 2015; Lee, 2018). Bununla birlikte bu bitkilerin yem değeri, tür, yetiştirme ortamı, fenolojik dönem, yaprak-sap oranı ve hücre duvarı bileşenlerine bağlı olarak önemli ölçüde değişebilmektedir (Ceylan ve Kamalak, 2019; Tassone *et al.* 2022).

Dikenli bitkiler, mera vejetasyonu içerisinde çoğu zaman istenmeyen veya daha az tercih edilen türler olarak görülmekle birlikte, bazı türlerinin özellikle kaba yem kıtlığının yaşandığı dönemlerde alternatif yem kaynağı olarak değerlendirilebileceği bildirilmektedir. Bu bitkiler doğal koşullara dayanıklı olmaları, kurak ve yarı kurak alanlarda varlıklarını sürdürebilmeleri ve bazı türlerinin protein, mineral madde ve biyoaktif bileşikler bakımından dikkat çekici özellikler göstermesi nedeniyle ruminant besleme açısından araştırılmaya değer materyaller arasında yer almaktadır (Mojaddam *et al.* 2015; Özınan vd., 2017; Ceylan ve Kamalak, 2019). Özellikle *Silybum marianum* gibi bazı dikenli türlerin taze, kurutulmuş veya silaj formunda kaba yem olarak değerlendirilebileceği ve kontrollü düzeylerde rasyonlara dahil edilebileceği bildirilmektedir (Mojaddam *et al.* 2015; Özınan vd., 2017).

Bununla birlikte, dikenli bitkilerin hayvan beslemede kullanılabilmesi için kimyasal kompozisyonlarının, sindirilebilirlik özelliklerinin, enerji değerlerinin ve rumen fermantasyonu üzerindeki etkilerinin bilimsel yöntemlerle ortaya konulması gerekmektedir. Çünkü bu bitkilerin bazıları yüksek lif, lignin, tanen, alkaloid veya farklı fenolik bileşikler içerebilir.

Bitkisel sekonder bileşikler bir taraftan düşük veya orta düzeylerde rumen fermantasyonunu düzenleyebilir, protein yıkımını azaltabilir ve metan üretimi üzerinde sınırlayıcı etkiler gösterebilirken bir taraftan da yüksek düzeylerde sindirilebilirliği düşürebilir ve yemden yararlanmayı olumsuz etkileyebilir (Makkar, 2005; Patra and Saxena, 2011; Jayanegara *et al.* 2012). Bu nedenle alternatif yem kaynağı olarak değerlendirilecek bitkilerin yalnızca botanik varlığı veya hayvanlar tarafından tüketilebilirliği değil, aynı zamanda besin madde içerikleri, ruminal fermentabilite özellikleri ve potansiyel anti-besinsel bileşik düzeyleri de belirlenmelidir (Gemeda and Hassen, 2015; Tassone *et al.* 2022).

Yemlerin besleme değerinin belirlenmesinde *in vitro* gaz üretim tekniği, ruminant besleme çalışmalarında yaygın olarak kullanılan pratik ve güvenilir yöntemlerden biridir. Bu teknik, yemlerin rumen mikroorganizmaları tarafından fermente edilmesi sonucu oluşan gaz miktarını esas alarak yemlerin fermentabilitesi, organik madde sindirimi, metabolik enerji, net enerji laktasyon ve metan üretim potansiyeli hakkında önemli bilgiler sağlamaktadır (Makkar, 2005; Yáñez-Ruiz *et al.* 2016). Ayrıca *in vivo* çalışmalara göre daha kısa sürede, daha az maliyetle ve daha kontrollü koşullarda karşılaştırmalı değerlendirme yapılmasına olanak tanımaktadır. Bu yönüyle *in vitro* gaz üretim tekniği, özellikle yem değeri yeterince bilinmeyen alternatif kaba yem kaynaklarının ön değerlendirilmesinde etkili bir araştırma aracı olarak kabul edilmektedir (Makkar, 2005; Karabulut *et al.* 2007; Yáñez-Ruiz *et al.* 2016).

In vitro gaz üretim tekniği yalnızca toplam gaz üretiminin belirlenmesiyle sınırlı olmayıp, yemlerin rumen fermantasyon karakteristiklerinin daha kapsamlı değerlendirilmesine de olanak sağlar. Bu yöntemle elde edilen gaz üretimi verileri, kimyasal kompozisyon verileriyle birlikte kullanılarak metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesi gibi parametrelerin tahmin edilmesinde kullanılabilmektedir (Karabulut *et al.* 2007; Uslu *et al.* 2018). Bunun yanında metan üretimi, toplam uçucu yağ asitleri ve amonyak düzeyi gibi parametrelerin değerlendirilmesi, yemlerin yalnızca besleme değerini değil, aynı zamanda rumen ekosistemi ve çevresel etkiler bakımından potansiyel sonuçlarını da ortaya koymaktadır (Gemeda and Hassen, 2015; Yáñez-Ruiz *et al.* 2016).

Bu çalışma, Erzurum meralarında doğal olarak yayılış gösteren ve hayvanlar tarafından tüketildiği gözlenen bazı dikenli bitkilerin potansiyel yem değerlerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada Güneş dikenini (*Centaurea solstitialis*), Kangal dikenini (*Onopordum acanthium*), Deve dikenini (*Silybum marianum*) ve Tüysüz mavi dünya (*Echinops ritro*) bitkilerinin kimyasal kompozisyonları ile *in vitro* gaz üretimi, metan üretimi, metabolik enerji, net enerji laktasyon, organik madde sindirim derecesi, toplam uçucu yağ asitleri ve amonyak düzeyleri belirlenmiştir. Böylece söz konusu dikenli bitkilerin ruminant beslemede alternatif

kaba yem kaynağı olarak değerdendirilebilirliğı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu araştırmadan elde edilecek bulguların, kaba yem açığının bulunduğı bölgelerde doğal bitki kaynaklarının daha etkin değerdendirilmesine, mera hayvancılığı yapan üreticilere yerel yem kaynakları hakkında bilimsel bilgi sunulmasına ve ruminant beslemede alternatif yem kaynaklarının geliştirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir.

Ayrıca çalışmanın, yem değeri az bilinen dikenli bitkileri in vitro gaz üretim tekniğıyle karşılaştırmalı olarak değerdendirerek literatüre katkı sunması beklenmektedir.

KURAMSAL TEMELLER

Ruminant beslemede alternatif yem kaynaklarının kullanımı, özellikle kaba yem açığının bulunduğu bölgelerde hayvancılığın sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, meralarda doğal olarak yetişen çalı, ağaç yaprakları ve diğer odunsu bitkilerin yem değerlerinin belirlenmesi üzerine dünya genelinde ve ülkemizde genel olarak bitkilerin kimyasal kompozisyonlarını, sindirilebilirliklerini ve enerji içeriklerini *in vitro*, *in situ* veya *in vivo* yöntemlerle saptamaya yönelik araştırmalar yürütülmektedir. Dikenli bitkiler üzerine yapılan çalışmalar sınırlı olsa da, diğer alternatif yem kaynakları üzerine yapılan araştırmalar söz konusu bitkiler üzerine yapılacak olan çalışmalara temel oluşturmaktadır.

Temel ve Kır (2015), Akdeniz bitki örtüsünde yer alan ağaç ve çalıların mevsimsel dönemlere ve hayvan gruplarına (koyun ve keçi) göre otlanma tercihlerini belirlemişlerdir. Araştırma sonucunda, hayıt ve zakkum gibi bitkilerin hayvanlar tarafından tercih edilmediğini, kuşburnu ve menengiç gibi bitkilerin orta derecede tüketildiğini, alıç, yabani armut ve yaban eriği gibi bitkilerin ise sıkça tercih edilen gruplar arasında yer aldığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada, keçilerin kokulu ve dikenli bitkileri koyunlara göre daha fazla tercih etme eğiliminde olduğu ve otlama tercihlerinin mevsimlere göre değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu bildiriş, dikenli bitkilerin özellikle keçi beslemede potansiyel bir yem kaynağı olabileceğine işaret etmektedir.

Ammar *et al.* (2005), yedi farklı Akdeniz çalısının (kocayemiş, ağaç fundası, sakız çalısı vb.) besin değerlerini *in vitro* gaz üretim tekniği ile inceledikleri çalışmada, bitkilerin ham protein (HP) içeriğinin %5,5-22,1 arasında değiştiğini saptamışlardır. Nötral deterjan fiber (NDF) içeriklerinin %38,3-57,2 arasında değiştiği ve en yüksek *in vitro* sindirilebilirlik değerlerinin *Phillyrea angustifolia*, *Myrtus communis* ve *Calicotome villosa* türlerinde gözlemlendiği rapor edilmiştir. Araştırmacılar, çalı türleri arasındaki sindirilebilirlik farkının, hücre duvarındaki lignin içeriği ve tanenlerin varlığı ile ilişkili olduğuna vurgu yapmışlardır.

Dökülgen ve Temel (2015), karaçalı (*Paliurus spina-christi* Mill.) bitkisinin yaprak ve yaprak+sürgün örneklerinin mevsimsel besin içeriği değişimini incelemişlerdir. Yaz aylarında toplanan yaprakların HP, NDF ve ADF içeriğini sırasıyla %11,82, %35,21 ve %13,34 olarak belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda, karaçalı yapraklarının özellikle yem kıtlığı ve kurak dönemlerde küçükbaş hayvanlar için ek beslemeye ihtiyaç duymadan kaliteli bir alternatif kaba yem kaynağı olabileceği kanaatine varmışlardır.

Alternatif yem kaynaklarının değerlendirilmesinde yalnızca bitkinin doğal olarak bulunması veya hayvanlar tarafından tüketilebilmesi yeterli değildir. Bu bitkilerin kuru madde, ham kül, ham protein, ham yağ, NDF, ADF ve ADL gibi temel kimyasal bileşenlerinin belirlenmesi gerekmektedir. Tassone et al (2022), alışılmış yem bitkileri dışında kalan alternatif kaba yemlerin besleme değerinin değerlendirilmesinde kimyasal analizlerin, sindirilebilirlik parametrelerinin ve göreceli yem kalite indekslerinin birlikte ele alınması gerektiğini bildirmişlerdir. Bu yaklaşım, dikenli bitkiler gibi geleneksel yem bitkisi olarak sınıflandırılmayan türlerin ruminant beslemede kullanım potansiyelinin ortaya konulması bakımından önemlidir.

Ceylan ve Kamalak (2019), pamuk dikeninde (*Onopordum acanthium*) farklı hasat dönemlerinin kimyasal kompozisyon, *in vitro* gaz üretimi, metan üretimi, metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesi üzerine önemli etkiler oluşturduğunu bildirmiştir. Araştırmacılar, hasat döneminin ilerlemesiyle KM, HY, NDF, ADF ve metan yüzdesinin arttığını, buna karşılık HP, *in vitro* gaz üretimi, metan üretimi, OMSD ve ME değerlerinin azaldığını ifade etmişlerdir. Bu bulgu, dikenli bitkilerin yem değerinin yalnızca tür farklılığına değil, aynı zamanda hasat zamanı ve bitki olgunluk dönemine de bağlı olduğunu göstermektedir.

Dikenli bitkiler arasında yer alan *Silybum marianum* son yıllarda hem yem materyali hem de biyoaktif bileşik kaynağı olarak dikkat çekmektedir. Tedesco and Guerrini (2023), *Silybum marianum*'un silymarin başta olmak üzere flavonolignan bileşikler bakımından zengin olduğunu ve bu nedenle çiftlik hayvanlarında fonksiyonel yem bileşeni veya destekleyici katkı olarak değerlendirilebileceğini bildirmişlerdir. Liu et al (2023), silymarinin aktif bileşenlerinden biri olan silibininin *in vitro* rumen fermantasyonunda metan üretimini azaltabildiğini ve bu etkinin rumen mikrobiyotası ile metabolit profili üzerinde oluşturduğu değişimlerle ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir. Bu sonuçlar, deve dikenini gibi dikenli bitkilerin yalnızca kaba yem kaynağı olarak değil, aynı zamanda rumen fermantasyonunu etkileyebilecek biyoaktif bileşik kaynağı olarak da incelenmesi gerektiğini göstermektedir.

Dikenli bitkilerin yem değerinin belirlenmesinde *in vitro* gaz üretim tekniği son yıllarda yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biridir. Bu teknik, yemlerin rumen mikroorganizmaları tarafından parçalanması sonucunda oluşan gaz miktarına dayanarak fermente edilebilirlik, organik madde sindirimi, metabolik enerji ve metan üretim potansiyeli hakkında bilgi sağlamaktadır. Olfaz et al (2018), zeytin, dut ve turunc yapraklarının potansiyel yem değerlerini *in vitro* gaz üretim tekniği ile değerlendirerek bu yöntemin alternatif yem kaynaklarının ön değerlendirilmesinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Pastorelli et al. (2023) de küçük

ruminantlar için alternatif yem kaynaklarının kimyasal kompozisyon, gaz üretim kinetiği ve antioksidan özellikler bakımından birlikte değerlendirilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

In vitro gaz üretim tekniği, özellikle yem değeri tam olarak bilinmeyen doğal bitki türlerinin karşılaştırılmasında önemli avantajlar sunmaktadır. Bashar *et al.* (2024), farklı tropikal yem hammaddelerinin *in vitro* rumen fermantasyonu, metan emisyonu ve besleme değerlerini karşılaştırarak besin madde içeriği ile metan üretimi arasında önemli ilişkiler bulunduğunu bildirmişlerdir. Ghzayel *et al.* (2025), keçiboynuzu yapraklarının kimyasal kompozisyon, *in vitro* gaz üretimi ve besin madde parçalanabilirliği bakımından değerlendirilmesi sonucunda, bu tip yerel bitki kaynaklarının sürdürülebilir ruminant besleme stratejileri açısından potansiyel taşıyabileceğini ifade etmişlerdir. Bu çalışmalar, doğal ve alternatif bitkisel materyallerin yem değerinin belirlenmesinde *in vitro* yöntemlerin kullanılmasının güncel ve bilimsel açıdan geçerli bir yaklaşım olduğunu göstermektedir.

Dikenli bitkilerin ruminant beslemedeki potansiyeli değerlendirilirken metan üretimi ve sekonder bileşik içerikleri de dikkate alınmalıdır. Bitkisel sekonder bileşikler içerisinde özellikle tanenler, rumen fermantasyonu, protein yıkımı ve metan oluşumu üzerinde etkili olabilmektedir. Cardoso-Gutierrez *et al.* (2021), tanen içeren tropikal bitkilerin ruminantlarda metan üretimini azaltma potansiyeline sahip olduğunu, ancak bu etkinin tanen tipi, doz, bitki türü ve rasyon yapısına bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir. Battelli *et al.* (2023), quebracho ve kestane kaynaklı kondanse ve hidrolize tanenlerin *in vitro* rumen fermantasyonunda toplam gaz ve metan üretimini azalttığını, ancak bu azalmanın bazı durumlarda kuru madde sindirilebilirliğindeki düşüşle birlikte gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Bu nedenle, metan azaltıcı etki her zaman olumlu bir besleme sonucu olarak değerlendirilmeyip sindirilebilirlik ve enerji verimliliği ile birlikte yorumlanmalıdır.

Son yıllarda yapılan derleme çalışmaları, bitkisel yem katkıları, ağaç yaprakları, çalılar ve bazı otsu alternatif yem kaynaklarının rumen mikrobiyomu ve metan üretimi üzerinde farklı etkiler oluşturabileceğini göstermektedir. Bature *et al.* (2024), fitogenik yem katkıları, ağaçlar, çalılar ve alternatif yem bitkilerinin içerdiği biyoaktif bileşikler aracılığıyla rumen mikrobiyotasını etkileyebildiğini ve metan emisyonlarının azaltılmasına katkı sağlayabileceğini bildirmişlerdir. Ancak araştırmacılar, bu etkilerin bitki türüne, biyoaktif bileşik profiline, kullanım dozuna ve rasyonun genel yapısına bağlı olarak değiştiğini vurgulamıştır. Bu durum, dikenli bitkilerin ruminant beslemede kullanımı değerlendirilirken yalnızca kimyasal kompozisyonun değil, aynı zamanda fermantasyon son ürünlerinin, metan oluşumunun ve potansiyel anti-besinsel faktörlerin birlikte ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Giray (2019), Şevketibostan dikenini (*Scolymus hispanicus*) üzerinde yaptığı benzer bir çalışmada, hasat döneminin gecikmesiyle HP, metabolik enerji (ME) ve organik madde sindirim (OMSD) değerlerinin azaldığını tespit etmiştir. Çiçeklenme öncesi dönemde toplanan örneklerin en yüksek yem değerine sahip olduğunu, bu dönemde hasat edildiğinde ruminantlar için değerli bir yem materyali olarak kullanılabileceğini bildirmiştir.

Yılmaz (2021), Erzurum ilinde yetişen sekiz farklı çalı formu ağaç yaprağının (kuşburnu, yaban elma, alıç vb.) yem değerlerini in vitro gaz üretim tekniğiyle belirlemiştir. Çalışmada, çalı yapraklarının HP, NDF ve ADF içeriklerinin sırasıyla %2,52*20,27, %41,46-66,93 ve %17,70-33,53 arasında değiştiğini saptamıştır. En yüksek ME (9,11 MJ/kg KM) ve OMS (%61,87) değerlerine yaban elma yapraklarının sahip olduğunu belirlemiştir. Çalışma sonucunda, özellikle yaban elma, kuşburnu ve siyah meyveli kuşburnu yapraklarının, kaba yemin kısıtlı olduğu dönemlerde ruminant rasyonlarında alternatif olarak kullanılabileceği sonucuna varmıştır.

Özdemir ve Kaya (2020), gazel formdaki bazı ağaç yapraklarının (akasya, kayın, meşe vb.) yem değerlerini inceledikleri çalışmada, yaprakların HP ve NDF içeriklerinin %5,37 - 10,43 ve %25,53 - 45,88 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Tanen içeriğinin en yüksek akasya yaprağında (%13,87) olduğunu ve bu durumun sindirilebilirliği olumsuz etkilediğini rapor etmişlerdir. Analizler sonucunda, kimyasal kompozisyon ve sindirilebilirlik değerleri göz önüne alındığında, kayın ağacı yaprağının alternatif bir kaba yem potansiyeline sahip olduğu kanaatine varmışlardır.

Kurt ve Kamalak (2020), Meryemana dikeninin (*Silybum marianum*) farklı hasat dönemlerindeki yem değerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada, bitkinin kimyasal kompozisyonu, in vitro gaz üretimi, metan üretimi, metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesi üzerine hasat zamanının etkisini incelemişlerdir. Araştırmada bitki örnekleri çiçeklenme öncesi, çiçeklenme ve tohum bağlama dönemlerinde hasat edilerek Hohenheim in vitro gaz üretim tekniği kullanılarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, hasat zamanının Meryemana dikeninin besin madde kompozisyonu ve ruminal fermentasyon özellikleri üzerinde önemli etkiler oluşturduğu belirlenmiştir. Araştırmada bitkinin KM, HP, NDF ve ADF içeriğinin sırasıyla %11.99–43.26, %11.11–15.77, %39.88–60.85 ve %24.96–44.52 arasında değiştiği bildirilmiştir. En yüksek ham protein ve en düşük NDF, ADF değerlerinin çiçeklenme öncesi dönemde belirlendiği, bitki olgunlaştıkça lif fraksiyonlarındaki artışa bağlı olarak protein oranının azaldığı saptanmıştır. Bu durum, olgunlaşmaya bağlı olarak hücre duvarı bileşenlerinin arttığını ve sindirilebilirlik potansiyelinin azaldığını göstermektedir. İn vitro gaz üretimi 26.36-40.44 ml, metan üretimi ise 3.26-5.34 ml arasında değişmiştir. En yüksek gaz ve

metan üretimi çiçeklenme öncesi dönemde, en düşük değerler ise tohum bağlama döneminde belirlenmiştir. Metabolik enerji miktarları 7.67–8.70 MJ/kg KM, organik madde sindirim oranları ise %48.87–64.40 arasında bulunmuştur. Bu değerler, Meryemana dikeninin erken gelişme döneminde daha yüksek fermente edilebilirlik, enerji değeri ve sindirilebilirliğe sahip olduğunu göstermektedir. Tohum bağlama döneminde gaz üretimi, metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesindeki düşüş ise artan NDF ve ADF içeriğiyle ilişkilendirilmiştir. Araştırmacılar, Meryemana dikeninin yem değerinin hasat zamanına bağlı olarak önemli ölçüde değiştiğini ve özellikle çiçeklenme öncesi dönemde hasat edilen bitkinin ruminant beslemede alternatif kaba yem kaynağı olarak değerlendirilebileceğini bildirmişlerdir. Bu çalışma, dikenli bitkilerin yem değerinin belirlenmesinde yalnızca kimyasal kompozisyonun değil, aynı zamanda *in vitro* gaz üretimi, metan üretimi, metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesi gibi parametrelerin de bir arada değerlendirilmesi gerektiğini göstermesi bakımından tez çalışması için önemli bir kuramsal dayanak oluşturmaktadır.

Boğa (2014), Akdeniz Bölgesi'nde yetişen orkide, okaliptüs, sarı zakkum ve karabiber ağacı yapraklarının *in vitro* yem değerlerini araştırdığı çalışmada, sarı zakkum ağacı yapraklarının %8,6 HP, %28,8 NDF ve %1,67 gibi düşük oranda tanen içeriğini ve bu özellikleriyle incelenen diğer türlere göre küçükbaş hayvan beslemede kullanılabilirlik potansiyelinin daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Dikenli bitkilerin yem değeri üzerine yapılan çalışmalar sınırlı olmakla birlikte, literatürde özellikle *Silybum marianum* (Meryemana Dikeni) ve *Gundelia tournefortii* (Kenger) gibi türler üzerine odaklanıldığı görülmektedir.

Arviv et al (2016), *Silybum marianum*'un yaprak, sap ve çiçeklerinin ham protein, sindirilebilirlik oranı, NDF ve ADF değerlerinin sırasıyla %3,9-12,4, %48,8-71,2, %29,5-56,1 ve %20,9–38,7 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu değerler, bitkinin vejetasyon dönemine ve incelenen kısmına bağlı olarak geniş bir aralıkta değişse de, özellikle erken dönemlerde hasat edildiğinde kaliteli bir kaba yem potansiyeli taşıdığını göstermektedir. Özınan vd. (2017) ve Malayoğlu *et al.* (2016), yürütmüş oldukları bir çalışmayla bu bitkinin başarılı bir şekilde silolanabileceğini ve kaba yem olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymuşlardır.

Literatürdeki bu çalışmalar bir taraftan meralarda doğal olarak yetişen ve tarımı yapılmayan birçok odunsu ve otsu bitkinin, özellikle kaba yem sıkıntısı çekilen dönemlerde, ruminant beslemede değerlendirilebilecek önemli bir potansiyele sahip olduğunu bildirirken diğer taraftan da göz ardı edilen dikenli bitkilerin doğru zamanda ve doğru şekilde işlenmeleri durumunda kaba yem kaynağı olarak ruminant rasyonlarında kullanılabileceklerine vurgu

yapmaktadırlar. Ancak her bitkinin besin değeri, vejetasyon dönemine, coğrafi koşullara ve içerdiği anti-besinsel faktörlere göre önemli farklılıklar göstermektedir.

Bu nedenle, bu araştırmada ele alınan dikenli bitkilerin yem değerlerinin bilimsel yöntemlerle detaylı olarak ortaya konulması, bu potansiyelin doğru bir şekilde değerlendirilmesi ve hayvancılık pratiğine aktarılması açısından büyük önem taşımaktadır.

MATERYAL ve METOT

Materyal

Yem materyali

Araştırmanın yem materyalini, Erzurum meralarında doğal olarak yetişen Güneş Dikeni (*Centaurea solstitialis*), Kangal Dikeni (*Onopordum acanthium*), Deve Dikeni (*Silybum marianum*) ve Tüysüz Mavi Dünya (*Echinops ritro*) dikenli bitkileri oluşturmaktadır. Bu bitkilerin genel özellikleri aşağıda sunulmuştur. Çalışmada kullanılan bitki türleri, Erzurum il merkezi sınırları içerisinde yer alan doğal meralardan çiçeklenme aşamasında Mayıs ayı sonunda toplanmıştır. Topraktan 5 cm yukarıdan hasadı yapılan bitki materyalleri, yabancı maddelerden arındırılarak kimyasal ve mikrobiyal analizlerin yapılacağı laboratuvara taşınmıştır.

Kangal dikeni (*Onopordum acanthium* L.)

Kangal dikeni (*Onopordum acanthium* L.), Papatyagiller (*Asteraceae*) familyasına ait, çoğunlukla iki yıllık otsu bir bitkidir. Bitki ilk vejetasyon yılında dikenli yapraklardan oluşan geniş bir taban rozeti meydana getirirken, ikinci yılında genellikle 50–200 cm, uygun koşullarda ise 2 m’den daha fazla boylanabilen dik ve dallanmış bir çiçek gövdesi (Şekil 1) oluşturur (Cavers *et al.* 2011; Al-Snafi, 2020). Gövde kanatlı ve dikenli olup yüzeyi seyrek veya yoğun örümcek ağı görünümünde beyazımsı tüylerle kaplıdır. Yaprakları iri, derin loblu, kenarları sarımsı ve sert dikenli; yüzeyleri ise bitkiye grimsi-beyaz bir görünüm kazandıran yoğun tüylerle örtülüdür. Küremsi veya yumurtamsı çiçek başları yaklaşık 2-6 cm çapında olup pembe, morumsu-pembe veya lavanta renginde çiçekler taşımaktadır (Cavers *et al.* 2011; Al-Snafi, 2020). Tür; kayalık yamaçlar, kurak otlaklar, yol kenarları, tarla sınırları, orman açıklıkları ve diğer tahrip edilmiş alanlarda yayılış gösterebilmektedir. Türkiye’de farklı floristik araştırmalarda kayalık alanlardan yaklaşık 1700 m rakıma, Kuzeydoğu Anadolu’daki bazı kayıtlarda ise daha yüksek rakımlara kadar bulunduğu bildirilmiştir (Yıldıztuğay *et al.* 2009). Türkiye’de gerçekleştirilen etnobotanik araştırmalar, genç gövdelerinin dikenleri ve dış kabuğu uzaklaştırıldıktan sonra taze veya pişirilerek tüketilebildiğini göstermektedir (Erşen Bak & Çıfci, 2022). Tohumlarının yaklaşık %14 oranında yağ içerdiği ve bu yağın geleneksel olarak yemeklik veya aydınlatma amacıyla kullanıldığı da bildirilmektedir (Al-Snafi, 2020).



Şekil 1. Kangal dikenli bitkisinin görüntüsü

Güneş dikenli (*Centaurea solstitialis* L.)

Güneş dikenli (*Centaurea solstitialis* L.), Papatyagiller (*Asteraceae*) familyasına ait, çoğunlukla kışlık tek yıllık bir bitkidir (Şekil 2). Vejetatif gelişme döneminde dikensiz yapraklardan oluşan bir taban rozeti meydana getirir; ilkbahar sonu ve yaz aylarında ise genellikle 15–100 cm arasında boylanabilen, dallanmış çiçek gövdeleri geliştirir (Wagenitz, 1975; DiTomaso *et al.* 2006). Gövdedeki yapraklar dar, gövdeye doğru uzanan kanatlı ve çoğunlukla grimsi tüylerle kaplıdır. Çiçek başları çok sayıda sarı tüpsü çiçek taşımakta ve orta involukrum braktelerinin ucunda yaklaşık 10–25 mm uzunluğunda, saman sarısı renginde sert dikenler bulunmaktadır (DiTomaso *et al.* 2006). Akdeniz ve Avrasya kökenli olan tür, Türkiye’de meralar, kuru yamaçlar, yol kenarları, nadas alanları, tahıl tarlalarının çevresi, seyrek ormanlık alanlar ve diğer tahrip edilmiş habitatlarda yayılış göstermektedir (Wagenitz, 1975; Uygur *et al.* 2004). Olgunlaşan çiçek başlarındaki uzun ve sert dikenler, büyükbaş ve küçükbaş hayvanların yoğun olarak kapladığı alanlarda otlamasını sınırlandırabilmektedir. Buna karşılık genç vejetatif bitkiler, dikenler gelişmeden önce bazı hayvanlar tarafından tüketilebilmektedir (DiTomaso *et al.* 2006). Tür, uzun çiçeklenme dönemi ve yüksek nektar üretimi nedeniyle bal arıları ve diğer tozlayıcılar açısından önemli bir besin kaynağı olarak değerlendirilmektedir (DiTomaso *et al.* 2006).



Şekil 2. Güneş dikenli bitkisinin görünümü

Deve dikenli (*Silybum marianum* L.)

Deve dikenli (*Silybum marianum* L.), Papatyagiller (*Asteraceae*) familyasına ait, tek veya iki yıllık otsu bir bitkidir (Şekil 3). Genellikle 30-150 cm arasında boylanmakla birlikte uygun ekolojik koşullarda yaklaşık 2 m yüksekliğe ulaşabilmektedir. Türün en belirgin morfolojik özelliği, yüzeyinde süt beyazı damarlar bulunan, parlak yeşil renkli, geniş, loblu ve kenarları dikenli yapraklarıdır. Gövde veya dalların ucunda tek olarak gelişen çiçek başları yaklaşık 4-12 cm genişliğinde olup kırmızımsı-mor renkli tüpsü çiçekler taşımaktadır (Marceddu *et al.* 2022). Akdeniz Havzası kökenli olan tür, Türkiye’de özellikle Batı ve Güney Anadolu’da yol kenarları, tarla sınırları, nadas alanları, boş araziler ve diğer ruderal habitatlarda doğal olarak yetişmektedir (Davis, 1975). Meyvelerinde bulunan ve başta silibin olmak üzere çeşitli flavonolignanlardan oluşan silimarin kompleksi nedeniyle, geleneksel olarak karaciğer rahatsızlıklarında kullanılmakta ve günümüzde farmasötik preparatların üretiminde değerlendirilmektedir (Tedesco & Guerrini, 2023). Genç yaprakları, sürgünleri, kökleri ve olgunlaşmamış çiçek tablaları dikenleri uzaklaştırıldıktan sonra sebze olarak tüketilebilmektedir (Marceddu *et al.* 2022). Bununla birlikte, *S. marianum* çevresel koşullara ve azotlu gübrelemeye bağlı olarak dokularında yüksek miktarda nitrat biriktirebilmektedir. Yüksek nitrat içeren bitkilerin sığır ve koyunlar tarafından fazla miktarda tüketilmesi, rumende nitratın nitrite dönüşmesi sonucunda methemoglobinemi ve doku hipoksisine yol açabilmektedir. Bu nedenle bitkinin hayvan yemi olarak kullanımında nitrat düzeyinin analiz edilmesi ve kontrolsüz tüketimin önlenmesi önerilmektedir (Marceddu *et al.* 2022).



Şekil 3. Deve dikenli bitkisinin görünümü

Tüysüz mavi dünya (*Echinops ritro* L.)

Tüysüz mavi dünya olarak bilinen *Echinops ritro* L., Papatyagiller (*Asteraceae*) familyasına ait, genellikle 20-60 cm boylanabilen çok yıllık otsu bir bitkidir (Şekil 4). Gövdeleri tek veya birkaç adet, dik, üst bölümde dallanmış ve yoğun örümcek ağımsı ya da yünsü tüylerle kaplıdır. Yaprakları eliptik veya mızraksı, derin parçalı, dikenli; üst yüzeyi grimsi-yeşil, alt yüzeyi ise yoğun beyaz tüylerle örtülüdür. Türün en karakteristik özelliği, yaz döneminde oluşan çelik mavisi veya mavimsi-mor renkli, küresel bileşik çiçek başlarıdır (Hedge, 1975). Tür, Türkiye’de Kuzeydoğu Anadolu ve Erzurum-Kars bölgesi dâhil olmak üzere çeşitli bölgelerde; kayalık yamaçlar, kuru otlaklar, tarla kenarları, çalılıklar ve açık alanlarda doğal yayılım göstermektedir (Hedge, 1975; Gültekin, 2006). Türkiye’de yapılan etnobotanik araştırmalarda *E. ritro*’nun toprak üstü kısımlarının mide ağrısı ve bazı mide rahatsızlıklarında kullanıldığı, ayrıca bazı yörelerde gıda veya kaba yem olarak değerlendirildiği kaydedilmiştir (Özüdoğru *et al.* 2011; Çelik *et al.* 2021). “Kökünün iltihap giderici ve süt artırıcı olarak kullanılması” bilgisi *E. ritro* için güvenilir Türkiye kaynaklarında açık biçimde doğrulanamamaktadır. Galaktagog kullanım daha çok *Echinops echinatus* gibi diğer *Echinops* türleri için bildirildiğinden, tür karışıklığını önlemek amacıyla bu ifade metinden çıkarılmalıdır.



Şekil 4. Tüysüz mavi dünya bitkisinin görünümü

Hayvan Materyali ve Rumen Sıvısı

In vitro analizler için gerekli olan rumen sıvısı, özel bir kesimhaneden, kesim işleminin hemen ardından 4-6 yaş aralığında olan üç baş sığırdan temin edilmiştir. Rumen içeriği, Kılıç ve Abdiwali (2016) tarafından tarif edilen prosedür izlenerek vidalı kapaklı cam şişelere aktarılmış ve yaklaşık 39 °C sıcaklıkta tutulan suyla dolu kapalı bir termos içerisinde Zootečni Bölümü Yem Analiz Laboratuvarına nakledilmiştir. Laboratuvara ulaşıldığında rumen sıvısı, anaerobik koşulların sağlanması amacıyla sürekli CO₂ akışı altında dört kat tülbentten süzölmüş ve ardından gerçekleştirilen *in vitro* gaz üretim ve Daisy inkübatör analizlerinde kullanılmıştır.

Metod

Araştırmanın doğruluğu ve tekrarlanabilirliği için örnek hazırlama aşaması kritik bir öneme sahiptir. Araziden toplanan bitki örnekleri, öncelikle laboratuvar ortamında gölgede bir hafta süreyle havalandırılarak ön kurutmaya tabi tutulmuştur. Bu işlem, yüksek nem içeriğine sahip bitkilerde enzimatik bozulmaların ve küf gelişiminin önlenmesi amacıyla yapılmıştır. Ön kurutmayı takiben, örnekler 60°C'ye ayarlı, hava sirkülasyonlu bir etüvde 24 saat boyunca son kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Bu sıcaklık, Maillard reaksiyonları gibi istenmeyen kimyasal değişimlere yol açmadan (özellikle protein ve karbonhidrat yapısını koruyarak) suyun uzaklaştırılması için ideal kabul edilmektedir. Tamamen kurutulan bitki materyali, analizlerde kimyasal ve mikrobiyal reaksiyonlar için yüzey alanını artırmak ve homojen bir yapı sağlamak amacıyla, 1 mm'lik elekten geçecek şekilde laboratuvar tipi bir değirmende öğütölerek toz haline getirilmiştir (Şekil 5). Yemlerin besleme değerinin temelini oluşturan kimyasal kompozisyonları, uluslararası kabul görmüş standart metotlar referans alınarak belirlenmiştir (AOAC, 1990; Van Soest *et al.* 1991).



Şekil 5. Toplanan bitkilerin laboratuvarda değirmende öğütülmesi

Kuru madde ve ham kül analizi

Yemlerin karşılaştırılmasında standart bir zemin oluşturan KM tayini için numuneler 105°C'de etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Yemin inorganik mineral içeriğini temsil eden HK tayini ise, KM'si belirlenmiş numunelerin 550°C'ye ayarlı kül fırınında 5 saat boyunca yakılmasıyla gerçekleştirilmiştir (Şekil 6).

Organik Madde (OM) içeriği, [%OM = 100 - %HK] formülü ile hesaplanmıştır.

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

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 6. 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 (Şekil 7). Desikatörden alınan porselen + yanmadan geriye kalan örnek ağırlıkları hassas terazi yardımıyla tespit edilmiş ve aşağıdaki formül yardımıyla % ham kül (% HK) miktarı hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

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

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 7. Ham kül analizlerinde kullanılan kül fırını cihazı

Ham protein analizi (Kjeldahl yöntemi)

Bu metot, yemdeki proteini doğrudan ölçmek yerine, yemdeki toplam azotu (N) ölçme prensibine dayanır. Kjeldahl yaş yakma ünitesinde, derişik sülfürik asit ve katalizör (Selenyum ve Potasyum sülfat karışımı) varlığında yüksek sıcaklıkta yakılan örneklerdeki organik azot, amonyum sülfata dönüştürülmüştür (Şekil 8). Ardından, Kjeldahl distilasyon ünitesinde ortama sodyum hidroksit (NaOH) eklenerek serbest bırakılan amonyak gazı, borik asit çözeltisi içinde tutulmuştur. Son olarak, yakalanan amonyak miktarı, otomatik titratör ile 0.1 N Hidroklorik asit (HCl) kullanılarak titre edilmiş ve toplam N miktarı saptanmıştır. Bulunan N değeri, proteinlerin ortalama %16 azot içerdiği varsayımıyla 6.25 katsayısıyla çarpılarak %HP değeri elde edilmiştir.



Şekil 8. Azot tayininde kullanılan yakma ünitesi

Destilasyon aşaması

- Her bir tüp destilasyon düzeneğine yerleştirilir (Şekil 9).
- 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 NH_3 açığa çıkarılır.
- Serbest kalan amonyak, borik asit tarafından tutularak bir sonraki aşama olan titrasyon için hazır hale getirilir (Kutlu, 2008).



Şekil 9. 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 (Şekil 10).
- Titrasyon, çözelti açık pembe renge dönüşene kadar devam ettirilir.
- Harcanan HCl miktarı kaydedilerek hesaplama aşamasına geçilir (Kutlu, 2008).



Şekil 10. Azot tayininde kullanılan titrasyon ünitesi

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

Numunelerin shoxhlet cihazında dietil eter ile ekstrakte edilmesi neticesinde meydana gelen ekstrakt ham yağ olarak tanımlanmıştır. Yem örnekleri, önceden kurutulup numaralandırılarak 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 soğutulup 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 (Şekil 11). Elde edilen veriler kullanılarak aşağıdaki formül yardımıyla yemlerin % 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 11. 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 0,5 gram olacak şekilde tartılıp torbaların ağzı mühürleme cihazı ile kapatılmıştır (Şekil 12). 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).

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

a: etüvden alınan torba + örnek ağırlığı

b: kör torbanın boş ağırlığı

c: torbanın boş ağırlığı

d: örnek ağırlığı

%rd: yüzdelik rutubet değeri



Şekil 12. 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 (Şekil 12). 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 asetonu 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 tamamlanan 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:

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

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).

***İn Vitro* gaz üretim tekniği**

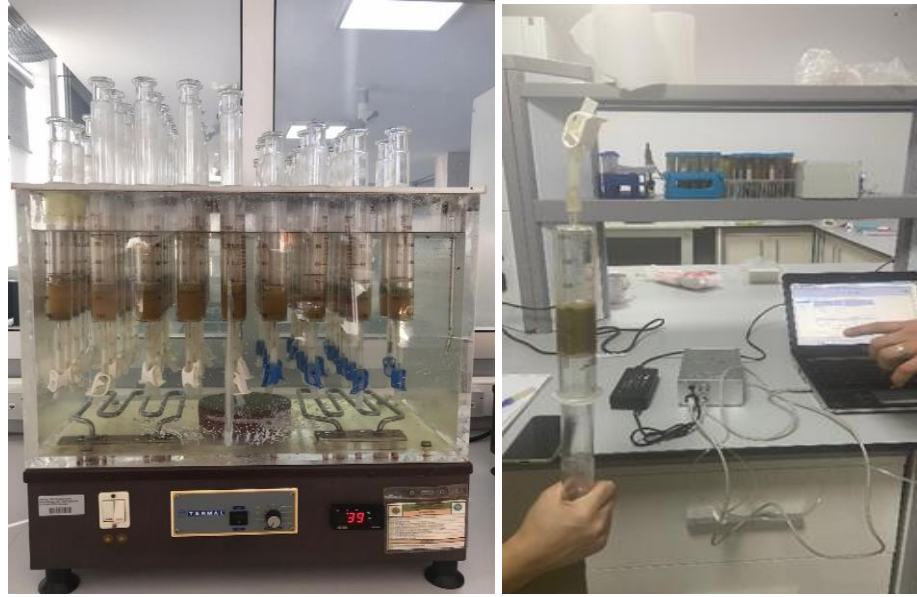
Dikenli bitkilere ait 24 saatlik gaz üretim miktarlarının ölçülmesinde *in vitro* gaz üretim tekniği modifiye edilerek uygulanmıştır (Menke *et al.* 1979). Bu yöntemde 100 ml hacim'e sahip cam şırıngalar içerisine daha önceden kurutulmuş ve 1 mm elekten geçecek şekilde öğütülmüş olan yem örneklerinden yaklaşık 0,2 gr tartılmıştır (Şekil 13). Cam şırıngaların pistonlarına uçtan 3 parmak, son kısmından da 2 parmak temiz kalacak şekilde vazelin sürülmüştür.



Şekil 13. 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. İnkübasyonun 24. saatinde, şırıngalar içerisindeki gaz miktarları, şırıngaların üzerindeki skalalardan okunarak kaydedilmiştir (Şekil 13). 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.



Şekil 14. Yem örneklerinin rumen sıvısı ile birlikte inkübasyona tabi tutulması

Makro element çözeltisi

5.7 g Na_2HPO_4 + 6.2 g KH_2PO_4 + 0.6 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1lt saf su içerisinde eritilmiştir.

Çözeltinin pH'sı 6,8 olarak ayarlanmıştır.

İz element çözeltisi

13.2 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ + 10.0 g $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ + 1.0 g $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ + 0.8 g $\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ karışımı 100 ml saf su içerisinde eritilmiştir.

Tampon çözeltisi

35 g NaHCO_3 + 4 g $(\text{NH}_4) \text{HCO}_3$ 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 $\text{Na}_2\text{S} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 47.5 ml saf su içerisinde çözündürülmüştür. Rumen sıvısı alınmadan hemen önce hazırlanan bu çözelti taze olarak kullanılmıştır.

Yukarıdaki hazırlanan çözeltiler sırasıyla aşağıda belirtilen miktarlarda rumen sıvısıyla karıştırılarak tampon çözelti (yapay tükürük) 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) ve net enerji laktasyon (NEL) değerleri ile organik madde sindirimi (OMSD) Menke and Steingass (1988) tarafından bildirilen yöntemle göre aşağıdaki eşitlikler kullanılarak tespit edilmiştir.

$$ME \text{ (MJ/kg KM)} = 2.20 + 0.136GP + 0.0057HP + 0.00029HY^2$$

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

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

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

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

Deneme gruplarına ait sindirim parametrelerinin belirlenmesi

24 saatlik inkübasyon sonunda, şırıngalar içindeki kalıntılar kullanılarak Gerçek Sindirilebilir Kuru Madde (GSKM), Taksimat Faktörü (TF), Mikrobiyal Protein Üretimi (MPÜ), Mikrobiyal Protein Sentezleme Etkinliği (MPSE) ve Gerçek Sindirim Derecesi (GSD) parametreleri Blümmel *et al.* (1997) tarafından bildirilen metoda göre belirlenmiştir. Şırınga içeriği 70 ml NDF çözeltisi ile birlikte behere alınarak 1 saat kaynatılıp süzölmüş ve 105°C'de kurutulduktan sonra kalan kalıntı tartılmıştır.

- $GSKM \text{ (mg)} = \text{İnkübe edilen KM (mg)} - \text{Kalan KM (mg)}$
- $TF \text{ (mg/ml)} = GSKM / GÜ$

- $MP\ddot{U} \text{ (mg)} = GSKM - (G\ddot{U} \text{ 2.2})$
- $MPSE \text{ (\%)} = (MP\ddot{U} / GSKM) 100$
- $GSD \text{ (\%)} = (GSKM / \text{İnkübe edilen KM}) 100$

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

Yemlerin NDF sindirilebilirliğini (NDFS) ve buna bağlı olarak daha hassas bir kalite indeksi olan NYK'yı belirlemek için ANKOM DaisyII İnkübatör sistemi kullanılmıştır (Adesogan, 2005). Bu sistemde, F57 filtre torbalarına konulan yem örnekleri, rumen sıvısı ve tampon çözelti içeren kavanozlar içinde 48 saat boyunca 39°C'de inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası torbalarda kalan NDF miktarı analiz edilerek NDFS değeri hesaplanmıştır. NYK, yem tüketimini öngören KMT ve yemin enerji yoğunluğunu gösteren Toplam Sindirilebilir Besin Maddeleri (TSBM) değerlerini birleştiren bir indekstir. TSBM'nin hesaplanmasında NDFS'nin kullanılması NYK'yı, sadece NDF ve ADF'ye dayanan NYD'den daha dinamik ve biyolojik olarak daha anlamlı bir kalite göstergesi haline getirir (Ward ve Ondarza, 2008). Dikenli bitkilerin, *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 elde edilen değerler aşağıdaki formüllerde yerlerine yazılarak *in vitro* gerçek kurumadde, NDFs ve organik madde sindirilebilirlik düzeyleri saptanmıştır.

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

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

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

Bu eşitliklerde kullanılan D1: F57 süzgeç torbaların darasını, D2: Örneğin kuru ağırlığını, D3: İnkübasyon sonunda kalan örnek miktarını, D4: Ankom 200/220 selüloz tayin cihazında NDF solüsyonunda işlem görüp etüvde kuruyan örnek içeriğini, D5: Örneğin 550 °C'de kül fırınında yakılmasından sonra kalan miktarı, D6: Örneğin % NDF içeriğini, D7: Örneğin KM içeriğini, D8: Örneğin % organik madde içeriğini temsil etmektedir.

Rumen sıvısı parametrelerinin belirlenmesi

İnkübasyon sonunda her şırıngadan alınan sıvı örneklerde Toplam Uçucu Yağ Asidi (TUYA) ve Amonyak Azotu (-N) konsantrasyonları belirlenmiştir. Amonyak Azotu (-N) tayini, Markham (1942) tarafından bildirilen buhar distilasyon metodu ile yapılmıştır. TUYA tayini ise gaz kromatografi cihazı (Agilent 6890N) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Nispi Yem Değeri ve Kalitesinin Belirlenmesi

Dikenli bitkilerin Kuru Madde Sindirimi (KMS), Kuru Madde Tüketimi (KMT) ve Nispi Yem Değeri (NYD) Ward and Ondarza (2008) tarafından geliştirilen ve ADF ile NDF değerlerini esas alan aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır:

- $KMS (\%) = 88.9 - (0.779 ADF)$
- $KMT (CA \%) = 120 / NDF$
- $NYD = (KMS \times KMT) / 1.29$

Ayrıca, yemlerin Nispi Yem Kalitesi (NYK), Ankom DaisyII inkübatör cihazında 48 saatlik inkübasyon sonrası NDF sindirilebilirliği (NDFS) ve Toplam Sindirilebilir Besin Maddeleri (TSBM) değerleri kullanılarak hesaplanmıştır (Adesogan, 2005; Ward and Ondarza, 2008).

$NYK = (\text{Nisbi Yem Kalitesi}) = KMT \times TSBM / 1.23$ (Ward and Ondarza 2008)

$TSBM = ((NFC \times 0.98) + (HP \times 0.87) + (FA \times 0.97 \times 2.25) + (NDFn \times NDFDp / 100 - 10))$
(Weiss et al., 1992)

$NFC = \text{Selüloz olmayan karbonhidrat (KM'nin \% 'si)} = 100 - NDFn + HP + HY + HK$

$FA = \text{Yağ asitleri} = \text{Ham Yağ} - 1$

$NDFn = \text{Nitrojensiz NDF} = NDF \times 0.93$

$NDFDp = 22.7 + .664 \times NDFD$

$NDFD \% = \text{In vitro NDF sindirilebilirliği (NDF'nin \% 'si) (48 saatlik Daisy)} = NDFD = 100 - (((D2 - D1) / (D3 - D4) \times 100)$

Burada; D1: F57 filtre torbalarının dara ağırlığını (g), D2: ANKOM 200/220 cihazında NDF çözeltisinde işleme tabi tutulduktan sonraki numune iğeriğinin ağırlığını (g), D3: Numunenin NDF iğeriğini (%), D4: Numunenin kuru madde iğeriğini (g) ifade etmektedir.

İstatistik Analizler

Araştırmadan elde edilen tüm veriler, SPSS 20.0 paket programı kullanılarak istatistik analize tabi tutulmuştur. İncelenen dört farklı dikenli bitki türü arasındaki farklılıkların anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Grup ortalamaları arasında önemli ($P < 0.05$) bulunan farklılıkları tespit etmek için Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (Yıldız ve Bircan, 1991).

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Erzurum meralarından toplanan Güneş Dikeni, Kangal Dikeni, Deve Dikeni ve Tüysüz Mavi Dünya bitkilerinin kimyasal kompozisyonları, in vitro gaz üretim kinetikleri, sindirilebilirlik parametreleri ve yem kalite indekslerine ilişkin bulgular sırasıyla ilgili literatür bildirişleri ışığında tartışılmıştır.

Dikenli Bitkilerin Kimyasal Kompozisyonları

Çalışmada incelenen dört farklı dikenli bitkinin kuru maddedeki besin madde kompozisyonlarına ait ortalama değerler ve varyans analiz sonuçları Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Bazı Dikenli Bitkilerin Kimyasal Kompozisyonları (% KM'de)

Yem hammaddeleri	KM (%)	HK (%)	HY (%)	HP (%)	NDF (%)	ADF (%)	ADL (%)
Güneş Dikeni	92.97 ^a	7.56 ^d	2.64 ^b	13.94 ^a	56.83	41.98 ^a	35.70 ^a
Kangal Dikeni	92.67 ^{ab}	14.89 ^a	2.78 ^b	13.39 ^a	55.26	38.43 ^{ab}	29.42 ^b
Deve Dikeni	92.89 ^a	8.37 ^c	3.65 ^a	13.62 ^a	52.67	35.76 ^b	28.88 ^b
Tüysüz Mavi Dünya	92.15 ^b	11.95 ^b	3.35 ^a	12.67 ^b	56.27	37.54 ^b	23.68 ^c
SEM	0.18	0.13	0.15	0.22	2.20	1.25	1.54
P	0.047	0.000	0.005	0.017	0.576	0.042	0.004

a-d: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($p < 0.05$). SEM: Standard Hata Ortalaması, P: Önem Seviyesi, KM: Kuru Madde, HK: Ham Kül, HY: Ham Yağ, HP: Ham Protein, NDF: Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif, ADF: Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif, ADL: Asit Deterjanda Çözünmeyen Lignin

Tablo 1'de de görüldüğü gibi, incelenen dikenli bitkilerin KM, HK, HY, HP, ADF ve ADL içerikleri bakımından aralarındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). NDF değerleri bakımından ise gruplar arasında fark gözlenmemiştir ($P > 0.05$). Bu durum, incelenen bitkilerin NDF miktarı bakımından benzer özellik gösterdiğini, ancak hücre duvarının sindirilebilirliğini belirleyen ADF ve özellikle ADL fraksiyonları açısından önemli farklılıklar taşıdığını göstermektedir. Kaba yemler besleme değerleri bakımından incelenirken NDF, ADF, ADL ve in vitro sindirilebilirlik parametrelerinin birlikte ele alınması gerektiği bildirilmektedir (Mertens, 2019; Ferreira and Thiex, 2023). Bu nedenle mevcut çalışmada, NDF bakımından bitkiler arasında farklılık görülmemesine rağmen, ADF ve ADL değerlerinde belirlenen farklılıklar yemlerin potansiyel sindirilebilirliği açısından önemlidir.

%92.15-92.97 arasında değişen kuru madde içeriği tüm dikenli bitkilerde oldukça yüksek düzeyde bulunmuştur. Bu yüksek KM değerleri, materyallerin kurutulmuş kaba yem formunda değerlendirildiğini ve depolama açısından nem düzeylerinin düşük olduğunu göstermektedir. Kaba yemlerde kuru madde düzeyi, depolama stabilitesi ve besin madde yoğunluğunun değerlendirilmesinde temel parametrelerden biri olarak kabul edilmektedir (Kutlu, 2008; Tassone *et al.* 2022).

Türler arasında belirgin şekilde değişen ham kül içeriği en yüksek Kangal dikenini (%14.89), en düşük ise Güneş dikenini grubunda (%7.56) belirlenmiştir. Ham kül içeriği kaba yemlerde toplam mineral madde düzeyi hakkında genel bilgi vermekle birlikte, yüksek kül değerleri bazı durumlarda hasat, kurutma veya örnek hazırlama aşamalarında oluşabilecek toprak bulaşmasıyla da ilişkili olabilir (Khan, 2012; Tassone *et al.* 2022). Bu nedenle, Kangal dikenini grubunda belirlenen yüksek HK değeri, bitkinin mineral madde içeriğinin yüksek olabileceğini göstermekle birlikte, olası dış bulaşma yönünden de dikkatle değerlendirilmelidir.

Genel olarak ham yağ içeriği %2.64-3.65 arasında değişmiş ve en yüksek HY değeri Deve dikenini grubunda bulunmuştur. Kaba yemlerde ham yağ düzeyinin genellikle düşük olması beklenen bir durumdur. Barbosa *et al.* (2017), eter ekstrakt analizinin yalnızca gerçek yağları değil, pigmentler, yağda çözünen vitaminler, steroidler ve mumlar gibi farklı apolar bileşikleri de kapsadığını bildirmişlerdir. Bu nedenle, Deve dikenini ve Tüysüz mavi dünya bitkilerinde belirlenen nispeten yüksek HY değerleri enerji katkısı bakımından olumlu görünmekle birlikte, bu fraksiyonun tamamının biyolojik olarak kullanılabılır yağ asitlerinden oluşmadığı dikkate alınmalıdır.

Ham protein içeriği bakımından Güneş dikenini (%13.94), Deve dikenini (%13.62) ve Kangal dikenini (%13.39) benzer grupta yer alırken, Tüysüz mavi dünya (%12.67) daha düşük HP içeriğine sahip olmuştur. Bu değerler, Arviv *et al.* (2016) tarafından *Silybum marianum* için bildirilen %3.9–12.4 aralığının st sınırına yakın veya üzerinde yer almaktadır. Ayrıca Yılmaz (2021)'ın bazı çalı yaprakları için bildirdiği %12–20 arasında değişen HP değerleri ile mevcut çalışmada elde edilen bulgular genel olarak uyumludur. Kaba yemlerde protein düzeyi, rumen mikroorganizmalarının azot ihtiyaının karşılanması ve lif sindiriminin sürdürülebilmesi açısından önemlidir (Van Soest, 1994; Lee, 2018). Jayasinghe *et al.* (2022), süt sığırlarında rumen fonksiyonunun sürdürülebilmesi açısından rasyon protein düzeyinin yaklaşık %13 olması gerekir. Tablo 3'te yer alan dikenli bitkilerin HP içerikleri rumen mikrobiyal aktivitesini destekleyebilecek düzeyde olup, özellikle kaba yem açığının bulunduğu dönemlerde alternatif azot kaynağı olarak değerlendirilebilirler. Ancak yem bitkilerinin besleme değeri yalnızca HP

düzeyine göre değil; lif, lignin, mineral madde ve sindirilebilirlik özellikleriyle birlikte değerlendirilmelidir (Lee, 2018; Tassone *et al.* 2022).

Yemlerin sindirilebilirliğini ve tüketim düzeyini sınırlayan en önemli faktörlerden biri hücre duvarı bileşenleridir. Yüksek NDF düzeyi kuru madde tüketimini sınırlandırabilirken, yüksek ADF ve ADL düzeyleri sindirilebilirliği ve enerji verimliliğini olumsuz etkileyebilmektedir (Kutlu, 2008; Mertens and Ely, 2019; Ferreira and Thiex, 2023). Çalışmada bitkilerin NDF içerikleri %52.67-56.83 arasında değişmiş, ancak gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır. NDF düzeylerinin %50'nin üzerinde olması, daha çok kaba yem karakteri gösteren bu bitkilerin rasyonda yüksek oranlarda kullanılmaları durumunda kuru madde tüketiminin sınırlı olacağı anlamına gelmektedir. Jayasinghe *et al.* (2022), tropikal ve yarı kurak bölge yem bitkilerinde NDF düzeylerinin tür, iklim, çevre ve agronomik uygulamalara bağlı olarak önemli ölçüde değiştiğini bildirmişlerdir. Bu bağlamda mevcut çalışmadaki NDF değerleri düşük olmamakla birlikte, bazı olgun ve düşük kaliteli kaba yemlerle karşılaştırıldığında kabul edilebilir düzeydedir.

ADF ve ADL değerleri, yemlerin sindirilebilirlik potansiyelini açıklamada NDF'ye göre daha belirleyici olmuştur. En düşük ADF içeriği Deve dikenli grubunda (%35.76), en yüksek ADF içeriği ise Güneş dikenli grubunda (%41.98) belirlenmiştir. ADL bakımından ise en düşük değer Tüysüz mavi dünya grubunda (%23.68), en yüksek değer Güneş dikenli grubunda (%35.70) saptanmıştır. Sindirimi en zor hücre duvarı bileşenlerinden biri olan lignin, selüloz ve hemiselüloz gibi diğer yapısal karbonhidratların sindirimini de olumsuz etkileyebilmektedir (Naser *et al.* 2011; Lee, 2018). Bu nedenle NDF değerleri benzer olsa bile, ADF ve ADL içeriğinin düşük olması Deve dikenli ve Tüysüz mavi dünya bitkilerinin sindirilebilirlik bakımından daha avantajlı olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, Güneş dikenli grubunda hem ADF hem de ADL değerlerinin yüksek olması bu türün ruminal parçalanabilirlik ve sindirilebilir enerji bakımından daha sınırlı bir yem kaynağı olabileceğine işaret etmektedir.

Elde edilen bulgular, dikenli bitkilerde tür farklılığı ve hasat döneminin yem değerini önemli ölçüde etkilediğini gösteren çalışmalarla uyumludur. Ceylan ve Kamalak (2019), pamuk dikeninde (*Onopordum acanthium*) hasat zamanının ilerlemesiyle KM, HY, NDF, ADF ve metan yüzdesinin arttığını, buna karşılık HK, HP, *in vitro* gaz üretimi, metan üretimi, OMSD ve ME değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada Ceylan ve Kamalak (2019), NDF ve ADF içerikleri ile gaz üretimi, ME ve OMSD arasında negatif ilişki olduğunu ifade etmişlerdir. Bu sonuç, mevcut çalışmada özellikle Güneş dikenli grubunda belirlenen yüksek ADF ve ADL değerlerinin, ilerleyen fermentasyon ve sindirilebilirlik parametrelerinde daha düşük performansla ilişkili olacağını desteklemektedir.

Deve dikenini için elde edilen sonuçlar literatür bildirişleriyle karşılaştırıldığında, bu türün alternatif kaba yem potansiyeli taşıdığını göstermektedir. Özınan *et al.* (2017), Meryemana dikenini, yani *Silybum marianum* silajında %8.30 HP, %58.29 NDF, %43.63 ADF ve %16.43 ADL belirlemişler ve bu bitkinin silaj formunda kaba yem kaynağı olarak değerlendirilebileceğine karar vermişlerdir. Mevcut çalışmada Deve dikenini, Özınan *et al.* (2017)'nın silaj için bildirdikleri değerlere göre daha yüksek HP ve daha düşük NDF ile ADF değerlerine sahip olarak kurutulmuş formda kimyasal yem değeri bakımından daha avantajlı bir profil sergilemiştir. Ayrıca Mojaddam *et al.* (2015), koyun rasyonlarına %20'ye kadar *Silybum marianum* ilavesinin rumen fermantasyonu ve besin madde sindirimi üzerinde olumsuz etki oluşturmadığını bildirmişlerdir. Bu bulgu, Deve dikenini türünün kontrollü oranlarda ruminant rasyonlarına dahil edilebileceğini göstermektedir.

Tüysüz mavi dünya bitkisi, HP bakımından diğer türlere göre daha düşük değere sahip olmasına rağmen, en düşük ADL içeriğiyle dikkat çekmektedir. Alternatif kaba yem kaynaklarının değerlendirilmesinde yalnızca HP veya NDF değerlerinin değil aynı zamanda ADF, ADL, sindirilebilirlik ve göreceli yem değeri gibi kalite indekslerinin de dikkate alınması gerektiği bildirilmektedir (Lee, 2018; Tassone *et al.* 2022). Bu nedenle Tüysüz mavi dünya bitkisi, protein düzeyi bakımından Güneş dikenini ve Deve dikenini kadar avantajlı görünmese de, düşük lignin içeriği nedeniyle ruminal sindirilebilirlik açısından önemli bir potansiyele sahiptir.

Sonuç olarak, Tablo 3'teki kimyasal kompozisyon verileri birlikte değerlendirildiğinde, incelenen dikenli bitkilerin tamamının HP bakımından rumen mikrobiyal aktivitesini destekleyebilecek düzeyde olduğu, ancak hücre duvarı fraksiyonları bakımından önemli farklılıklar taşıdığı görülmektedir. Güneş dikenini yüksek HP içeriğine sahip olmasına rağmen yüksek ADF ve ADL düzeyleri nedeniyle sindirilebilirlik açısından daha sınırlı bir kaba yem kaynağı olarak değerlendirilebilir. Kangal dikenindeki yüksek HK içeriği, yani mineral madde fazlalığı dış bulaşmadan kaynaklanmış olabilir. Deve dikenini, düşük ADF ve yüksek HP içeriği nedeniyle alternatif kaba yem potansiyeli bakımından öne çıkmaktadır. Tüysüz mavi dünya ise daha düşük HP içermesine rağmen düşük ADL değeri nedeniyle ruminal sindirilebilirlik açısından avantaj sağlayabilir. Bazı dikenli bitkilerin *in vitro* gaz üretim tekniğiyle değerlendirildiği çalışmalarda Giray (2019), Kurt ve Kamalak (2020) özellikle globe thistle ve milk thistle türlerinin, geleneksel kaba yem kaynaklarının sınırlı olduğu dönemlerde alternatif kaba yem olarak kullanılabileceği bildirilmiştir. Bu nedenle söz konusu dikenli bitkilerin ruminant beslemede temel kaba yem kaynağı olarak kullanılması için aynı zamanda bu bitkilerin sindirilebilirlik, *in vitro* fermantasyon, sekonder bileşik içeriği ve hayvan performansı gibi özelliklerinin de dikkate alınması gerekir.

Dikenli Bitkilerin In Vitro Gaz, Enerji ve Sindirim Parametreleri

Dikenli bitkilerin 24 saatlik inkübasyon sonunda elde edilen *in vitro* gaz üretimi (GÜ), metan üretimi, bu değerlerden hesaplanan ME, NE_L ve OMS değerleri ile doğrudan ölçülen TUYA ve NH₃-N konsantrasyonları Tablo 2'de verilmiştir. *In vitro* gaz üretimi, yemin rumende fermente olabilir karbonhidrat içeriğinin bir göstergesi olup yemin enerji değeri ile sindirilebilirliği hakkında önemli bilgiler sunar (Menke and Steingass, 1988). Mevcut çalışmada, GÜ, ME, NE_L, OMS ve NH₃-N değerleri bakımından bitkiler arasında önemli farklılıklar saptanmıştır (P<0.05).

Tablo 2. Bazı Dikenli Bitkilerin *in vitro* Gaz, Enerji ve Sindirim Parametreleri

Yem hammaddeleri	GÜ (ml/K M)	Metan (%)	Metan (ml/KM)	ME (MJ/Kg KM)	NE _L (MJ/Kg KM)	OMS (%)	TUYA (mmol/lt)	NH ₃ -N (mg/lt)
Güneş Dikeni	34.82 ^b	13.30	4.63	7.74 ^b	4.42 ^b	57.01 ^c	140.18	4.98 ^b
Kangal Dikeni	37.61 ^{ab}	13.23	4.98	8.09 ^{ab}	4.67 ^{ab}	64.02 ^a	139.97	5.12 ^{ab}
Deve Dikeni	37.92 ^a	13.44	5.10	8.16 ^a	4.72 ^{ab}	60.15 ^b	141.10	4.82 ^b
Tüysüz Mavi Dünya	40.67 ^a	12.94	5.26	8.47 ^a	4.94 ^a	64.50 ^a	138.58	5.54 ^a
SEM	0.91	0.49	0.20	0.12	0.09	0.86	1.99	0.13
P	0.014	0.909	0.215	0.019	0.019	0.001	0.843	0.021

a-c: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (p<0.05). SEM: Standard Hata Ortalaması, P: Önem seviyesi, 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

In vitro 24 saatlik gaz üretimi bakımından en yüksek değer Tüysüz mavi dünya grubunda (40.67 ml/KM) belirlenirken, bunu Deve dikenini 37.92 ml/KM, Kangal dikenini ise 37.61 ml/KM ile izlemiştir.

En düşük gaz üretimi 34.82 ml/KM ile Güneş dikenini grubunda saptanmıştır. Gaz üretimindeki bu farklılıklar, bitki türlerine bağlı olarak rumende fermente olabilir organik madde miktarının değiştiğini göstermektedir. Karabulut *et al.* (2007), *in vitro* gaz üretiminin yemlerin potansiyel sindirilebilirliği, metabolik enerji düzeyi ve mikrobiyal fermentasyon kapasitesi hakkında önemli bilgiler verdiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Uslu *et al.* (2018), farklı yem bitkilerinin kimyasal kompozisyonlarındaki değişimlerin *in vitro* gaz üretimi, ME ve OMS değerlerini doğrudan etkilediğini ifade etmişlerdir.

Bu açıdan değerlendirildiğinde, Tüysüz mavi dünya ve Deve dikenini gruplarında belirlenen yüksek gaz üretimi, bu bitkilerin Güneş dikenine göre rumende daha kolay fermente olabilen fraksiyonlara sahip olduğuna işaret etmektedir.

In vitro gaz üretim tekniğinin yemlerin fermente edilebilirliği, enerji değeri ve rumen fermantasyon özelliklerinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanıldığı, ancak yalnızca gaz üretiminin değil, metan, uçucu yağ asitleri, amonyak ve sindirilebilirlik parametrelerinin de birlikte ele alınması gerektiği bildirilmektedir (Makkar, 2005; Yáñez-Ruiz *et al.* 2016).

Metabolik enerji ve net enerji laktasyon değerleri de gaz üretimiyle uyumlu bir eğilim göstermiştir. En düşük ME değeri Güneş diken grubunda 7.74 MJ/kg KM olarak belirlenirken, en yüksek değer (8.47 MJ/kg KM) Tüysüz mavi dünya grubunda bulunmuştur. Benzer şekilde NEL değeri Güneş dikeninde 4.42 MJ/kg KM ile en düşük, Tüysüz mavi dünyada ise 4.94 MJ/kg KM ile en yüksek olmuştur. Bu sonuç, Tüysüz mavi dünyanın yalnızca yüksek gaz üretimiyle değil, aynı zamanda daha yüksek enerji verimliliğiyle de öne çıktığını göstermektedir. *In vitro* gaz üretimine dayalı enerji tahminlerinde gaz üretimi, ham protein, ham yağ ve kül içeriği gibi kimyasal bileşenlerin birlikte etkili olduğu bildirilmektedir (Kamalak and Canbolat, 2010; Olfaz *et al.* 2018). Bununla birlikte Yáñez-Ruiz *et al.* (2016), *in vitro* koşullarda elde edilen enerji ve metan verilerinin yemlerin potansiyelini göstermesi bakımından önemli olduğunu, ancak bu sonuçların *in vivo* koşullarda doğrulanmasının gerektiğini vurgulamışlardır.

Organik madde sindirim derecesi bakımından en yüksek değerler Tüysüz mavi dünya (%64.50) ve Kangal diken (%64.02) gruplarında belirlenirken, en düşük değer Güneş diken grubunda (%57.01) saptanmıştır. Deve diken ise %60.15 OMS değeriyle ortada yer almıştır. OMS değerlerindeki bu farklılıklar, özellikle hücre duvarı bileşenleri ve lignifikasyon düzeyiyle ilişkilendirilebilir. Lee (2018), yem bitkilerinde lif ve lignin düzeyinin sindirilebilirlik üzerinde belirleyici olduğunu ve lignin artışının organik madde sindirimini sınırlandırabileceğini bildirmiştir. Tassone *et al.* (2022) ise alternatif kaba yemlerin besleme değeri belirlenirken ham protein ve toplam lif düzeyinin yanı sıra yemlerin ADF, ADL, sindirilebilirlik ve enerji indekslerinin de birlikte dikkate alınması gerektiğine vurgu yapmışlardır. Bu bağlamda Güneş diken grubunda düşük OMS ve düşük enerji değerlerinin birlikte görülmesi, bu türün sindirilebilirlik bakımından daha sınırlı bir yem kaynağı olabileceğini göstermektedir.

Yüzde ve miktar olarak metan üretimi bakımından gruplar arasında önemli farklılık belirlenmemiştir. Metan üretimi yüzde olarak 12.94–13.44; miktar olarak ise 4.63–5.26 ml/KM arasında değişmiştir. Metan üretimi bakımından hem yüzde hem de miktar olarak gruplar arasında farkın olmaması, incelenen dikenli bitkilerin metan oluşumunu baskılama yönünden belirgin bir farklılık oluşturmadığını göstermektedir. Lopez *et al.* (2010), 24 saatlik *in vitro* fermantasyon sonunda toplam gaz içerisindeki metan oranına göre yemlerin anti-metanogenik

potansiyelinin sınıflandırılabilirliğini ve %11–14 arasındaki metan oranlarının düşük anti-metanogenik potansiyel grubunda değerlendirildiğini bildirmişlerdir. Bu sınıflamaya göre mevcut çalışmadaki tüm dikenli bitkiler düşük anti-metanogenik potansiyel aralığında yer almaktadır. Ancak metan üretiminin istatistiksel olarak değişmemesi, bu bitkilerin güçlü bir metan azaltıcı yem katkısı olarak değil, daha çok alternatif kaba yem veya tamamlayıcı yem materyali olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Metan üretimi miktar olarak en düşük (4.63 ml/KM) Güneş dikenli grubunda, en yüksek (5.26 ml/KM) ise Tüysüz mavi dünya grubunda belirlenmiştir. Ancak metan üretimi bakımından bitkiler arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır. Tüysüz mavi dünya grubunda gaz üretimi ve OMS değerlerinin yüksek olması, bu grupta daha fazla substratın fermente edildiğine işaret etmektedir. Nitekim Kim *et al.* (2013), *in vitro* koşullarda yemlerin metan üretim potansiyelinin yalnızca metan yüzdesine değil, aynı zamanda fermente olabilir substrat miktarı ve toplam gaz üretimine de bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Gameda and Hassen (2015) de metan üretimi ile yemlerin kimyasal bileşimi, sindirilebilirlik düzeyi ve fermantasyon son ürünleri arasında yakın ilişkiler bulunduğunu ifade etmişlerdir. Bu nedenle mevcut çalışmada, Tüysüz mavi dünya grubunda metan miktarının sayısal olarak yüksek görünmesi, doğrudan olumsuz bir metan etkisinden ziyade bitkinin yüksek derecede fermantasyona maruz kalmasıyla ilişkili olabilir.

Toplam uçucu yağ asitleri (TUYA) 138.58-141.10 mmol/L arasında değişmiştir. TUYA bakımından bitki grupları arasındaki farklılıklar önemli olmamıştır. Söz konusu değerlerin benzer olması, bitkiler arasında toplam fermantasyon son ürünü miktarları bakımından belirgin bir farklılığın olmadığını göstermektedir. Ancak gaz üretimi, enerji ve OMS değerlerinde önemli farklılıkların belirlenmiş olması, fermantasyon son ürünlerinin yalnızca toplam UYA miktarıyla açıklanamayacağını düşündürmektedir. Makkar (2005), *in vitro* gaz üretiminde oluşan gaz miktarının kısa zincirli yağ asitleri üretimiyle ilişkili olduğunu, ancak gaz üretimi, mikrobiyal biyokütle oluşumu ve uçucu yağ asidi profili arasındaki ilişkinin her zaman sabit olmadığını bildirmiştir.

Bu nedenle mevcut çalışmada, TUYA değerlerinin benzer olması, asetat, propiyonat ve bütirat gibi bireysel uçucu yağ asidi fraksiyonlarının ayrıca incelenmesi gerektiğini göstermektedir.

Amonyak düzeyleri bakımından gruplar arasında önemli farklılıklar belirlenmiş ve 5.54 mg/L ile en yüksek NH₃ değeri Tüysüz mavi dünya grubunda saptanmıştır. Kangal dikenli 5.12 mg/L ile ara grupta yer alırken, Güneş dikenli ve Deve dikenli sırasıyla 4.98 ve 4.82 mg/L değerleriyle daha düşük bulunmuştur. Rumen ortamında amonyak, yem proteinlerinin ve

protein olmayan azotlu bileşiklerin mikrobiyal yıkımı sonucu oluşmakta ve uygun enerji kaynağı varlığında mikrobiyal protein sentezinde kullanılmaktadır (Bach *et al.* 2005). Ancak Dewhurst and Newbold (2022), amonyak düzeyinin tek başına olumlu bir gösterge olmadığını, mikrobiyal protein sentezi açısından amonyanın fermente olabilir enerji ile senkronize şekilde değerlendirilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. Bu açıdan Tüysüz mavi dünya grubunda yüksek NH_3 düzeyinin, yüksek protein parçalanabilirliği veya azot salınımıyla ilişkili olabileceği; ancak bunun mikrobiyal proteine dönüşme etkinliğinin ayrıca değerlendirilmesi gerektiği söylenebilir.

Mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlar, dikenli bitkiler ve alternatif kaba yem kaynakları üzerinde yürütülen çalışmaların bildirişleriyle genel olarak paralellik göstermektedir. Ceylan ve Kamalak (2019), pamuk dikeninde (*Onopordum acanthium*) hasat zamanının ilerlemesiyle gaz üretimi, OMS ve ME değerlerinin azaldığını, NDF ve ADF artışının ise fermentasyon parametrelerini olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Bu sonuç, mevcut çalışmada, Güneş dikenini grubunda düşük GÜ, ME, NE_L ve OMS değerlerinin görülmesini desteklemektedir. Özınan *et al.* (2017), *Silybum marianum*'un silaj formunda kaba yem olarak değerlendirilebileceğini, ancak yem değerinin kimyasal kompozisyon ve sindirilebilirlik özellikleriyle birlikte ele alınması gerektiğini belirtmişlerdir. Bu bağlamda Deve dikenini grubunda gaz üretimi ve enerji değerlerinin yüksek olması, bu türün alternatif kaba yem potansiyeli taşıdığını göstermektedir.

Sonuç olarak, Tüysüz mavi dünya bitkisi yüksek gaz üretimi, ME, NE_L ve OMS değerleriyle ruminal fermentasyon ve enerji potansiyeli bakımından öne çıkmaktadır. Deve dikenini de yüksek gaz üretimi ve ME değeriyle alternatif yem materyali olarak dikkat çekmektedir. Kangal dikenini özellikle yüksek OMS değeriyle olumlu bir profil gösterirken, Güneş dikenini düşük gaz üretimi, enerji ve OMS değerleri nedeniyle diğer türlere göre daha sınırlı besleme değerine sahip görünmektedir. Bununla birlikte, yüzde ve miktar olarak metan üretimi bakımından gruplar arasında anlamlı farklılık oluşmaması, bu bitkilerin güçlü bir metan azaltıcı etki göstermediğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle incelenen dikenli bitkilerin ruminant beslemede kullanımı değerlendirilirken yalnızca gaz üretimi veya enerji değerleri değil, bitkilere ait metan oluşumu, NH_3 düzeyi, TUYA profili, sindirilebilirlik, sekonder bileşik içeriği ve *in vivo* hayvan performansının da dikkate alınması gerekir.

Dikenli Bitkilerin *In Vitro* Sindirim Parametreleri

Yemlerin *in vitro* fermentasyonu sonucu elde edilen sindirim parametreleri, yemin sadece ne kadarının sindirildiğini değil, aynı zamanda bu sindirimden ne kadar mikrobiyal kütle üretildiğini de gösterir. Bu parametreler, hayvanın protein ihtiyacının karşılanması açısından

büyük önem taşır. Dikenli bitkilere ait *in vitro* sindirim parametreleri Tablo 5'te sunulmuştur. Gerçek Sindirilebilir Kuru Madde (GSKM) ve Gerçek Sindirim Derecesi (GSD) değerleri bakımından bitkiler arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Bu durum, bitkilerin toplam sindirilebilirlik potansiyellerinin birbirine yakın olduğunu göstermektedir.

Tablo 3. Bazı Dikenli Bitkilerin *in vitro* Sindirim Parametreleri

Yem hammaddeleri	GÜ (ml/0.5grKM)	GSKM (mg)	TF (mg/ml)	MK (mg)	MPSE (%)	GSD (%)
Güneş Dikeni	87.03 ^b	237.86 ^c	3.08	67.72	28.47	48.74
Kangal Dikeni	94.03 ^{ab}	242.33 ^{bc}	2.91	58.99	24.34	48.39
Deve Dikeni	94.80 ^a	248.14 ^b	2.95	62.60	25.22	49.39
Tüysüz Mavi Dünya	101.68 ^a	258.57 ^a	2.90	61.32	23.65	48.00
SEM	2.28	2,47	0.08	5.22	1.97	0.79
P	0.013	0.02	0.368	0.693	0.378	0.656

a-c: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($p<0.05$). SEM: Standard Hata Ortalaması, GÜ: 24 saatlik *in vitro* gaz üretimi, GSKM: Gerçek Sindirilen Kuru Madde Miktarı, TF: Taksimat Faktörü, MK: Mikrobiyal Kütle, MPSE: Mikrobiyal Protein Sentezleme Etkinliği, GSD: Gerçek Sindirim Derecesi

Gaz üretimi değerleri 87.03-101.68 ml/0.5 g KM arasında değişmiş ve en yüksek değer Tüysüz Mavi Dünya grubunda, en düşük değer ise Güneş Dikeni grubunda saptanmıştır. *In vitro* gaz üretimi, rumen mikroorganizmaları tarafından fermente edilen organik madde miktarı hakkında dolaylı bilgi verdiği için, yüksek gaz üretimi genellikle daha yüksek fermentasyon kapasitesi ve parçalanabilir substrat varlığı ile ilişkilendirilebilir. Nitekim Getachew et al (2005), *in vitro* gaz üretim tekniğinin yemlerin ruminal fermentasyon kapasitesini ve sindirilebilirliğini değerlendirmede önemli bir araç olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde Kiran and Krishnamoorthy (2007), gaz üretimi ile rumende parçalanmış organik madde ve mikrobiyal biyokütle sentezi arasında yakın ilişki bulunduğunu rapor etmişlerdir.

Bu çalışmada, Tüysüz Mavi Dünya grubunun en yüksek GÜ değerine sahip olması, bu bitkinin rumen mikroorganizmaları tarafından daha kolay fermente edilebilen karbonhidrat fraksiyonlarına sahip olduğunu göstermektedir. Aynı grubun GSKM değerinin de en yüksek olması bu yorumu desteklemektedir. Genel olarak GSKM değerleri 237.86-258.57 mg arasında değişmiş, en yüksek değer Tüysüz Mavi Dünya'da, en düşük değer ise Güneş Dikeni'nde belirlenmiştir. Bu durum, Tüysüz Mavi Dünya'nın sadece daha fazla gaz üretmekle kalmayıp aynı zamanda rumende daha yüksek düzeyde gerçek sindirilebilir kuru madde sağladığını göstermektedir. Reddy et al. (2016), *in vitro* gaz üretimiyle birlikte gerçek sindirilebilir organik madde ve taksimat faktörünün değerlendirilmesinin, yemlerin mikrobiyal biyokütle üretim kapasitesini yorumlamada daha güvenilir sonuç verdiğini bildirmişlerdir.

Güneş Dikeni'nin hem gaz üretimi hem de GSKM bakımından en düşük değerlere sahip olması, bu bitkinin hücre duvarı bileşenleri, lignifikasyon düzeyi veya sekonder bileşik içeriği nedeniyle ruminal fermentasyona daha sınırlı düzeyde katılmış olabileceğini göstermektedir. Dikenli bitkiler ve Asteraceae familyasına ait türlerde yem değeri, tür, hasat dönemi, lif fraksiyonları ve bitkide bulunan biyoaktif bileşiklere bağlı olarak önemli ölçüde değişmektedir. Başbağ and Sayar (2023), Güneydoğu Anadolu doğal florasında bulunan bazı Asteraceae türlerinin ham protein, NDF, ADF, sindirilebilir kuru madde ve metabolik enerji değerleri bakımından önemli farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir.

Taksimat faktörü (TF) değerleri 2.90-3.08 mg/ml arasında değişmiş, ancak gruplar arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur. TF'nin önemsiz çıkması, farklı dikenli bitkilerde sindirilen kuru maddenin gaz ve mikrobiyal ürünlere dönüşüm oranının genel olarak benzer olduğunu göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, Tüysüz Mavi Dünya daha fazla gaz ve sindirilen kuru madde oluşturmaya rağmen, sindirilen substratın mikrobiyal kütleyle yönlendirilme etkinliği bakımından diğer bitkilerden belirgin şekilde ayrılmamıştır. Bu bulgu, yalnızca gaz üretimine bakılarak yemlerin mikrobiyal verim açısından kesin olarak değerlendirilmemesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Mikrobiyal kütle (MK), mikrobiyal protein sentezleme etkinliği (MPSE) ve gerçek sindirim derecesi (GSD) bakımından gruplar arasında farklılık görülmemiştir. MK, MPSE ve GSD değerleri sırasıyla 58.99–67.72 mg, %23.65-28.47 ve %48.00-49.39 arasında değişmiştir. Bu sonuç, incelenen dikenli bitkilerin rumen mikroorganizmaları tarafından kullanılabilirlik düzeylerinin genel olarak birbirine yakın olduğunu göstermektedir. Özellikle GSD değerlerinin dar bir aralıkta seyretmesi, türler arasında gaz üretimi ve GSKM bakımından farklılık olsa da toplam sindirim derecesinin benzer kaldığını ortaya koymaktadır.

Elde edilen bulgular, Ceylan ve Kamalak (2019)'ın pamuk dikenini üzerinde bildirdiği sonuçlarla genel olarak uyumludur. Araştırmacılar, *Onopordum acanthium*'da hasat döneminin ilerlemesiyle gaz üretimi, organik madde sindirim derecesi ve metabolik enerji değerlerinin azaldığını, NDF ve ADF gibi lif fraksiyonlarının ise arttığını bildirmiştir. Benzer şekilde Kurt ve Kamalak (2020), Meryemana dikeninde (*Silybum marianum*) hasat zamanının gaz üretimi, metan üretimi, sindirilebilirlik ve metabolik enerji üzerinde önemli etkiler oluşturduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle mevcut çalışmada, türler arasında GÜ ve GSKM değerleri bakımından meydana gelen farklılıklar bitkilerin kimyasal kompozisyonu, olgunluk durumu ve hücre duvarı bileşenlerinin birbirine yakın olmamasından kaynaklanmış olabilir.

Sonuç olarak, Tablo 3 bulguları, incelenen dikenli bitkiler içerisinde Tüysüz Mavi Dünya'nın yüksek gaz üretimi ve yüksek gerçek sindirilen kuru madde değeri nedeniyle

ruminal fermentasyon bakımından daha avantajlı olduğunu göstermektedir. Buna karşılık Güneş Dikeni, düşük GÜ ve GSKM değerleriyle daha sınırlı bir fermentasyon potansiyeli ortaya koymuştur. Ancak TF, MK, MPSE ve GSD değerleri bakımından bitkiler arasında farklılık bulunmaması, bu bitkilerin mikrobiyal protein sentez etkinliği ve genel sindirim derecesi açısından benzer özellikler taşıdığını göstermektedir. Bu nedenle dikenli bitkilerin ruminant beslemede alternatif kaba yem kaynağı olarak değerlendirilmesinde yalnızca gaz üretimi değil; gerçek sindirilebilirlik, mikrobiyal kütle, taksimat faktörü ve kimyasal kompozisyonun birlikte ele alınması gerekmektedir.

Dikenli Bitkilerin Daisy Sindirim ve Yem Kalite Parametreleri

Kaba yemlerin kalitesini ve hayvan tarafından potansiyel tüketim miktarını bir arada değerlendiren Nispi Yem Değeri (NYD) ve Nispi Yem Kalitesi (NYK) gibi indeksler, yemlerin pratik olarak sınıflandırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Mevcut çalışmada incelenen dikenli bitkilere ait yem kalite parametreleri Tablo 4'te özetlenmiştir. *In vitro* gerçek kuru madde (IVGKMS) ve *in vitro* gerçek NDF sindirimi (IVGNDFS) değerleri sırasıyla %40.29-44.10 ve %17.94-23.77 arasında değişmiş ve her iki özellik bakımından da bitki grupları arasında önemli farklılık gözlenmemiştir. Ancak bu parametrelerde istatistiksel farklılık oluşmaması, söz konusu dikenli bitkilerin hücre duvarı sindirimi bakımından birbirine yakın özellikler taşıdığını göstermektedir. Daisy inkübasyon sisteminin ruminant yemlerinde kuru madde ve lif sindirilebilirliğini değerlendirmede yaygın olarak kullanıldığı, ancak sonuçların yem tipi, lif yapısı, partikül büyüklüğü ve inkübasyon koşullarına bağlı olarak değişebildiği bildirilmektedir (Brons and Plaizier, 2005; Tassone *et al.* 2020). Mevcut çalışmada elde edilen IVGKMS ve IVGNDFS değerleri her ne kadar sayısal olarak önemli görünse de, istatistiksel anlamda bu durum desteklenmemiştir.

Tablo 4. Bazı dikenli bitkilerin daisy sindirim ve yem kalite parametreleri

Yem hammaddeleri	IVGKMS (%)	IVGNDFS (%)	IVGOMS (%)	TSBM (%)	KMT (%)	KMS (%)	NYD (%)	NYK (%)
Güneş Dikeni	40.29	22.25	89.09 ^d	54.97 ^{ab}	2.19 ^b	56.19	91.98 ^b	98.39 ^b
Kangal Dikeni	41.62	20.00	90.82 ^c	48.09 ^c	2.17 ^{ab}	58.96	99.26 ^{ab}	84.91 ^b
Deve Dikeni	44.10	23.77	94.80 ^a	59.31 ^a	2.66 ^a	61.04	107.81 ^a	128.42 ^a
Tüysüz Mavi Dünya	40.30	17.94	93.39 ^b	49.86 ^{bc}	2.26 ^{ab}	59.66	98.62 ^{ab}	91.85 ^b
SEM	2.71	2.64	0.18	1.73	0.07	3.17	4.60	4.82
P	0.733	0.466	0.000	0.007	0.045	0.733	0.042	0.024

a-d: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($p < 0.05$). SEM: Standard Hata Ortalaması, IVGKMS: *In Vitro* Gerçek Kuru Madde Sindirimi, IVGNDFS: *In Vitro* Gerçek NDF Sindirimi, IVGOMS: *In Vitro* Gerçek Organik Madde Sindirimi, TSBM: Toplam Sindirilebilen Besin Maddeleri, KMT: Kuru Madde Tüketimi (CA'ın yüzdesi), KMS: Kuru Maddes Sindirimi, NYD: Nispi Yem Değeri, NYK: Nispi Yem Kalitesi

Daisy Organik madde sindirimi bakımından ise türler arasında belirgin farklılıklar oluşmuştur. IVGOMS değerleri %89.09-94.80 arasında değişmiş ve en yüksek değer Deve Dikeni, en düşük değer ise Güneş Dikeni grubunda belirlenmiştir. Organik madde sindiriminin yüksek olması, yem materyalindeki fermente edilebilir organik bileşenlerin rumen mikroorganizmaları tarafından daha etkin kullanıldığını göstermektedir. Getachew *et al.* (2005), *in vitro* yöntemlerle belirlenen sindirilebilirlik ve fermentasyon parametrelerinin yemlerin potansiyel besleme değerini belirlemede önemli göstergeler olduğunu bildirmişlerdir. Bu açıdan Deve Dikeni'nin yüksek IVGOMS değeri, bu bitkinin diğer dikenli bitkilere göre daha iyi organik madde yararlanılabilirliğine sahip olduğunu göstermektedir.

Toplam sindirilebilir madde miktarı (TSBM) bakımından Deve Dikeni en yüksek (%59.31), Kangal Dikeni ise en düşük değere (%48.09) sahip olmuştur. TSBM değerinin yüksek olması, yemin enerji sağlama kapasitesinin daha fazla olabileceğine işaret etmektedir. Kuru madde tüketimi (KMT) bakımından da en yüksek değer Deve Dikeni'nde (%2.66), en düşük değer ise Güneş Dikeni'nde (%2.19) belirlenmiştir. KMT'nin yüksek olması, genellikle NDF düzeyinin daha düşük veya yem yapısının tüketimi daha az sınırlayıcı olmasıyla ilişkilidir. Nitekim Nispi Yem Değeri (NYD) hesaplamalarında kuru madde tüketimi ve sindirilebilir kuru madde birlikte değerlendirildiğinden yüksek KMT ve sindirilebilirlik değerleri yem kalite indekslerini doğrudan yükseltmektedir.

NYD indeksi, yemin ADF içeriğine bağlı sindirilebilirliğini ve NDF içeriğine bağlı potansiyel tüketimini birleştirir. Rohweder *et al.* (1978) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre, 100 değeri tam çiçeklenmedeki yonca kuru otunu temsil eder. Bu değer üzerindeki yemler daha kaliteli olarak kabul edilir. Çalışmamızda en yüksek NYD indeksi, en düşük NDF içeriğine sahip olan Deve Dikenin'de (107,81) bulunmuştur.

Bu değer, bitkinin 2. sınıf kaliteli bir kaba yem olduğunu göstermektedir (103-124 arası = 2. sınıf). Güneş Dikeni, Kangal Dikeni ve Tüysüz Mavi Dünya'nın NYD indeksleri 3. sınıf kalite aralığında (87-102 arası) hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, Deve Dikeni'nin yalnızca sindirilebilirlik bakımından değil, yem kalite indeksi açısından da diğer dikenli bitkilere göre daha avantajlı olduğunu göstermektedir. Başbağ and Sayar (2023), *Asteraceae* familyasına ait bazı doğal flora bitkilerinde yem kalite özelliklerinin türlere göre önemli farklılıklar gösterdiğine işaret ederek yem kalitesi belirlenirken ham protein, NDF, ADF, sindirilebilir kuru madde, kuru madde tüketimi ve nispi yem değeri gibi parametrelerin birlikte ele alınıp değerlendirilmesi gerektiğini bildirmiştir. Bu bildiriş, mevcut çalışmada türler arasında NYD ve NYK bakımından ortaya çıkan farklılıkları desteklemektedir.

Mevcut tabloda (Tablo 4), Güneş Dikeni düşük IVGOMS, KMT ve NYD değerleriyle daha sınırlı yem kalite potansiyeli göstermiştir. Kangal Dikeni ise özellikle TSBM ve NYK bakımından düşük değerler sergilemiştir. Tüysüz Mavi Dünya yüksek IVGOMS değerine rağmen TSBM ve NYK bakımından Deve Dikeni'nin gerisinde kalmıştır. Bu durum, yem kalite parametrelerinin yalnızca organik madde sindirimiyle ilgili olmadığını ve lif fraksiyonları, sindirilebilir kuru madde, tahmini tüketim ve enerji değerinin OMS ile birlikte ele alınıp değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Ceylan ve Kamalak (2019), pamuk dikeninde hasat zamanının ilerlemesiyle NDF ve ADF düzeylerinin arttığını, buna karşılık gaz üretimi, organik madde sindirimi ve metabolik enerji değerlerinin azaldığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Kurt ve Kamalak (2020), Meryemana dikeninde hasat dönemine bağlı olarak sindirilebilirlik ve enerji değerlerinin önemli ölçüde değiştiğini ortaya koymuşlardır.

NYK, NYD'ye ek olarak NDF sindirilebilirliğini de hesaba kattığı için hayvan performansı hakkında daha iyi bir tahmin sunar (Moore and Undersander, 2002). NYK değerleri de NYD ile benzer bir eğilim göstermiş ve en yüksek değer yine Deve Dikeni'nde (128,42) bulunmuştur. Bu bitkinin hem en yüksek potansiyel Kuru Madde Tüketimi (KMT) (%2,66) hem de en yüksek Toplam Sindirilebilir Besin Maddeleri (TSBM) (%59,31) değerine sahip olması, NYK değerini de yükseltmiştir.

Sonuç olarak Tablo 4 bulguları, incelenen dikenli bitkiler içerisinde Deve Dikeni'nin *in vitro* organik madde sindirimi, toplam sindirilebilir madde miktarı, kuru madde tüketimi, nispi yem değeri ve nispi yem kalitesi bakımından en avantajlı tür olduğunu göstermektedir. Buna karşılık Güneş Dikeni ve Kangal Dikeni bazı yem kalite parametreleri bakımından daha düşük potansiyel sergilemiştir.

Ancak IVGKMS, IVGNDFS ve KMS değerlerinde istatistiksel farklılık bulunmaması, bu bitkilerin temel kuru madde ve lif sindirimi bakımından benzer düzeyde değerlendirilebileceğini göstermektedir. Bu nedenle dikenli bitkilerin alternatif kaba yem kaynağı olarak kullanılabilirliği değerlendirilirken yalnızca tek bir sindirim parametresi değil; organik madde sindirimi, lif sindirimi, tahmini yem tüketimi ve yem kalite indeksleri birlikte ele alınmalıdır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Erzurum meralarında doğal olarak yetişen dört farklı dikenli bitkinin (Güneş Dikeni, Kangal Dikeni, Deve Dikeni ve Tüysüz Mavi Dünya) besin madde kompozisyonlarını, *in vitro* sindirilebilirliklerini ve yem kalite değerlerini belirleyerek, ruminant beslemede alternatif bir kaba yem kaynağı olarak potansiyellerini ortaya koymak amacıyla yürütülen çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

1. İncelenen tüm dikenli bitkilerin ham protein oranları (%12,67-13,94), orta kaliteli bir baklagil yem bitkisinin içerdiği ham protein düzeyinde olup ruminantların yaşama payı ihtiyacını karşılayacak miktarın oldukça üzerindedir.
2. Bitkilerin hücre duvarı bileşenleri (NDF, ADF, ADL) arasında önemli farklılıklar saptanmıştır. Özellikle Deve Dikeni düşük NDF ve ADF değerleri, Tüysüz Mavi Dünya ise düşük ADL içeriği ile sindirilebilirlik açısından en avantajlı bitkiler olarak öne çıkmıştır.
3. *In vitro* gaz üretimi, ME ve NE_L değerleri en yüksek Tüysüz Mavi Dünya'da bulunmuştur. Bu durum, bu bitkinin fermente olabilir karbonhidrat ve enerji içeriğinin diğerlerine göre daha yüksek olduğunu göstermektedir.
4. Mikrobiyal protein sentez etkinliğini gösteren TF, MPÜ ve MPSE parametreleri en yüksek Güneş Dikeni'nde saptanmıştır. Bu bulgu, söz konusu bitkinin gaz üretimi düşük olsa da, sindirilen kısmının hayvana metabolize olabilir protein sağlama potansiyelinin daha yüksek olabileceğine işaret etmektedir.
5. Hayvan tarafından tüketilen potansiyel yem miktarı ve yemin genel kalitesini yansıtan Nispi Yem Değeri (NYD) ve Nispi Yem Kalitesi (NYK) indekslerine göre en yüksek skora Deve Dikeni sahip olmuştur. Bu bitki, 2. sınıf kalite bir kaba yem olarak değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak, yapılan bu *in vitro* çalışma, genellikle değersiz olarak kabul edilen dikenli bitkilerin, doğru vejetasyon döneminde hasat edildiklerinde, özellikle kaba yem kaynaklarının azaldığı kurak dönemlerde ve marjinal alanlarda ruminantlar için değerli bir alternatif yem kaynağı olabileceğini göstermiştir. Özellikle Deve Dikeni, dengeli besin madde kompozisyonu ve yüksek yem kalite indeksi ile en umut verici tür olarak belirlenmiştir.

Bu sonuçlar ışığında aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

- *In vitro* koşullarda umut verici bulunan dikenli bitkilerin, hayvanlar üzerindeki etkilerini netleştirmek amacıyla bu çalışmanın *in vivo* (sindirim ve besi) denemeler ile desteklenmesi gerekmektedir.
- Farklı hasat dönemlerinin (ieklenme öncesi, tohum bağlama vb.) bu bitkilerin yem değeri üzerindeki etkilerini belirlemek için daha kapsamlı çalışmalar yapılmalıdır.
- Bu bitkilerin silaj yapımına uygunlukları araştırılarak, yeşil olarak hasat edilip kış ayları için saklanabilme olanakları değerlendirilmelidir.
- Türkiye'nin farklı ekolojik bölgelerinde yetişen diğer potansiyel yabani bitkilerin de yem değerlerinin belirlenmesine yönelik benzer araştırmaların artırılması, lke hayvancılığının yem sorununa sürdürülebilir zmler retilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Adesogan, A. T. (2005). Effect of bag type on the apparent digestibility of feeds in ANKOM DaisyII incubators. *Animal feed science and technology*, 119(3-4), 333-344.
- Al-Snafi, A. E. (2020). Constituents and pharmacology of *Onopordum acanthium*. *IOSR Journal of Pharmacy*, 10(3), 7-14.
- Ammar, H., López, S., & González, J. S. (2005). Assessment of the digestibility of some Mediterranean shrubs by in vitro techniques. *Animal Feed Science and Technology*, 119, 323-331.
- AOAC. (1990). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (15th ed.). The Association: Arlington, VA.
- Arslan, M., & Erdurmuş, C. (2012). Ülkemizde hayvancılığa ve kaba yem sorununa genel bir bakış. *Ziraat Mühendisliği*, 359, 32-37.
- Arviv, A., Muklada, H., Kigel, J., Voet, H., Glasser, T., Dvash, L., ... & Landau, S. Y. (2016). Targeted grazing of milk thistle (*Silybum marianum*) and Syrian thistle (*Notobasis syriaca*) by goats: preference following preconditioning, generational transfer, and toxicity. *Applied Animal Behaviour Science*, 179, 53-59.
- Bach, A., Calsamiglia, S., & Stern, M. D. (2005). Nitrogen metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, 88(S), E9-E21.
- Bashar, M. K., Haese, E., Sultana, N., & Rodehutsord, M. (2024). In vitro ruminal fermentation, methane emissions, and nutritional value of different tropical feedstuffs for ruminants. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 11(4), 924.
- Barbosa, M. M., Detmann, E., Valadares Filho, S. C., Detmann, K. S., Franco, M. O., Batista, E. D., & Rocha, G. C. (2017). Evaluation of methods for the quantification of ether extract contents in forage and cattle feces. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 89(02), 1295-1303.
- Basbag, M., & Sayar, M. S. (2023). Forage quality traits of some Asteraceae family species found in natural flora of Southeastern Anatolia. *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences, JAFES*, 77(1), 29-37.
- Battelli, M., Colombini, S., Parma, P., Galassi, G., Crovetto, G. M., Spanghero, M., Pravettoni, D., Zanzani, S. A., Manfredi, M. T., & Rapetti, L. (2023). In vitro effects of different levels of quebracho and chestnut tannins on rumen methane production, fermentation parameters, and microbiota. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1178288. doi:10.3389/fvets.2023.1178288.
- Bature, I., Xiaohu, W., & Ding, X. (2024). The roles of phytogenic feed additives, trees, shrubs, and forages on mitigating ruminant methane emission. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1475322. doi:10.3389/fvets.2024.1475322.
- Blümmel, M., Steingäß, H., & Becker, K. (1997). The relationship between in vitro gas production, in vitro microbial biomass yield and 15N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. *British Journal of Nutrition*, 77(6), 911-921.

- Boguhn, J., Kluth, H., & Rodehutsord, M. (2006). Effect of total mixed ration composition on fermentation and efficiency of ruminal microbial crude protein synthesis in vitro. *Journal of Dairy Science*, 89(5), 1580-1591.
- Boga, M. (2014). Chemical Composition And In Vitro Gas Production Kinetics Of Some Tree Leaves Obtained In The Mediterranean Region Of Turkey. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2), 143-146. <https://doi.org/10.7161/Anajas.2014.29.2.143-146>
- Brons, E., & Plaizier, J. C. (2005). Comparisons of methods for in vitro dry matter digestibility of ruminant feeds. *Canadian journal of animal science*, 85(2), 243-245.
- Cardoso-Gutierrez, E., Aranda-Aguirre, E., Robles-Jimenez, L. E., Castelán-Ortega, O. A., Chay-Canul, A. J., Foggi, G., Angeles-Hernandez, J. C., Vargas-Bello-Pérez, E., & González-Ronquillo, M. (2021). Effect of tannins from tropical plants on methane production from ruminants: A systematic review. *Veterinary and Animal Science*, 14, 100214. doi:10.1016/j.vas.2021.100214.
- Cavers, P. B., Qaderi, M. M., Threadgill, P. F., & Steel, M. G. (2011). The biology of Canadian weeds. 147. *Onopordum acanthium* L. *Canadian journal of plant science*, 91(4), 739-758.
- Cevger, Y., & Günlü, A. (Ed.). (2024). *Hayvancılık Ekonomisi*. Ankara: Akademisyen Yayınevi. ISBN: 978-625-375-190-6. DOI: 10.37609/akya.3399.
- Ceylan, E., & Kamalak, A. (2019). Farklı hasat zamanının pamuk dikeninin (*Onopordum acanthium*) kimyasal kompozisyonu, in vitro gaz ve metan üretimi üzerine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1), 13-18.
- Davis, P. H. (1970). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*. Vol. 3.
- Dewhurst, R. J., & Newbold, J. R. (2022). Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *British Journal of Nutrition*, 127(6), 847-849.
- DiTomaso, J. M., Kyser, G. B., & Pitcairn, M. J. (2006). *Yellow starthistle management guide*. Berkeley, CA: California Invasive Plant Council.
- Dökülgen, H., & Temel, S. (2015). Seasonal nutrient content changes of leaf and leaf+ shoots in deciduous Christ's thorn (*Palirus spina-christi* Mill.). *Journal of the Institute of Science and Technology*, 5(3), 57-65.
- Erarslan, Z. B., Çolak, R., & Kültür, Ş. (2021). The preliminary ethnobotanical survey of medicinal plants in Develi (Kayseri/Turkey). *Istanbul Journal of Pharmacy*, 51(2), 263-270.
- Erşen Bak, F., & Çifci, K. (2022). Artvin'in merkez köylerindeki bazı bitkilerin etnobotanik özellikleri. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 23(2), 50-62. <https://doi.org/10.17474/artvinofd.1128335>
- Ferreira, G., & Thiex, N. (2023). Symposium review: Fiber and in vitro methods, analytical variation, and contributions to feed analysis. *Journal of Dairy Science*, 106(6), 4464-4469.
- Gemeda, B. S., & Hassen, A. (2015). Effect of tannin and species variation on in vitro digestibility, gas, and methane production of tropical browse plants. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 28(2), 188.
- Getachew, G., DePeters, E. J., Robinson, P. H., & Fadel, J. G. (2005). Use of an in vitro rumen gas production technique to evaluate microbial fermentation of ruminant feeds and its impact on fermentation products. *Animal Feed Science and Technology*, 123, 547-559.

- Ghazayel, S., Ammar, H., Zoabi, H., Abou Aziz, B., Kholif, A. E., Adegbeye, M. J., Ben Abdallah, R., de Haro-Martí, M., Lopez, S., & Chahine, M. (2025). Chemical composition, in vitro gas production, and nutrient degradability of carob leaves as a sustainable feed for ruminants in Tunisia and Palestine. *Frontiers in Veterinary Science*, 12, 1433814. doi:10.3389/fvets.2025.1433814.
- Giray, Süleyman. "Hasat zamanının şevketibostan dikeninin (*Scolymus hispanicus*) kompozisyonuna, in vitro gaz üretimine ve metan üretimine etkisi." *Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş*, 42s (2019).
- Gültekin, L. (2006). Seasonal occurrence and biology of globe thistle capitulum weevil *Larinus onopordi* (F.) in northeastern Turkey. *Munis Entomology & Zoology*, 1(2), 191–198.
- Gültepe, E., & Bayram, İ. (2019). Bitkisel ve endüstriyel atıkların ruminant beslemede etkin kullanımının hayvan verimi üzerine etkileri. *Türkiye Klinikleri Animal Nutrition and Nutritional Diseases-Special Topics*, 5(3), 14-21.
- Gürsoy, E., & Macit, M. (2014). Erzurum ili meralarında doğal olarak yetişen bazı buğdaygil yem bitkilerinin in vitro gaz üretim değerlerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 24(3), 218-227.
- Hedge, I. C. (1975). *Echinops* L. In P. H. Davis (Ed.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Vol. 5). Edinburgh University Press.
- Jayanegara, A., Leiber, F., & Kreuzer, M. (2012). Meta-analysis of the relationship between dietary tannin level and methane formation in ruminants from in vivo and in vitro experiments. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 96(3), 365–375. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2011.01172.x>
- Jayasinghe, P., Ramilan, T., Donaghy, D. J., Pembleton, K. G., & Barber, D. G. (2022). Comparison of nutritive values of tropical pasture species grown in different environments, and implications for livestock methane production: a meta-analysis. *Animals*, 12(14), 1806.
- Kamalak, A., & Canbolat, O. (2010). Determination of nutritive value of wild narrow-leaved clover (*Trifolium angustifolium*) hay harvested at three maturity stages using chemical composition and in vitro gas production. *Trop Grassland*, 44(2), 128-133.
- Kaplan, M., Üke, Ö., Kale, H., Yavuz, S., Kurt, Ö., & Atalay, A. İ. (2016). Olgunlaşma döneminin teff otunun potansiyel besleme değeri, gaz ve metan üretimine etkisi. *Iğdır Üniv Fen Bilimleri Enst Derg*, 6(4), 181-186.
- Karabulut, A., Canbolat, O., Kalkan, H., Gürbüzol, F., Sucu, E., & Filya, İ. (2007). Comparison of in vitro gas production, metabolizable energy, organic matter digestibility and microbial protein production of some legume hays. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 20(4), 517-522.
- Kılıç, Ü., & Abdıvalı, M. A. (2016). Alternatif kaba yem kaynağı olarak şarapçılık endüstrisi üzüm atıklarının in vitro gerçek sindirilebilirlikleri ve nispi yem değerlerinin belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 22(10.9775).
- Khan, Z. (2012). Minerals profile of forages for grazing ruminants in Pakistan. *International Journal of Livestock Research*.
- Kim, S. H., Mamuad, L. L., Jeong, C. D., Choi, Y. J., Lee, S. S., Ko, J. Y., & Lee, S. S. (2013). In vitro evaluation of different feeds for their potential to generate methane and change methanogen diversity. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 26(12), 1698.

- Kiran, D., & Krishnamoorthy, U. (2007). Rumen fermentation and microbial biomass synthesis indices of tropical feedstuffs determined by the in vitro gas production technique. *Animal Feed Science and Technology*, 134, 170-179.
- Kurt, A. A., & Kamalak, A. (2020). Hasat zamanının Meryemana dikeninin (*Silybum marianum*) kompozisyonuna, gaz üretimine, metan üretimine, sindirime ve metabolik enerjisine etkisi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(2), 116–120.
- Kutlu, H. R. (2008). Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri (Ders Notu). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, Adana.
- Lee, M. A. (2018). A global comparison of the nutritive values of forage plants grown in contrasting environments. *Journal of Plant Research*, 131(4), 641–654. <https://doi.org/10.1007/s10265-018-1024-y>
- Liu, R., Shen, Y., Ma, H., Li, Y., Lambo, M. T., Dai, B., Shen, W., Qu, Y., & Zhang, Y. (2023). Silibinin reduces in vitro methane production by regulating the rumen microbiome and metabolites. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1225643. doi:10.3389/fmicb.2023.1225643.
- López, S., Makkar, H. P., & Soliva, C. R. (2009). Screening plants and plant products for methane inhibitors. In *In vitro screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants: nuclear and related methodologies* (pp. 191-231). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Marceddu, R., Dinolfo, L., Carrubba, A., Sarno, M., & Di Miceli, G. (2022). Milk thistle (*Silybum marianum* L.) as a novel multipurpose crop for agriculture in marginal environments: A review. *Agronomy*, 12(3), 729. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030729>
- Makkar, H. P. S. (2005). *In vitro* gas methods for evaluation of feeds containing phytochemicals. *Animal Feed Science and Technology*, 123–124, 291-302. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.06.003>
- Malayoğlu, H. B., Ozdemir, P., Ipcak, H. H., Unlu, B., Taghilloofar, A. H., & Bayram, B. (2016, October). Effect of ensiling milk thistle (*Silybum marianum* L Gaerth) with molasses or urea on silage quality and *in vitro* digestibility. In VII International Scientific Agriculture Symposium.
- 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.
- Menke, K. H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., & Schneider, W. (1979). The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *The Journal of Agricultural Science*, 93(1), 217-222.
- Mertens, D. R., & Ely, L. O. (2019). Using a dynamic model of fiber digestion and passage to evaluate forage quality. In *Proceedings Of The Xiv International Grassland Congress* (pp. 505-508). CRC Press.
- Mojaddam, M., Araei, M., Nejad, T. S., & Howyzeh, M. S. (2015). The effect of application of biological phosphate fertilizer (Fertile 2) and triple super phosphate chemical fertilizers on some morphological traits of corn (SC704). *Int. Scholarly and Sci. Res. Innovation*, 9(8), 902-905.

- Moore, J. E., & Undersander, D. J. (2002). Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index. In Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium (pp. 16-32).
- Naser, M., Bayaz, A., Ramin, S., Alireza, A., Abolfazl, A., & Mehdi, M. (2011). Determining nutritive value of soybean straw for ruminants using nylon bags technique. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10, 838-841.
- Olfaz, M., Kılıç, Ü., Boğa, M., & Abdi, A. M. (2018). Determination of the in vitro gas production and potential feed value of olive, mulberry and sour orange tree leaves. *Open Life Sciences*, 13, 269–278. doi:10.1515/biol-2018-0033.
- Özinan, L., Alatürk, F., & Gökkuş, A. (2017). Meryemana Dikeni [*Silybum marianum* (L.) Gaertner]’nin Silaj Olarak Kullanım Olanakları. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(1), 88-94.
- Özdemir, Ö., & Kaya, A. (2020). Bazı Ağaç Yapraklarının İn Vitro Gaz Üretim Tekniğiyle Yem Değerlerinin Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 30(3), 454-461. <https://doi.org/10.29133/yyutbd.721969>
- Özkan, U., Yılmaz, D. İ., Tenikecier, H. S., & Ateş, E. (2025). Türkiye’de kaba yem ve kuru ot durumu: 2004–2024 dönem analizi. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 8(1), 93-107.
- Özüdoğru, B., Akaydın, G., Erik, S., & Yeşilada, E. (2011). Inferences from an ethnobotanical field expedition in the selected locations of Sivas and Yozgat provinces (Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 137(1), 85–98. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2011.04.050>
- Pastorelli, G., Simeonidis, K., Faustini, M., Le Mura, A., Cavalleri, M., Serra, V., & Attard, E. (2023). Chemical characterization and in vitro gas production kinetics of alternative feed resources for small ruminants in the Maltese Islands. *Metabolites*, 13(6), 762. doi:10.3390/metabo13060762.
- 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. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4152>
- Reddy, Y. R., Kumari, N. N., Monika, T., & Sridhar, K. (2016). Evaluation of optimum roughage to concentrate ratio in maize stover based complete rations for efficient microbial biomass production using in vitro gas production technique. *Veterinary World*, 9(6), 611-615.
- Saruhan, V., & Demirel, R. (2018). Quality improvements of alfalfa (*Medicago sativa* L.) silage using ensiled pear (*Pyrus communis* L.) as carbohydrate source. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(4), 2562-2566.
- Tassone, S., Mabrouki, S., Barbera, S., & Glorio Patrucco, S. (2022). Laboratory analyses used to define the nutritional parameters and quality indexes of some unusual forages. *Animals*, 12(18), 2320. <https://doi.org/10.3390/ani12182320>
- Tedesco, D. E. A., & Guerrini, A. (2023). Use of milk thistle in farm and companion animals: A review. *Planta Medica*, 89(6), 584–607. doi:10.1055/a-1969-2440.
- Temel, S., & Kır, A. (2015). Bazı çalı ve ağaç türlerinin mevsimsel dönem ve hayvan gruplarına göre otlanmada tercih durumlarının belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 1(1), 31-39.

- Temel, S., Keskin, B., & Tohumcu, S. A. (2024). Gübresiz ve Yağış Koşulları Altında Yetiştirilen *Atriplex nitens*' de Farklı Sıra Aralıklarının Tohum Verim ve Verim Özelliklerine Etkisi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 14(1), 458-469.
- Uslu, Ö. S., Kurt, O., Kaya, E., & Kamalak, A. (2018). Effect of species on the chemical composition, metabolisable energy, organic matter digestibility and methane production of some legume plants grown in Turkey. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 1158-1161.
- Uygur, S., Smith, L., Uygur, F. N., Cristofaro, M., & Balciunas, J. (2004). Population densities of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*) and its natural enemies in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28, 225–232.
- Ünal, S., Mutlu, Z., Mermer, A., Urla, Ö., Ünal, E., Özaydın, K. A., Avağ, A., Yıldız, H., Aydoğmuş, O., Şahin, B., & Aslan, S. (2012). Çankırı ili meralarının mera durumu ve sağlığının belirlenmesi üzerine bir çalışma. *International Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 5(2), 131-135.
- Van Dyke, N. J., & Anderson, P. M. (2000). Interpreting a forage analysis. Alabama cooperative extension. Circular ANR-890.
- Van Soest, P. J. (1994). Nutritional ecology of the ruminant (2nd ed.). 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.
- Wagenitz, G. (1975). *Centaurea L.* In P. H. Davis (Ed.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* (Vol. 5). Edinburgh University Press.
- Ward, R., & Ondarza, M. B. (2008). Relative feed value (RFV) vs. relative forage quality (RFQ). Cumberland Valley Analytical Services.
- Yáñez-Ruiz, D. R., Bannink, A., Dijkstra, J., Kebreab, E., Morgavi, D. P., O'Kiely, P., Reynolds, C. K., Schwarm, A., Shingfield, K. J., Yu, Z., & Hristov, A. N. (2016). Design, implementation and interpretation of in vitro batch culture experiments to assess enteric methane mitigation in ruminants: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 216, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.03.016>
- Yavuz, T., Kır, H., & Gül, V. (2020). Türkiye'de kaba yem üretim potansiyelinin değerlendirilmesi: Kırşehir ili örneği. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 7(3), 345-352.
- Yıldız, N., & Bircan, H. (1991). Araştırma ve Deneme Metotları. Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 697.
- Yıldıztağay, E., Küçüköyük, M., & Özel, E. (2009). The flora of Kaş Plateau and its surroundings (Anamur–Mersin/Turkey). *Biological Diversity and Conservation*, 2(1), 170–184.
- Yılmaz, F. (2021). Erzurum İlinde Yetişen Bazı Çalı Formlu Ağaç Yapraklarının *In Vitro* Gaz Üretim Tekniğiyle Yem Değerlerinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı:	Yazan S. M. IZZEDDIN
Doğum tarihi:	
Doğum Yeri:	
Uyruğu:	
Adres:	
Tel:	
E-mail:	
Eğitim	
Lise:	
Lisans:	
Üye Olunan Mesleki Kuruluşlar	
Tezden Üretilmiş Yayınlar	
1.	