

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

**GİLABURU (VIBURNUM OPULUS) BİTKİSİNİN
SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ VE ANTI-METANOJENİK
ÖZELLİKLERİNİN İN VİTRO GAZ ÜRETİM TEKNİĞİ
İLE BELİRLENMESİ**

**Hazırlayan
Serdal ŞAHİN**

**Danışman
Prof. Dr. İsmail ÜLGER**

Yüksek Lisans Tezi

**Şubat 2025
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOOTEKNİ ANABİLİM DALI**

**GİLABURU (VIBURNUM OPULUS) BİTKİSİNİN
SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ VE ANTI-METANOJENİK
ÖZELLİKLERİNİN İN VİTRO GAZ ÜRETİM TEKNİĞİ
İLE BELİRLENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan
Serdal ŞAHİN**

**Danışman
Prof. Dr. İsmail ÜLGER**

**Şubat 2025
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Serdal ŞAHİN

“Gilaburu (Viburnum Opulus) Bitkisinin Sindirilebilirliği Ve Anti-Metanojenik Özelliklerinin İn Vitro Gaz Üretim Tekniği İle Belirlenmesi” adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan
Serdal ŞAHİN

Danışman
Prof. Dr. İsmail ÜLGER

Zootekni ABD Başkanı

Prof. Dr. İsmail ÜLGER

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Eğitimim esnasında ve tez çalışmamın tüm safhalarında değerli bilgilerini esirgemeyen, araştırmalarımnda bana yön veren ve tecrübelerinden faydalandığım, çalışmamın bütün aşamalarını titizlikle takip edip beni yönlendiren, bana emek veren değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. İsmail ÜLGER'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte bana tüm tecrübelerini ve akademik bilgilerini sunan Sayın Prof. Dr. Yusuf KONCA, Doç. Dr. Selma BÜYÜKKILIÇ BEYZİ ve Arş. Gör. Hüseyin Mert YÜKSEL'e teşekkürlerimi borç bilirim.

Labaratuvar çalışmalarında hep yanımda olan Ziraat Yüksek Mühendisi Ali AKTAR ile Ziraat Mühendisi Ahmet YEŐİLTAŐ'a ve eğitim hayatım boyunca beni hep destekleyen, eksikliklerini hissetmediğim aileme (Eşim Fatma ŞAHİN, Oğlum Alperen ŞAHİN) sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Serdal ŞAHİN

Şubat 2025, KAYSERİ

GILABURU (VIBURNUM OPULUS) BİTKİSİNİN SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ VE ANTİ-METANOJENİK ÖZELLİKLERİNİN İN VİTRO GAZ ÜRETİM TEKNİĞİ İLE BELİRLENMESİ

Serdal ŞAHİN

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Şubat 2025
Danışman: Prof. Dr. İsmail ÜLGER

ÖZET

Bu çalışmanın amacı Gilaburu (*Viburnum Opulus*) bitkisinin besin madde kompozisyonu ve anti-metanojenik özelliklerinin in vitro gaz üretim testiyle belirlemektir. Gilaburu meyvesi ve posasının kimyasal kompozisyon değerlerinin istatistiksel analizi sonucunda, gruplar arasında anlamlı farklılıklar olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Farklı oranlarda eklenen posa ilaveleri metabolik enerji (ME) ve organik madde sindirilebilirlik derecesini (OMSD) etkilemediği tespit edilmiştir ($P>0.05$). Metan gazı üretim değerleri açısından gruplar arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir ($P>0,05$). En yüksek metan üretimi %8 grubunda ($10,97 \pm 0,60$) tespit edilirken, en düşük değer %2 grubunda ($9,60 \pm 0,17$) gözlemlenmiştir.

En yüksek metabolik enerji değeri %8 grubunda ($1,91 \pm 0,02$) tespit edilmiştir. En düşük metabolik enerji ise %2 grubunda ($1,59 \pm 0,10$) kaydedilmiştir. En yüksek OMS değeri %8 grubunda ($66,26 \pm 0,54$) tespit edilirken, en düşük değer %2 grubunda ($56,12 \pm 3,42$) bulunmuştur.

Gilaburu meyvesi metabolik enerji (ME) ve organik madde sindirilebilirlik derecesini (OMSD) etkilediği tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Gilaburu meyvesi ME ve OMS değerleri en yüksek %1 gilaburu meyve grubunda tespit edilirken en düşük %2 gilaburu meyve grubunda tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Metan gazı üretimi açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($P>0,05$). En yüksek metan üretimi %1 grubunda ($10,13 \pm 0,41$) tespit edilirken, en düşük değer %2 grubunda ($8,70 \pm 1,38$) gözlemlenmiştir.

Bu çalışmaya konu olan gilaburu posası ve meyvesinin anti-metanojenik özelliklerinin in vivo denemelerle test edilmesine ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Gilaburu, Metan Gazı, Gaz Üretimi, Bakteri, Rumen, Fenolik Bileşik,

**DETERMINATION OF THE DIGESIBILITY AND ANTI-METHANIGENIC
PROPERTIES OF GILABURU (VIBURNUM OPULUS) PLANT BY IN VITRO
GAS PRODUCTION TECHNIQUE**

Serdal ŞAHİN

**Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
Master Thesis, February 2025
Supervisor: Prof. Dr. İsmail ÜLGER**

ABSTRACT

The aim of this study is to determine the nutritional composition and anti-methanogenic properties of the Guelder rose (*Viburnum Opulus*) plant using an in vitro gas production test. Statistical analysis of the chemical composition values of Guelder rose fruit and pomace revealed significant differences between groups ($P < 0.05$). It was determined that different ratios of pomace additions did not affect metabolic energy (ME) and organic matter digestibility (OMD) ($P > 0.05$). No significant difference was observed between groups in terms of methane gas production values ($P > 0.05$). The highest methane production was detected in the 8% group (10.97 ± 0.60), while the lowest value was observed in the 2% group (9.60 ± 0.17). The highest metabolic energy value was detected in the 8% group (1.91 ± 0.02). The lowest metabolic energy was recorded in the 2% group (1.59 ± 0.10). The highest OMD value was detected in the 8% group (66.26 ± 0.54), while the lowest value was found in the 2% group (56.12 ± 3.42). It was determined that Guelder rose fruit affected metabolic energy (ME) and organic matter digestibility (OMD) ($P < 0.05$). The highest ME and OMD values for Guelder rose fruit were detected in the 1% Guelder rose fruit group, while the lowest were detected in the 2% Guelder rose fruit group ($P < 0.05$). There was no statistically significant difference between groups in terms of methane gas production ($P > 0.05$). The highest methane production was detected in the 1% group (10.13 ± 0.41), while the lowest value was observed in the 2% group (8.70 ± 1.38). There is a need to test the anti-methanogenic properties of Guelder rose pomace and fruit, which are the subject of this study, with in vivo trials.

Keywords: Gilaburu, Methane Gas, Gas Production, Bacteria, Rumen, Phenolic Compound,

İÇİNDEKİLER

GİLABURU (VIBURNUM OPULUS) BİTKİSİNİN SİNDİRİLEBİLİRLİĞİ VE ANTI-METANOJENİK ÖZELLİKLERİNİN İN VİTRO GAZ ÜRETİM TEKNİĞİ İLE BELİRLENMESİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	iii
KABUL ONAY	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR	x
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Yöntem	11
2.1.1. Kimyasal Analizler	11
2.1.1.1. Kuru Madde	11
2.1.1.2. Ham Protein.....	12
2.1.1.3. Ham Kül (HK).....	13
2.1.1.4. Ham yağ	14
2.1.1.5. Nötral Deterjan Fiber (NDF)	15
2.1.1.6. Asit Deterjan Fiber (ADF).....	17
2.1.1.7 Asit Deterjan Lignin (ADL)	17
2.1.2. İn Vitro Gaz Üretiminin Belirlenmesi.....	18
2.1.3. İstatistik Analizler	23
2.2. Meyve ve Yem Materyalinin Temini ve Özellikleri	24

2.2.1. Meyve Materyalinin Temini ve Özellikleri	24
2.2.2. Yem Materyalinin (TMR) Temini ve Özellikleri	25
2.3. Materyalin % karışımlarının analizler için hazırlanması.....	25
2.3.1. Gilaburunun Kimyasal Analizler İçin Hazırlanması	25
2.3.2. Yem ve Meyvelerin Gaz Analizi İçin Hazırlanması.....	26

3. BÖLÜM BULGULAR

4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1.Tartışma	38
4.2.Sonuç ve Öneriler	39
KAYNAKÇA	42
ÖZGEÇMİŞ.....	47

KISALTMALAR

ADF	: Asit deterjan fiber
ADL	: Asit deterjan lignin
CH ₄	: Metan
FAO	: Gıda ve Tarım Örgütü
HK	: Ham kül (HK),
HP	: Ham protein (),
HS	: Ham selüloz
HY	: Ham yağ
IPCC	: Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli
KM	: Kuru madde
ME	: Metabolik Enerji
NDF	: Nötral deterjan fiber
OMSD	: Organik Madde Sindirilebilirlik Derecesi
TMR	: Total Mixed Ration / Hayvan grubu için hazırlanmış rasyonun tümü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1. Türkiyenin yıllara göre sığır varlığı (TÜİK)	3
Tablo 2. Türkiyede yıllara göre Enterik Fermantasyona bağlı CH ₄ Emisyonu (TÜİK).4	
Tablo 3. Gilaburu meyvesinin ve Posasının kimyasal kompozisyonu üzerine etkileri .27	
Tablo 4. Gilaburu posasının metan gazı üretimi. metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesi üzerine etkisi	29
Tablo 5. Gilaburu posasının gaz üretimi üzerine etkisi	30
Tablo 6. Gilaburu meyvesinin metan gazı üretimi. metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesi üzerine etkisi	31
Tablo 7. Gilaburu meyvesinin gaz üretimi üzerine etkisi	33
Tablo 8. Gilaburu suyunun metan gazı üretimi. metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesi üzerine etkisi	34
Tablo 9. Gilaburu suyunun gaz üretimi üzerine etkisi	36

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.	Metan gazının oluşumu ve vücuttan atılımı	8
Şekil 2.	Etüv.....	12
Şekil 3.	% Ham Protein Tespit Cihazı	12
Şekil 4.	Kroze	13
Şekil 5.	Kül Fırını	13
Şekil 6.	Ham Yağ Tespit Cihazı	14
Şekil 7.	Filtre Torba Ağız Mühürleme Cihazı	15
Şekil 8.	NDF, ADF, ADL Analiz Cihazı.....	16
Şekil 9.	NDF, ADF, ADL Analizinde Materyalin Cihaza Yerleştirilmesi	16
Şekil 10.	Örneklerin Cam Enjektörlere Konulması	18
Şekil 11.	100 ml'lik özel cam enjektörler.....	21
Şekil 12.	39 °C'ye ayarlı özel su banyosundaki enjektörler	21
Şekil 13.	24. Saatte 39 °C'ye ayarlı özel su banyosundaki enjektörler.....	21
Şekil 14.	96. Saatte Metan Gazı Ölçümü.....	22
Şekil 15.	Gilaburu meyvesinin olgun ve çiçek hali	24
Şekil 16.	Yem ve Örnek Karışımının Hazırlanması	26

GİRİŞ

Birçok faktör Sığır beslemede karlılığı etkilemektedir. Bu faktörlerden en önemlisi olan yem giderleri, toplam giderler içerisinde ki oranı %70-80 lere çıkabilmektedir. Ruminant hayvan beslemede en yüksek üretim gideri olan yem maliyetlerini düşürmek ve hayvan besleme yetersiz kalan kaba yem kaynaklarına alternatif olarak kullanılacak yem kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla endüstriyel bitkilerin, gıda sanayi artıklarının, doğada kendiliğinden yetişen bitkilerin hayvan besleme açısından kimyasal kompozisyonları, hayvanlar için zararları ve sindirilebilirlikleri incelenerek hayvan beslemede kaba yem kaynağı olarak kullanılacaklardır. (Kutlu ve Çelik, 2001, Alçiçek ve Karaayvaz 2003).

Kutlu ve Çelik (2001)'e göre yem; Hayvanlara belirli miktarlarda yedirildiğinde, hayvana herhangi bir zararı olamayan, hayvanların verimini arttıran, hayvanın ihtiyacı olan organik veya inorganik maddelerden bir veya birkaçını yapısında bulunduran, hayvanın ağız yoluyla aldığı bitkisel veya hayvansal kaynaklı maddelerdir.

Ülkemizde hayvancılığın gelişmesi ve birim hayvandan alınan verimin en üst seviyede olması için üstün verimli ırklarla çalışmanın yanında yetiştiriciliği yapılan hayvana en uygun rasyonun ve yem şeklinin kullanılması gerekmektedir. Et, Süt, Yumurta üretiminde kullanılan ırkların ihtiyacı olan besin maddelerini 1-2 yemle karşılamanın imkanı yoktur. Hazırlayacağımız rasyon hayvanın besin madde ihtiyaçlarını karşıladığı gibi bunlar arasındaki oran veya dengenin de mutlaka uygun olması gerekmektedir (Özgen, 1986 Kutlu ve Serbester, 2014).

Bu çalışmada, Alternatif yem kaynağı olarak kullanılacak olan Gilaburu meyvesinin hayvan besleme açısından besin madde içeriğinin belirlenmesi, Metan kaynaklı enerji kaybının önüne geçerek yemden yayarlanmayı arttırmak ve ruminantlar tarafından

sindirim esnasında üretilen ve sera gazı etkisine sahip olan metan gazının salınımının önüne geçilmesi amaçlanmıştır.



1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Metan gazı, güneş tarafından yayılan kızıl ötesi (uzun dalga) ışınları absorbe ederek, yerkürenin ısınmasına, ısının atmosferde kalmasına sebep olarak, yeryüzündeki sıcaklığı artmasına ve dolayısıyla sera etkisine neden olan zararlı bir gazdır. Sonuç olarak metan gazı iklim değişimine neden olan sera gazlarından (Ceylan, 2019).

FAO 2022 verilerine göre dünya da 1.551.675.322 adet, TÜİK 2023 verilerine göre ise Türkiye’de ise 16.421.256 adet sığır bulunmaktadır. Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte ihtiyaç duyulan hayvansal gıda oranında artmaktadır. Artan nüfusun hayvansal gıda ihtiyacını karşılayabilmek amacıyla ya hayvan sayısını arttırmak ya da birim hayvandan elde edilen gıda miktarını arttırmak gerekir.

Tablo 1. Türkiye'nin yıllara göre sığır varlığı (TÜİK)

Yıl	Sığır Sayısı / Baş	Yıl	Sığır Sayısı / Baş	Yıl	Sığır Sayısı / Baş
1991	11.972.923	2002	9.803.498	2013	14.415.257
1992	11.950.907	2003	9.788.102	2014	14.223.109
1993	11.910.000	2004	10.069.346	2015	13.994.071
1994	11.901.000	2005	10.526.440	2016	14.080.155
1995	11.789.000	2006	10.871.364	2017	15.943.586
1996	11.886.000	2007	11.036.753	2018	17.042.506
1997	11.185.000	2008	10.859.942	2019	17.688.139
1998	11.031.000	2009	10.723.958	2020	17.965.482
1999	11.054.000	2010	11.369.800	2021	17.850.543
2000	10.761.000	2011	12.386.337	2022	16.851.956
2001	10.548.000	2012	13.914.912	2023	16.421.256

Sığırlar, diğer ruminantlar gibi özel ve gelişmiş bir sindirim sistemine sahiptirler. Sığırlar yedikleri besinleri sindirmeleri esnasında sera gazı etkisi yapan metan gazı oluştururlar. Metan, rumen'de yem fermantasyonu sonucu üretilir. Üretilen Metanın yaklaşık %89-90'ı ağız ve burun tarafından dışarı atılır. Buzağılar 4 haftalık yaşa ulaştıklarında rumen gelişmeye başlar. Bu gelişim neticesinde rumen'de yem fermantasyonu sonucunda Metan (CH₄) üretimi ve vücut dışına atılması başlamaktadır. (Jafari ve ark., 2019). IPCC verilerine göre 2500 kg süt veren 1 adet sığır yılda 99 kg metan gazı, Süt vermeyen inekler ve diğer sığırlar ise yılda 58 kg metan gazı üretirler. (IPCC 2006) Dünya üzerindeki tüm sığırların ürettiği metan gazı düşünüldüğünde, sera gazları içerisinde çevre için en tehlikelilerinden biri olan metan üretimi önlem alınması gereken sera gazı kaynaklarından birisini oluşturmaktadır. Hayvansal üretim, metan (CH₄) emisyonunda yer alan %35-40 oranıyla küresel ısınmaya sebebiyet vermektedir. Küresel ısınma sebebiyle ortaya çıkan kuraklık, yüksek hava sıcaklığı sürdürülebilir hayvancılığı ve çeşitli ekosistemleri tehdit etmektedir (Koyuncu ve Akgün, 2018).

Tablo 2. Türkiyede yıllara göre Enterik Fermantasyona bağlı CH₄ Emisyonu (TÜİK)

Yıllar	CH ₄ Emisyonu (Ton)	Yıllar	CH ₄ Emisyonu (Ton)
1990	895.900	2016	1.079.400
1995	872.600	2017	1.204.400
2000	769.400	2018	1.285.400
2005	787.200	2019	1.334.700
2010	837.800	2020	1.384.600
2015	1.077.900	2021	1.398.100

Ucuz, kaliteli ve yeteri miktarda kaba yem temini Türkiye hayvancılığının en büyük problemlerinden biridir. Bu problemi çözebilmek için yeni yem kaynakları bulmanın yanı sıra yem kaynaklarının geliştirilerek birim alandan alınan miktarı arttırmak gerekmektedir. Bulunan yeni ve alternatif kaba yem kaynaklarının rasyona dahil edilebilmesi için devamlılığı olan, ucuz, kolay ulaşılabilir, besin madde içeriği iyi ve beslenme fizyolojisine uygun olması gerekmektedir. Alternatif yem kaynağı bu şartları taşımadığı takdirde hayvan beslemede kullanımı sınırlı kalmaktadır. Rasyona yeni katılacak alternatif yem kaynağının ucuz olması, yem maliyetlerini düşüreceği için çok ekonomik hayvancılık için çok önemlidir (Alçıçek, 1995). Hayvan beslemede rasyona

katılan kaliteli kaba yemlerin devamlılığı olan, ucuz, kolay ulaşılabilir olmasının yanında, mineral ve vitaminlerce zengin, ruminantların rumenlerinin faunasının ve mikro florasının gelişmesi için gereken proteini, yağı, sellülozu içermesi, hayvanların besi ve süt performansını geliştirmesi, yeme bağlı metabolik hastalıkların önlenmesi ve hayvansal ürün miktarını ve kalitesini geliştirmesi, yönünden de önemlidir (Alçıçek ve Karaayvaz, 2003). Bununla birlikte yemlerin metan gazı ile kaybolan enerjisinin azaltılması açısından da bazı anti-metanojenik özelliğe sahip yemlerin kullanımı da ekonomik hayvancılık açısından büyük önem taşımaktadır. Çalışmamız ile ülkemizde yetişen gilaburu meyvesi yukarıda bahsedilen özelliklere sahip olup olmadığı belirlenecektir.

Metan gazı, güneş tarafından yayılan kızıl ötesi (uzun dalga) ışınları absorbe ederek, yerkürenin ısınmasına, ısının atmosferde kalmasına sebep olarak, yeryüzündeki sıcaklığı artmasına ve dolayısıyla sera etkisine neden olan zararlı bir gazdır. Sonuç olarak metan gazı iklim değişimine neden olan sera gazlarından (Ceylan , 2019).

Dolayısıyla bu çalışmada doğal katkı maddesi olarak gilaburu meyvesinin sindirilebilirliği ve metan üretimine etkisi belirlenecektir.

Ruminantların metabolizmal faaliyetlerine devam edebilmeleri için gereken besin maddelerini barındıran yem bitkileri doğada kendiliğinden yetiştiği gibi özel olarak yetiştiriciliğide yapılmaktadır. Yetiştirilen yem bitkilerinin bir kısmı kurutulmuş veya silo yemi olarak bir kısmı da hem kurutulmuş hem de silo yemi olarak rasyona katılabilmektedir. Ayrıca bu yetiştiren yem bitkileri toprağı olumlu yönde etkileyerek sonrasında ekilen tarımsal ürünün verimini ve kalitesini olumlu yönde etkileyebilmektedir (Temel ve Tan, 2012).

Hayvancılıkta üretim maliyetlerin büyük kısmını oluşturan yem bitkileri, üretildikleri toprakların kimyasal ve fiziksel yapılarını iyileştirerek sonrasında yetiştirilen kültür bitkilerinin kalitesini ve verimini arttırabilmektedir. (Sağlamtimur ve ark., 1998; Açıkgöz ve ark., 2002). Ruminat beslenmede rasyonu oluşturan yemlerin; hayvanın ihtiyaç duyduğu besin maddeleri içeren, mineral ve vitaminlerce zengin, ekonomik ve kolay ulaşılabilen kaynaklar olması, hayvansal üretimin kalitesinin ve veriminin arttırılmasına olumlu katkı sağlamaktadır (Serin ve Tan, 2001). Hayvan besleme için kaba yem ve kesif yem üretilerek hayvan beslemede kullanılmaktadır. Hayvanların günlük

besin gereksinimlerini karşılamak, verimli ve sağlıklı olabilmeleri için kesif yemler ne kadar önemli ise kaba yemlerde o kadar önemlidir. (Harmanşah, 2018). Ham selüloz (HS) içeriği %18'den fazla olan Kaba yemler; kurutularak, silolanarak veya taze olarak rasyona katılarak hayvan yemi olarak kullanılabilirler. Kaba yemler, selüloz içerikleri yüksek olmasına karşın protein ve enerji içerikleri düşük olan ve rasyonun büyük bir kısmını oluşturan bitkilerden elde edilen yem maddeleridir. (Hanoğlu, 2014). Sahip olduğumuz kaba yem kaynakları hayvanların ihtiyaçlarını karşılayamayacak durumdadır. Sahip olduğumuz çayır ve meraların toplam araziye oraları yüksek olmasına karşın yanlış kullanımlar ve ekolojik nedenlerden dolayı verimleri çok düşüktür. Bu nedenle hayvan beslemede ihtiyaç duyulan kaliteli kaba yem ihtiyacının karşılanabilmesi için alternatif yem kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. (Okuyucu, 2006).

Bu amaçla; doğada kendiliğinden yetişen alternatif yem kaynağı olarak kullanılacak ve doğada kendiliğinden yetişen yem kaynaklarından birisi de gilaburu ve ondan elde edilen yan ürünlerdir. Bu çalışmada, Gilaburu meyvesinin, hayvan besleme kullanılabilmesi için besin madde içeriğinin belirlenmesi, metan kaynaklı enerji kaybının önüne geçmeyi hemde metan üretim potansiyelinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmaya konu olan gilaburu (*Viburnum opulus*) bitkisinin daha önce yem veya yem katkı maddesi olarak değerinin belirlenmesine yönelik çalışmaya rastlanılmamıştır, çalışma bu yönüyle oldukça özgündür. Bu çalışmada gilaburu doğal haliyle, silolanması ile veya katkı maddesi olarak hayvanların tüketimine sunarak yapılmamış bir örneği, ruminitlarda enterik metan üreten metanojen bakteriler üzerine etkilerini de literatüre sunacaktır. Proje bu hali ile özgün olmakla birlikte bitkinin kimyasal ve besinsel içeriklerinin ve sekonder metabolitlerinin daha önce belirlenmemiş olması ile de özgünlük taşımaktadır. Projemizle *in vitro* olarak gilaburu meyvesinin yemden yararlanma ve metan gazı oluşumuna etkisi araştırılarak daha sonraki saha çalışmaları ve bilimsel araştırmalara temel oluşturacaktır.

Ruminantlarda metan oluşum sürecinde aneorobik ortamda faaliyet gösteren birbirinden farklı türden bakteriler görev alır. Bu farklı türden bakteriler metan oluşum sürecinde kendinden sonra faaliyet gösterecek bakteriler için gerekli ko-enzimleri oluşturarak sürecin tamamlanmasını sağlarlar (Işık vd, 2013).

28 cins ve 113 tür metanojen tespit edilmiş olup sadece yedi tür yaygın olarak rumenden tespit edilmişlerdir. Bunlar;

Methanobacterium formicicum,

Methanobacterium bryantii,

Methanobrevibacter ruminantium,

Methanobrevibacter millerae,

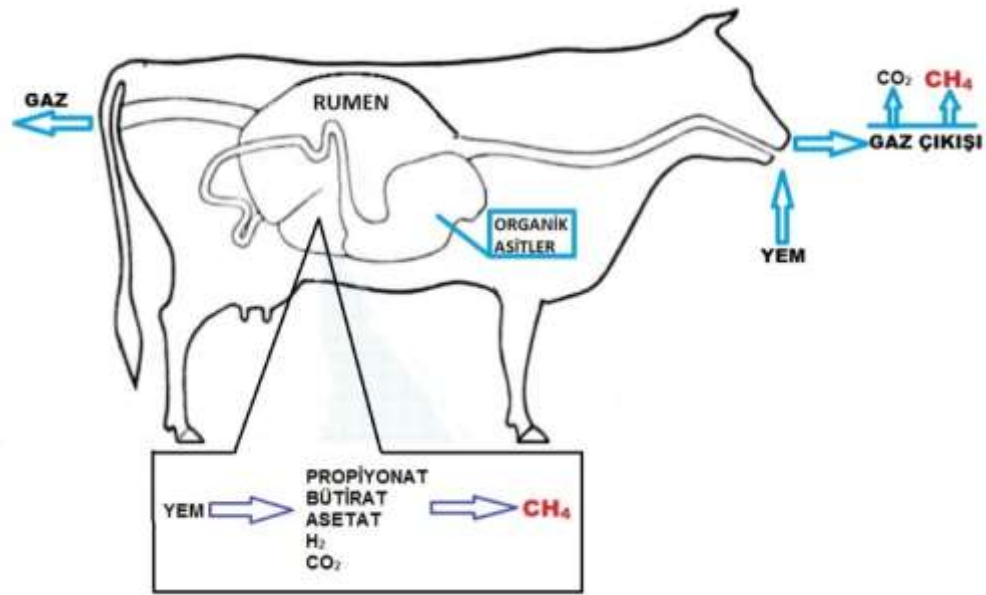
Methanobrevibacter olleyae,

Methanomicrobium mobile ve

Methanoculleus olentangyi'dir (Janssen ve Kirs. 2008).

Rumen, içerisinde aneorob ortamda faaliyet gösteren mikroorganizmaların bulunduğu fermantasyon organıdır. Beslenme esnasında alınan karbonhidrat, protein ve lipit gibi bileşenler bu mikroorganizmalar tarafından sindirilmek üzere parçalanırlar. Metan üretiminde kullanılan H^4 Karbonhidratların parçalanmasıyla ortaya çıkmaktadır (Mitsumori ve Sun, 2008).

Rumende Metan (CH_4) oluşum aşaması kısaca şu şekildedir. Ağızda çiğnenip öğütülen yem parçaları rumene gelir. Rumene gelen yem parçaları rumen mikroorganizmaları tarafından fermente edilerek açığa CO_2 , H_2 , ve uçucu yağ asitleri (propiyonik, asetik ve bütirik asitler) çıkmaktadır. Archaea sınıfına ait metanojenik mikroorganizmalar tarafından H_2 ve CO_2 , CH_4 'e dönüştürülmektedir ($CO_2 + H_2 \rightarrow CH_4 + 2H_2O$). Rumende biriken CH_4 ise ruktusla (ŞEKİL 1.) vücuttan atılmaktadır (Keser ve Kutay 2021).



Şekil 1. Metan gazının oluşumu ve vücuttan atılımı

Sığırların rumeninde, aneorobik ortamda faaliyet gösteren bakteriler tarafından oluşturulan ve vücut tarafından kullanılmayan metan gazının sahip olduğu enerji dışarı atılmaktadır. Dışarı atılan enerji miktarı, yemim içeriği ve miktarına bağlı olarak bürüt enerjinin % 2 ila 12 sini oluşturur (Chonson ve Chonson, 1995).

Yetişkin sığırlar tükettikleri kuru madde miktarı ve çeşidine göre değişmekle birlikte ortalama 250-500 litre/gün, metan üretmektedir. Üretilen metan gazı ortalama 3500-4000 kcal'ye denk gelmektedir. Ruminantlar tarafından üretilen günlük yaklaşık 250-500 metan gazı doğaya salındığı düşünüldüğünde ekolojik çevreyi korumak ve hayvancılık üretiminin sürdürülebilirliğini sağlamak için enterik Metan (CH₄) emisyonunu azaltmak, Enterik Metan (CH₄) emisyonunu düşürmek için de yeni alternatif yem katkı maddeleri gerekmektedir. (Ercüment vd 2021).

Bu çalışma Kayseri bölgesinde yetişen ve içeriğinde yüksek oranda fenolik bileşikler bulunduran gilaburu (*Viburnum opulus* L) meyvesininin kullanılarak yetişkin sığırların rumeninde, aneorobik ortamda oluşan metan gazının oluşumunu engelleyerek, oluşacak enerji kaybının ve metan gazının atmosfere salınımının engellenmesini kapsamaktadır.

Gilaburu (*Viburnum opulus* L) meyvesinde bulunan fenolik bileşikler, Gallik asit 108.3 g/kg, Kateşin 285 g/kg, Kafeik asit 26,26 g/kg, Siringik asit 30.29 g/kg, P- Kumarik asit 0,104 g/kg, Ferulik asit 55.90 g/kg, O- Kumarik asit 13,91 g/kg, Protocatechuic asit 20.93

g/kg, Vanilic asit 22,49 g/kg, Rutin 17.81 g/kg, Quercetin 6,11 g/kg dir.(Güleşci , 2019) Meyve suyunun içerisinde bulunan fenolojik bileşikler Mirisetin 35.97 mg/L, klorojenik asit 798.81mg/L, Kafeik asit 26.22 mg/L, p-Kumarik asit 3.38 mg/L, p-Hidroksibenzoik asit 92.10 mg/L dir. Meyve suyunun içerisinde bulunan organik asitler ise, Oksalik asit 572,70 mg/L, Tartarik asit 94,81 mg/L, L.Malik asit 9422,08 mg/L, L Askorbik asit 735,99 mg/L, 'dir (Çam ,2005).

Gilaburu meyveleri polifenoller (flavonoidler, tanenler ve antosiyaninler), lipidler ve lipid bileşikleri (uçucu yağlar, karotenoidler, saponinler ve steroidler), proteinler ve pektinler içermektedirler (Konarska, 2018).

Klorojenik asit, çeşitli bitkilerde bulunan, birçok önemli farmakolojik etkiye sahip, doğada yaygın olarak bulunan doğal bir bileşiktir. Ayrıca bitkilerde önemli bir sekonder metabolittir (Miao ve Xiang . 2020). Yapılan araştırmalarda gilaburu (*Viburnum opulus* L) meyve suyu içerisinde yüksek oranda bulunan klorojenik asitin bakteriyel patojenlerin büyümesini etkili bir şekilde inhibe ettiğini, dış ve plazma zarı geçirgenliğini önemli ölçüde artırdığını, bunun da bariyer işlevinin kaybına yol açtığını, hatta hafif bir nükleotid sızıntısına neden olduğunu görülmüştür. Klorojenik asitin dış zara bağlandığı, zarı bozduğu, hücre içi potansiyeli tükettiği ve hücre ölümüne yol açan sitoplazma makromoleküllerini serbest bıraktığı saptanmıştır (Lou Z vd, 2011).

Ekolojik olarak güvenli ve sentetik bakterisitlerden daha az tehlikeli olan klorojenik asit gibi doğal antimikrobiyal ajanlar, antibiyotiklere dirençli bakteriler üzerinde umut verici aktivite sergilemesi nedeniyle klorojenik asit, sentetik antimikrobiyal ilaçlara güvenli bir alternatif olarak antimikrobiyal kombinasyonlarda kullanılabilir (Arunkumar , vd 2013).

Klorojenik asit ve ilgili bileşiklerin, mikrobiyal hücre zarı üzerinde fizyolojik değişiklikler uygulayan ve sonunda hücre ölümüyle sonuçlanan biyoaktif fenolik bileşiklerin etkisi nedeniyle bakterisidal etkilere sahip olduğunu tespit edildi (Kabir vd 2014).

Gilaburu meyvesinde bulunan yüksek orandaki fenolik bileşiklerin antimikrobiyel etkileri değerlendirilerek Gram(+) ve Gram (-) bakterilerin üremeleri ve faaliyetleri güçlü bir şekilde inhibe edilebilmektedir. (Česoniene vd. 2012) İşte bu yüzden dünya üzerinde doğal olarak yetişen Gilaburu (*Viburnum opulus* L) içerdiği yüksek orandaki fenolik

bileşikler sebebiyle gelecekteki kapsamlı araştırmaların konusu olmalıdır (Āesoniene vd. 2014).

Bu proje kapsamında Akkışla yetiştirilen gilaburu meyvesi doğal hali ile yem değeri tespit edilecektir. Ayrıca proje kapsamında bu bitkinin yem olarak değerlendirilememesi durumu da dikkate alınarak anti-metanojenik özelliği belirlenecek ve yüksek potansiyele sahip olması durumunda yem katkı maddesi olarak kullanımı teşvik edilebilecektir. Bu şekilde hayvancılıkta kullanılabilir ekonomik ve temini kolay bir yem kaynağı olarak kullanılabilir değeri dūřünölmektedir.



2. BÖLÜM

YÖNTEM VE MATERYAL

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Laboratuvarında yapılmıştır. Bu tez çalışmasında materyal olarak Kayseri ili Akkışla ilçesinden ekim ayında toplanan gilaburu meyveleri in vitro yöntemle metan üretimi ve sindirilebilirliği belirlenmiştir.

2.1. Yöntem

Bu çalışmada yararlanılacak gilaburu meyveleri Ekim-Kasım aylarında Akkışla ilçesinden toplanacaktır. Gilaburu ağaçlarından Çalışma kapsamında gilaburunun meyveleri toplanarak laboratuvara getirilerek kurutulacaktır. Kurutulmuş olan örneklerin; kuru madde (KM), ham protein (HP), ham kül (HK), ham yağ (HY) analizleri AOAC (1990)'de belirtilen yöntemlere göre yapılacaktır. Ham selüloz (HS), Asit deterjan fiber (ADF), Nötral deterjan fiber (NDF), Asit deterjan lignin (ADL) ve in vitro gaz ölçümleri yapılmak üzere 1 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülecek ve poşetlenecektir.

2.1.1. Kimyasal Analizler

2.1.1.1. Kuru Madde

Labaratuvara getirilen örnekler ilk önce yaş ağırlıkları tartılıp, meyve halinde ve posa halinde etüvde (Şekil 2) 70 °C 48 saat süre ile kurutulmuştur. Kurutulan örnekler tartılıp çıkan sonuç yaş halinden çıkarılarak % kuru madde (KM) tayini yapılmıştır.

$$\%KM = \frac{\text{Kurutulmuş Örnek} - \text{Dara}}{\text{Yaş Örnek Miktarı}} \times 100 \quad (2.1)$$



Şekil 2. Etüv

2.1.1.2. Ham Protein

Değirmende öğütülerek 1 mm elekten geçecek şekilde analize hazır hale getirilen örneklerin Ham protein (HP) analizi VELP Scientifica NDA 701 Dumas Nitrogen Analyzer (Şekil 3) cihazı kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 3. % Ham Protein Tespit Cihazı

2.1.1.3. Ham Kül (HK)

1 mm elekten geçecek şekilde değirmende öğütülen numuneler darası alınmış krozelere yem numunesinden yaklaşık 3-5 g konularak tartılmış ve krozeler (ŞEKİL 4) kömürleşme olmayacak şekilde, 550 °C’de 3 Saat boyunca içindeki numunelerin rengi beyaz olana kadar kül fırınında yakılmıştır. (Şekil 5)

$$HK\% = \frac{(Dara+Kül)-Dara}{(Dara + Örnek) - Dara} \times 100 \quad (2.2.)$$



Şekil 4. Kroze



Şekil 5. Kül Fırını

2.1.1.4. Ham yağ

1 mm elekten geçecek şekilde değirmende öğütülen numunelerin petrol eteri ile ekstraksiyon yöntemine göre ANKOM^{XT} 15 EKTRACTOR Cihazı (ŞEKİL 6) kullanılarak belirlenmiştir. Ankom XT4 filtre torbalarının darası alındıktan sonra içerisine 1 g \pm 0,005 örnek konularak filtre torbalarının ağzı mühürlendikten (ŞEKİL 7) sonra 3 saat 105 °C etüvde bekletilen numuneler sonra desikatöre alınıp soğutma işlemine tabi tutulmuştur. Soğuma işlemi sonrası tartımları yapılarak yağ analizi cihazının haznesine konulmuştur. Analiz için uygun olan süre ve sıcaklık ayarı yapıldıktan sonra cihaz çalıştırılmıştır. Ekstraksiyon işlemi sonrası torbalar 15-30 dakika 105 °C'de etüvde bekletilerek desikatöre alınmış ve soğuma sonrası yeniden tartılmıştır. Ham yağ (HY) sonuçları elde edilen veriler ile aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.



Şekil 6. Ham Yağ Tespit Cihazı



Şekil 7. Filtre Torba Ağızı Mühürleme Cihazı

$$HY\% = \frac{(W_2 - W_3)}{W_1} \times 100 \quad (2.3.)$$

W₁: Numune ağırlığı

W₂: Ekstraksiyondan önce, kurutma sonrası numune ve torba ağırlığı

W₃: Ekstraksiyondan sonra, kurutma sonrası numune ve torba ağırlığı

2.1.1.5. Nötral Deterjan Fiber (NDF)

Analizde kullanılan torbaların (Ankom F57) daraları alınıp içerisine 1 g örnek koyulmuştur. Torbalar ağız kısımlarından yaklaşık 4 mm içeriden sıcak mühürle kapatılmıştır. ANKOM^{A2000} Fiber Analyzer cihazına (ŞEKİL 8) nötral deterjan solüsyonu eklenerek analize tabi tutulmuştur. (ŞEKİL 9) Analiz sonucu cihazdan çıkarılan torbalar aseton içerisinde 3 dk süre ile bekletilip kurumaya bırakılmıştır. Kuruma sonrasında etüvde 105 °C'de 2 saat bekletilmiştir. Sonrasında yeniden desikatöre alınıp soğutulan torbalar tartılarak nötral deterjan fiber (NDF) oranları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

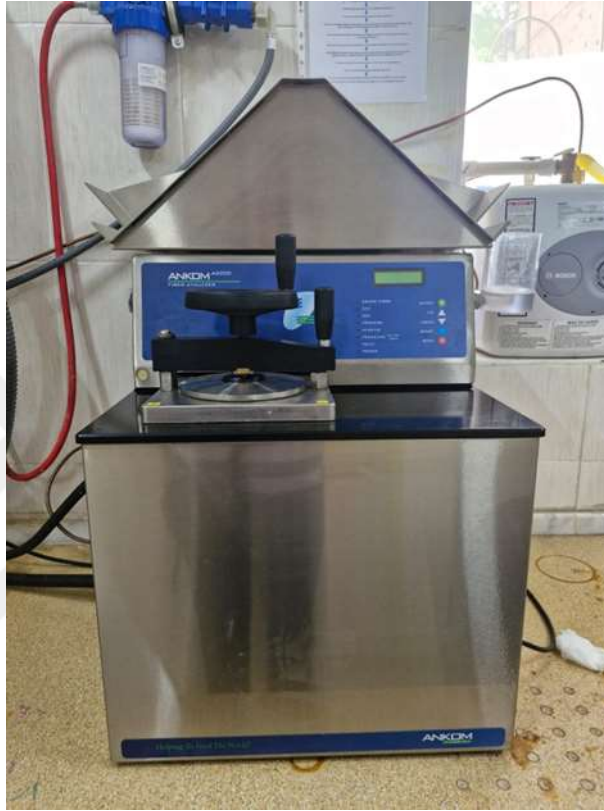
$$NDF\% = \frac{100 \times (W_3 - (W_1 \times C_1))}{W_2} \quad (2.4.)$$

W₁: Torba dara ağırlığı

W_2 : Örnek ağırlığı

W_3 : Ekstraksiyon sonrası kuru ağırlık

C_1 : Kör torba ağırlığı



Şekil 8. NDF, ADF, ADL Analiz Cihazı



Şekil 9. NDF, ADF, ADL Analizinde Materyalin Cihaza Yerleştirilmesi

2.1.1.6. Asit Deterjan Fiber (ADF)

Analizde kullanılan torbaların daraları alınıp içerisine 1 g örnek koyulmuştur. Torbalar ağız kısımlarından yaklaşık 4 mm içeriden sıcak mühürle kapatılmıştır. ANKOM^{A2000} Fiber Analyzer cihazına (ŞEKİL 10) asit deterjan solüsyonu eklenerek analize tabi tutulmuştur. Analiz sonucu cihazdan çıkarılan torbalar aseton içerisinde 3 dk süre ile bekletilip kurumaya bırakılmıştır. Kuruma sonrasında etüvde 105 °C'de 2 saat bekletilmiştir. Sonrasında yeniden desikatöre alınıp soğutulan torbalar tartılarak asit deterjan fiber (ADF) oranları aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$ADF\% = \frac{100 \times (W_3 - (W_1 \times C_1))}{W_2} \quad (2.5.)$$

W₁: Torba dara ağırlığı

W₂: Örnek ağırlığı

W₃: Ekstraksiyon sonrası kuru ağırlık

C₁: Kör torba ağırlığı

2.1.1.7 Asit Deterjan Lignin (ADL)

Asit deterjan fiber oranı belirlenen örnekler %72'lik sülfürik asit içerisinde 30 Dakikada bir 20 defa çalkalanarak bu işlem 6 defa tekrarlanır toplamda 3 saat %72'lik sülfürik asit içerisinde bekletilmiştir. Örnekler bekletme sonrasında pH seviyeleri nötr olana kadar çeşme suyu kullanarak yıkanmıştır. pH seviyeleri nötr olan örnekler 3-5 dk süre ile aseton içerisinde bekletilmesinin ardından etüv içerisinde 105 °C sıcaklıkta 2 saat kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan örnekler tartıldıktan sonra asit deterjan lignin (ADL) oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Goering ve Van Soest, 1970).

$$ADL \% = \frac{W_3 - (W_1 \times W) \times 100}{W_2 \times KM} \quad (2.6.)$$

W: Boş torba düzeltmesi

W₁: Torba dara ağırlığı

W₂: Örnek ağırlığı

W₃: Ekstraksiyon sonrası kuru ağırlık

C₁: Kör torba ağırlığı

Örneklerin (NDF), (ADF) ve (ADL) analizleri Van Soest ve ark. (1991) ile Goering ve Van Soest (1975)' a göre yapıldıktan sonra selüloz, hemiselüloz ve lignin miktarları aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır.

Selüloz % = ADF – ADL

Hemiselüloz % = NDF – ADF

Lignin % = ADL

2.1.2. İn Vitro Gaz Üretimini Belirlenmesi

Toplam gaz üretiminin ölçülmesinde in vitro gaz üretim tekniği (hohenheim gas test) modifiye edilerek aşağıdaki gibi uygulanmıştır (Menke ve ark., 1979; Menke ve Steingass, 1988; Blümmel ve Ørskov, 1993).

1 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülerek hazırlanan yem örneği yaklaşık 200 mg tartılmış ve enjektöre konulmuştur. (ŞEKİL 10) Enjektörlerin pistonları gaz kaçırılmalarını önlemek için ilk 2-3 cm'lik kısmı hariç vazelinle yağlanmıştır. Örneklerin miktarının 200 mg tutulmasının nedeni toplam gaz üretiminin 90 ml'yi aşmayacak şekilde ayarlanmak için olup gaz üretiminin 90 ml'yi aşması halinde ise enjektörlerde biriken gaz dışarı atılmış, dışarı atılan gaz miktarı kayıt edilerek hesaplamalarda dikkate alınmıştır.



Şekil 10. Örneklerin Cam Enjektörlere Konulması

İn vitro gaz üretim tekniği çalışmasında kullanılan çözeltiler aşağıdaki formüller kullanılarak hazırlanmıştır.

Mikro Mineral Çözeltisi: 13.2g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 10.0 g $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 8.0 g $\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ve 1.0 g $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ saf su içinde eritilerek saf su ile 100 ml'lik çözelti hazırlanmıştır.

Tampon Çözeltisi: 4.0 g $(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$ ve 35.0 g NaHCO_3 saf su içinde eritilerek saf su ile 1000 ml'lik çözelti hazırlanmıştır ve pH 8.1'e ayarlanmıştır.

Makro Mineral Çözeltisi: 5.7 g Na_2HPO_4 susuz, 6.2 g KH_2PO_4 susuz ve 0.6 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ saf su içinde eritilerek saf su ile 1000 ml'lik çözelti hazırlanmıştır ve pH 6.8'e ayarlanmıştır.

Resazurin Çözeltisi: 100 mg resazurin saf suda çözündürülerek, 100 ml'lik çözelti hazırlanmıştır.

İndirgeme Çözeltisi: Rumen sıvısı alınmadan hemen önce 1 Normal 4 ml NaOH, 625 mg $\text{Na}_2\text{S} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ve 95 ml saf su katılarak, her zaman taze olarak hazırlanmıştır.

2 litrelik tampon çözeltisinin hazırlanması (Yapay Tükürük):

948 ml saf su,

0,24 ml mikromineral çözeltisi,

474 ml rumen tampon çözeltisi,

474 ml makromineral çözeltisi,

2,44 ml resazurin çözeltisi ve

95 ml redüksiyon (İndirgenme) çözeltisi karıştırılarak 2 litrelik balon içinde hazırlanmıştır.

Hazırlanan yapay tükürük karışımı 39 °C' deki su banyosunda manyetik bir karıştırıcı ile karıştırılırken plastik hortum yardımıyla, hortumun ucu çözelti içine daldırılarak CO_2 tüpünden CO_2 verilerek homojen bir karışım elde edilmesinin yanında rumen mikroorganizmaları için uygun olan CO_2 ce doymuş bir karışım elde edildi. Yapay tükürük

karışımının rengi önce maviden pembeye sonra da renksizliğe dönüp dönmediği gözlenmiştir (Renk değişimi ortamın indirgenmiş olduğunu göstermektedir). Karışıma rumen sıvısı eklenmeden önce karışımın sıcaklığın 39 °C olduğu kontrol edilmiştir.

Rumen sıvısı İn vitro gaz üretim tekniğinde kullanmak amacıyla, Kayseri’de faaliyet gösteren bir mezbahane kesilen 3 yaşında sağlıklı 1 baş tosunun rumeninden zaman kaybetmeden alınmıştır. Rumen içeriğini termos içerisine alınarak vakit kaybetmeden uygulamanın yapılacağı laboratuvara getirilmiştir. Rumen içeriği laboratuvarında 4 katlı bir tülbent yardımıyla süzümüştür. Süzülen rumen içeriğinin sıvı kısmı bekletilmeden tekrar CO₂ verilerek iki katlı steril bir tülbent yardımıyla bir kaba süzümüştür. Süzülen rumen içeriği manyetik bir karıştırıcı üzerine oturtulmuş bir su banyosunda (39 °C) tutulan bir cam balonda bir kısım rumen sıvısı ve iki kısım vasat ile karıştırılarak, sıvı içine bir tüp ile sürekli olarak karbondioksit gazı verilmiştir.

Rumen sıvısı ve yapay tükürük karışımından 30 ml karışım bir otomatik pipetle (dispenser) daha önceden 39 °C’de etüvde tutulmuş olan ve içerisinde yem örneği bulunan 100 ml’lik özel cam enjektöre (ŞEKİL 11) konulmuştur. Enjektörlerin içerisindeki gaz kabarcıkları ve fazla hava ortamdaki uzaklaştırılmıştır. Enjektörlerin ucundaki silikon boru üzerindeki kışkaçlar kapatılarak ve pistonun pozisyonu okunmuş ve kayıt edilmiştir. Bütün enjektörlerin doldurulma işlemi 30 dakikayı geçmeyecek şekilde tamamlanarak 39 °C’ye ayarlı özel su banyosundaki enjektör desteklerine yerleştirilmiştir. Okumalar 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 ve 96. saatlerde, sıcaklık değişikliklerini de önlemek için mümkün olduğu kadar hızlı yapılmıştır. Her okumadan sonra enjektörler, kesinlikle çalkalamadan, yan yüzeylere yapışmış yem örneğinin tekrar rumen sıvısı içine alınması amacıyla hafifçe dört kez alt üst edilerek karıştırılmıştır (ŞEKİL 12 ve 13) Rumen sıvısındaki aktivite ve kompozisyonundaki değişiklikler üç paralel ölçümle denetlenmiştir. Rumen sıvısındaki aktivite ve kompozisyonundaki değişiklikler rumen sıvısı ve ortamın yemsiz inkübasyonu (kör deneme, GÜo) ölçümü ile denetlenmiştir.



Şekil 11. 100 ml'lik özel cam enjektörler



Şekil 12. 39 °C'ye ayarlı özel su banyosundaki enjektörler



Şekil 13.24. Saatte 39 °C'ye ayarlı özel su banyosundaki enjektörler

Anti-metanojenik potansiyelinin belirlenmesi İn vitro gaz üretimi analizi esnasında 96 saatlik inkübasyonda oluşan gaz şırıngaya transfer edildikten sonra metan konsantrasyonları (%) İnfrared gaz analiz cihazı (Sensor Europe GmbH, Erkrath, Germany) kullanılarak belirlenmiştir. (ŞEKİL 14) Metan yüzdesine göre %>11-14 olması durumunda düşük, %>6-11 olması durumunda orta, %>0-6 olması durumunda yüksek anti metanojenik özelliğe sahip olduğu belirlenecektir (Lopez ve ark. 2010).



Şekil 14. 96. Saatte Metan Gazı Ölçümü

Gaz üretim miktarları ise şu formüle göre belirlenmiştir:

$$GÜ(\text{ml}/200\text{mg KM}, 24 \text{ saat}) = [(V_{24} - V_0 - GÜ_0) \times 200 \times (F_k + F_c) / 2] / ÖA$$

V₀: İnkübasyonun başında pistonun pozisyonu, ml

V₂₄: 24 saatlik inkübasyondan sonra pistonun pozisyonu, ml

GÜ₀: Örneksiz rumen sıvısının 24 saatlik inkübasyonda verdiği ortalama gaz üretimi, ml

ÖA: mg KM olarak test edilen örneğin ağırlığı

Gaz üretim parametreleri, NEWAY adlı PC paket programı yardımıyla Ørskov ve McDonald (1979)'ın bildirdiği aşağıdaki modele göre hesaplanmıştır.

$$y = a + b(1 - e^{-ct})$$

burada;

a: hemen çözünebilir fraksiyondan oluşan gaz miktarı (ml)

b: zamana bağlı oluşan gaz miktarı (ml)

c: gaz üretim hızı, (ml/saat)

a+b: toplam gaz üretimi (ml)

t: inkübasyon süresi (saat)

y: "t" zamandaki gaz üretimi

Organik maddenin sindirilebilirliği (OMS, %), 24. saatteki gaz üretim miktarından (GÜ), ham protein (HP, % KM) ve ham külden (HK, % KM) aşağıdaki formül (Menke ve ark., 1979) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{OMS, Kaba Yemler \%} = 14.88 + 0.8893 \text{ GÜ} + 0.45 \text{ HP} + 0.0651 \text{ HK}$$

Gaz üretim tekniği ile gaz miktarı belirlenen yemlerin net enerji laktasyon (NEL) (Menke ve Steingass 1988) içeriklerinin hesaplanmasında aşağıda bildirilen eşitlikten yararlanılmıştır.

$$\text{NEL, Kaba Yemler (MJ/kg KM)} = 0.101 \text{ GÜ} + 0.051 \text{ HP} + 0.012 \text{ HY}$$

GÜ: 24 saatlik inkübasyon süresince 200mg yem maddesi başına oluşan gaz hacmidir.

Metabolize edilebilir enerji (ME) içerikleri ise, yem örneklerinin HP (% KM), HY (% KM) ve HK (% KM) içerikleri dikkate alınarak (Menke ve ark., 1979) aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{ME, (MJ/kg KM)} = 2.20 + 0.136 \text{ GÜ} + 0.0574 \text{ HP}$$

2.1.3. İstatistik Analizler

Gilaburu meyvelerine ait elde edilen verilerin değerlendirilmesi için tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Analiz öncesinde, ANOVA varsayımlarının sağlanıp sağlanmadığını kontrol etmek amacıyla, Shapiro-Wilk testi ile normallik varsayımı test

edilmiş ve verilerin normal dağılıma uygun olduğu belirlenmiştir ($P>0,05$). Ayrıca, Levene testi kullanılarak varyansların homojenliği test edilmiş ve varyansların homojen olduğu sonucuna ulaşılmıştır ($P>0,05$). Gruplar arası ortalamaların karşılaştırılması için Duncan çoklu karşılaştırma testi tercih edilmiştir. Tüm istatistiksel analizler, Erciyes Üniversitesi lisansı ile kullanılan SPSS 20.0 programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

2.2. Meyve ve Yem Materyalinin Temini ve Özellikleri

2.2.1. Meyve Materyalinin Temini ve Özellikleri

Kayseri ili Akkışla ilçesinde doğal olarak yetişen Gilaburu meyveleri ekim ayında olgunlaştıkları dönemde toplanarak temiz içme suyu içerisinde plastik bidonlarda ocak ayına kadar fermentasyona bırakılmış, fermente olan gilaburu meyveleri araştırma çerçevesinde meyve, posa olarak kimyasal analizlerde meyve, Posa ve meyve suyu olarak ta gaz analizlerinde kullanılmıştır. Gilaburu, (*Viburnum opulus L*) Anadolu'da doğal olarak yetişen yabani meyvedir. Özellikle Kayseri ili Akkışla ve Bünyan ilçelerinde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ağaçları 3-4 m ulaşabilen çalı formundadır. Bölgede Gilaburu, (*Viburnum opulus L*) ağaçları nisan-mayıs döneminde beyaz çiçek açar, meyveleri ise ekim ayı içerisinde olgunlaşır. meyveleri 6-9 mm çapında, kırmızı renkli ve çekirdeklidir. (Şekil 15) meyveler acımsı ve kokusuzdur. meyveleri yörede 1-3 ay İçme suyunda olgunlaştırıldıktan sonra sıkılıp, suyu çıkarılarak tüketilmektedir (Eren,2021).



Şekil 15. Gilaburu meyvesinin olgun ve çiçek hali

2.2.2. Yem Materyalinin (TMR) Temini ve Özellikleri

Yem materyali, Kayseri ili Develi ilçesinde faaliyet gösteren, 1600 sağmal ineğin bulunduğu ve toplamda 5000 baş kapasiteli Saray Çiftliği'nden temin edilmiştir. Araştırmada kullanılan toplam karma rasyon (TMR), çiftlikte faz 2 sağmal ineklerin beslenmesinde kullanılan günlük yem karışımı olarak seçilmiştir. Bu yem örnekleri, in vitro gaz üretimi ve diğer analizler için uygun hale getirilmek üzere laboratuvara getirilmiş ve 1 mm gözenekli elekten geçebilecek şekilde öğütülmüştür. Elde edilen öğütülmüş materyal, analiz öncesinde homojen bir şekilde paketlenerek uygun koşullarda muhafaza edilmiştir. Bu işlem, TMR'nin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin korunmasını ve analiz sırasında güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

%46,585'i kaba yem, %53,415'i konsantre yemden oluşan yem materyali (TMR); Mısır silajı (%31KM), Süt yemi (23 HP- 3000 Kcal/kg), Mısır, Yonca kuru otu (%15/16 HP), Soya Küspesi (%44 HP), Fraksiyonize Bypass Yağ, Yem katkı Maddeleri (Sodyum Bikarbonat, Protein Yapısında Olmayan Azot, Amino Asit, Toksin Bağlayıcı), Vitamin minarel piremiks ve su'dan oluşmaktadır.

Yem materyalinin (TMR) besin değerleri; KM %52,617- HP 15,655- Nişasta %28,811 – ADF %19,236 – NDF %31,083 – ADL%3,464 – ME 2,608 Mcal/ kg – Ca %0,637 – P %0,408 – Mg %0,315 – K %1,205 – Na %0,271- Cl %0,362 dir.

2.3. Materyalin % karışımlarının analizler için hazırlanması

2.3.1. Gilaburunun Kimyasal Analizler İçin Hazırlanması

Kimyasal analizler için kullanılacak gilaburu meyvelerinin bir kısmı bütün haliyle diğer kısmı sıkılarak suyun uzaklaştırılması yöntemiyle posa haline getirildi. Bütün meyveler ve posaları ayrı ayrı tartılarak etüvde 70 °C 48 saat süre ile kurutulmuştur. Kurutulan meyve ve posa 1 mm'lik elekten geçebilecek şekilde öğütülerek kilitli poşetlerde hava almayacak şekilde muhafaza edilmiştir.

2.3.2. Yem ve Meyvelerin Gaz Analizi İçin Hazırlanması

Kimyasal analizler için hazırlanıp öğütülen meyve ve posaya ilaveten gaz analizinin yapılacağı zaman gilaburular tülbent yardımıyla yeteri miktarda gilaburu suyu sıkılarak hazır hale getirildi.

Öğütülen yem materyali meyve karışımından gaz analizinden kullanılmak üzere 50 şer g olmak üzere

%99 yem materyali + %1 meyve / posa / meyve suyu, %98 yem materyali + %2 meyve / posa / meyve suyu, %96 yem materyali + %4 meyve / posa / meyve suyu, %92 yem materyali + %8 meyve / posa / meyve suyu, %84 yem materyali + %16 meyve / posa / meyve suyu olacak şekilde 50 şer g'lık karışımlar hazırlandı, ayrıca gaz üretimlerinin karşılaştırılabilmesi için kontrol grubu oluşturuldu. (ŞEKİL 16)



Şekil 16. Yem ve Örnek Karışımının Hazırlanması

3. BÖLÜM

BULGULAR

Yapılan çalışmada rasyona ilave edilen gilaburu meyvesi ve gilaburu posasının kimyasal analizi yapılmış, ayrıca gilaburu meyvesi, gilaburu posasının gilaburu suyunun in vitro olarak rumen sıvısında metan üretimine etkisi belirlenmiştir,

Gilaburu bitkisinin meyvesi ve posasından elde edilen örneklere ait besin bileşenleri, kimyasal analiz sonuçları doğrultusunda belirlenmiştir. Söz konusu örneklerin ham protein (HP), ham yağ (HY), ham kül (HK), hemiselüloz, selüloz, kuru madde (KM), asit deterjan lif (ADF), nötr deterjan lif (NDF) ve asit deterjan lignin (ADL) içerikleri yüzdesel (%) değerler olarak analiz edilmiştir. Bu bileşenlere ait veriler, Tablo 3'te detaylı bir şekilde sunulmuş olup, her bir parametrenin gilaburu meyvesi ve posasıyla üretilen örneklerin besin değeri üzerindeki etkileri ortaya konulmuştur. Tablo, hem gilaburu kaynaklı örneklerin besin içeriğinin çeşitliliğini hem de hayvan beslenmesinde kullanılabilirlik potansiyelini değerlendirmek için kapsamlı bir veri seti sağlamaktadır.

Tablo 3. Glaburu meyvesinin ve Posasının kimyasal kompozisyonu üzerine etkileri

BİLEŞİM	YEMLER	
	Gilaburu Meyvesi	Gilaburu Posa
Ham Protein (%)	2.76	7.07
Ham Yağ (%)	6.32	12.95
Ham Kül (%)	2.64	2.14
Kuru Madde (%)	14.25	31.41
Selüloz (%)	16.1	26.29
Hemiselüloz (%)	4.72	10.55
ADF (%)	26.06	41.98
NDF (%)	30.78	52.53
ADL (%)	9.96	15.7

HP: Ham protein; HY: Ham yağ; HK: Ham kül; NDF: Nötral deterjan fiber; ADF: Asit deterjan fiber; ADL: Asit deterjan lignin

Gilaburu meyvesi ve posasının kimyasal kompozisyonuna ilişkin yapılan analizler sonucunda, iki grup arasında önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Gilaburu posasının ham protein içeriği (%7.07), gilaburu meyvesine (%2.76) kıyasla yaklaşık 2.5 kat daha yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde, gilaburu posasının ham yağ içeriği (%12.95), gilaburu meyvesinden (%6.32) önemli ölçüde daha yüksektir. Ancak, ham kül açısından değerlendirildiğinde, gilaburu meyvesinin (%2.64), posasına (%2.14) göre daha yüksek bir içeriğe sahip olduğu tespit edilmiştir.

Kuru madde içeriği açısından gilaburu posası (%31.44), gilaburu meyvesine (%14.25) göre iki kat daha yüksek bir değere sahiptir. Lif bileşenleri açısından değerlendirildiğinde, gilaburu posasının selüloz içeriği (%26.29), gilaburu meyvesine (%16.10) kıyasla daha yüksek olduğu, aynı şekilde, gilaburu posasının asit deterjan lif (ADF; %41.98) ve nötr deterjan lif (NDF; %52.53) içerikleri, gilaburu meyvesine göre (%26.06 ve %30.78) yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Hemiselüloz (%10.55) ve asit deterjan lignin (ADL; %15.7) içerikleri açısından gilaburu posası, gilaburu meyvesine (%4.72 ve %9.96) göre daha yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen bu bulgular, gilaburu posasının kimyasal bileşenler açısından daha zengin bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle yüksek protein, yağ ve lif içeriği ile dikkat çeken gilaburu posası, hayvan beslenmesinde alternatif bir yem kaynağı olarak değerlendirilebilir. Bu sonuçlar, gilaburu meyvesi ve posasının yem materyali olarak potansiyel kullanımlarını destekler niteliktedir ve bu materyallerin besinsel çeşitliliğini göstermektedir.

Farklı oranlarda (%1.2.4.8.16) Gilaburu posasının fermantasyona tabi tutulması sonucu hesaplanan ME değerinin organik madde sindirilebilirlik derecesi (OMSD) ve metan gazı üretimi üzerine etkisi incelenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 4'de sunulmuştur. Analizler sonucunda, uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.05$).

Tablo 4. Gilaburu posasının metan gazı üretimi, metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesi üzerine etkisi

Gruplar	GİLABURU POSASI		
	Metan Üretimi	Metabolik Enerji (ME)	Organik Madde Sindirilebilirliği (OMS)
Kontrol	9.70 ± 0.64	1.69 ± 0.02 ^{ab}	59.46 ± 0.45 ^{ab}
%1	9.63 ± 0.27	1.81 ± 0.08 ^{ab}	63.27 ± 2.57 ^{ab}
%2	9.60 ± 0.17	1.59 ± 0.10 ^b	56.12 ± 3.42 ^b
%4	9.73 ± 0.54	1.71 ± 0.09 ^{ab}	59.89 ± 2.88 ^{ab}
%8	10.97 ± 0.60	1.91 ± 0.02 ^a	66.26 ± 0.54 ^a
%16	10.30 ± 0.60	1.81 ± 0.04 ^{ab}	62.68 ± 1.31 ^{ab}
P	0.380	0.069	0.081

OMS: Organik madde sindirilebilirliği. ME: Metabolik enerji. a,b: aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistiksel farklılığı (P<0.05) gösterir.

Gilaburu posasının metan gazı üretimi (%), metabolik enerji (ME) ve organik madde sindirilebilirliği (OMS) üzerindeki etkisi tabloda gösterilmiştir. Çalışmada farklı konsantrasyonlarda gilaburu posası içeren grupların bu üç parametre üzerindeki etkileri belirlenmiş ve istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Metan gazı üretim değerleri açısından gruplar arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir (P>0.05). En yüksek metan üretimi %8 grubunda (10.97 ± 0.60) tespit edilirken, en düşük değer %2 grubunda (9.60 ± 0.17) gözlemlenmiştir.

Metabolik enerji değerleri açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir (P>0.05). En yüksek metabolik enerji değeri %8 grubunda (1.91 ± 0.02) tespit edilmiştir. En düşük metabolik enerji ise %2 grubunda (1.59 ± 0.10) kaydedilmiştir.

Organik madde sindirilebilirliği açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir (P>0.05). En yüksek OMS değeri %8 grubunda (66.26 ± 0.54) tespit edilirken, en düşük değer %2 grubunda (56.12 ± 3.42) bulunmuştur.

Sonuçlara göre, %8 oranında gilaburu posası içeren grup metabolik enerji ve organik madde sindirilebilirliği açısından en yüksek değerlere ulaşmış, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. %2 grubu ise en düşük değerlere sahip olmuştur. Bu da gilaburu posasının çok düşük seviyelerde kullanımının istenmeyen sonuçlara yol açabileceğini düşündürmektedir.

Gilaburu posasının yeme farklı oranlarda ilave edilmesinin fermantasyon süresi boyunca gaz üzerindeki etkileri incelenmiş ve sonuçlar Tablo 5’de sunulmuştur. Bulgular, gaz üretim oranlarının, Gilaburu posası oranına ve fermantasyon süresine bağlı olarak değişiklik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 5. Gilaburu posasının gaz üretimi üzerine etkisi

Zaman	Gruplar						P
	Kontrol	1%	2%	4%	8%	16%	
3. Saat	15.33 ± 2.03 ^{ab}	16.33 ± 1.76 ^{ab}	14.67 ± 1.45 ^{ab}	13.00 ± 1.00 ^b	20.00 ± 2.08 ^a	17.67 ± 0.67 ^{ab}	0.102
6. Saat	25.00 ± 0.58 ^{ab}	24.67 ± 2.40 ^{ab}	20.33 ± 4.10 ^b	22.33 ± 1.20 ^b	30.33 ± 2.40 ^a	25.33 ± 0.33 ^{ab}	0.115
12. Saat	33.33 ± 0.33 ^{ab}	33.00 ± 3.00 ^{ab}	24.33 ± 3.93 ^c	31.00 ± 3.21 ^{bc}	39.33 ± 0.33 ^a	37.33 ± 0.88 ^{ab}	0.014
24. Saat	42.00 ± 0.58 ^{ab}	46.33 ± 2.96 ^{ab}	38.33 ± 3.84 ^b	42.67 ± 3.18 ^{ab}	50.00 ± 0.58 ^a	46.33 ± 1.45 ^{ab}	0.068
48. Saat	54.00 ± 3.46 ^{ab}	55.67 ± 2.60 ^{ab}	48.00 ± 5.03 ^b	51.33 ± 3.84 ^{ab}	62.00 ± 0.00 ^a	57.00 ± 1.73 ^{ab}	0.116
72. Saat	62.33 ± 6.06 ^{ab}	65.00 ± 4.04 ^{ab}	54.67 ± 6.23 ^b	54.33 ± 4.10 ^b	71.33 ± 0.88 ^a	67.00 ± 2.31 ^{ab}	0.096
96. Saat	63.33 ± 6.06 ^{ab}	66.67 ± 3.84 ^{ab}	56.33 ± 5.90 ^b	55.00 ± 4.36 ^b	73.00 ± 1.15 ^a	69.00 ± 2.31 ^{ab}	0.073

a.b: aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistiksel farklılığı (P<0.05) gösterir.

Gilaburu posasının farklı zaman dilimlerindeki gaz üretimine etkisi incelendiğinde, 3. saat ölçümlerinde en yüksek gaz üretimi %8 grubunda (20.00 ± 2.08) tespit edilirken, en düşük üretim %4 grubunda (13.00 ± 1.00) gözlemlenmiştir. 3.saat diliminde P>0.05 olduğu için gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. 6. saat ölçümlerinde en yüksek gaz üretimi yine %8 grubunda (30.33 ± 2.40) gözlemlenmiş, en düşük değer ise %2 grubunda (20.33 ± 4.10) kaydedilmiştir. Bu zaman noktasındaki P>0.05 olduğundan istatistiksel anlamlı bir fark saptanmamıştır.

12. saatte ise en yüksek gaz üretimi %8 grubunda (39.33 ± 0.33) bulunurken, en düşük üretim %2 grubunda (24.33 ± 3.93) olmuştur. P<0.05 olarak belirlenmiş ve istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. 24. saatte en yüksek gaz üretimi %8 grubunda (50.00 ± 0.58) tespit edilmiştir. En düşük üretim ise %2 grubunda (38.33 ± 3.84) kaydedilmiş, bu zaman noktasında P>0.05 olup, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

48. saat ölçümlerinde en yüksek gaz üretimi %8 grubunda (62.00 ± 0.00) bulunurken, en düşük üretim %2 grubunda (48.00 ± 5.03) kaydedilmiştir. $P>0.05$ olup, bu noktada da gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. 72. saat ölçümlerinde en yüksek gaz üretimi %8 grubunda (71.33 ± 0.88) gözlemlenmiş, en düşük üretim ise %4 grubunda (54.33 ± 4.10) kaydedilmiştir. $P>0.05$ olup gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. 96. saatte en yüksek gaz üretimi %8 grubunda (73.00 ± 1.15) kaydedilirken, en düşük üretim %4 grubunda (55.00 ± 4.36) gözlemlenmiştir. Bu noktada $P>0.05$ olup, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

Sonuç olarak, gilaburu posasının gaz üretimi üzerindeki etkisi zaman içinde değişim göstermiş olup, özellikle 12. saatte anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($P<0.05$). En yüksek gaz üretimi genellikle %8 grubu tarafından gösterilmiş, en düşük gaz üretimi ise çoğunlukla %2 ve %4 gruplarında gözlemlenmiştir.

Farklı oranlarda (%1.2.4.8.16) Gilaburu meyvesinin fermantasyona tabi tutulması sonucu hesaplanan ME değerinin organik madde sindirilebilirlik derecesi (OMSD) ve metan gazı üretimi üzerine etkisi incelenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 6'da sunulmuştur. Analizler sonucunda, uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Tablo 6. Gilaburu meyvesinin metan gazı üretimi, metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesi üzerine etkisi

Gruplar	Gilaburu Meyvesi		
	Metan	Metabolik Enerji (ME)	Organik Madde Sindirilebilirliği (OMS)
%100	9.70 ± 0.64	1.69 ± 0.02^{bc}	59.46 ± 0.45^{bc}
%1	10.13 ± 0.41	1.99 ± 0.08^a	69.18 ± 2.54^a
%2	8.70 ± 1.38	1.47 ± 0.08^c	52.23 ± 2.53^c
%4	8.93 ± 0.28	1.70 ± 0.15^{bc}	59.52 ± 4.96^{bc}
%8	9.93 ± 0.85	1.88 ± 0.08^{ab}	65.22 ± 2.54^{ab}
%16	9.43 ± 0.20	1.56 ± 0.01^c	54.38 ± 0.25^c
P	0.717	0.008	0.007

OMS: Organik madde sindirilebilirliği. ME: Metabolik enerji. a,b: aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistiksel farklılığı ($P<0.05$) gösterir.

Tabloda gilaburu meyvesinin metan gazı üretimi (%), metabolik enerji (ME) ve organik madde sindirilebilirliği (OMS) üzerindeki etkisini incelenmiştir. Çalışmada farklı oranlarda gilaburu meyvesi içeren grupların bu üç parametre üzerindeki etkileri belirlenmiş ve istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Metan gazı üretimi açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($P>0.05$). En yüksek metan üretimi %1 grubunda (10.13 ± 0.41) tespit edilirken, en düşük değer %2 grubunda (8.70 ± 1.38) gözlemlenmiştir.

Metabolik enerji değerleri açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). En yüksek metabolik enerji değeri %1 grubunda (1.99 ± 0.08) tespit edilirken, en düşük metabolik enerji %2 grubunda (1.47 ± 0.08) bulunmuştur.

Organik madde sindirilebilirliği açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($P<0.05$). En yüksek OMS değeri %1 grubunda (69.18 ± 2.54) bulunurken, en düşük değer %2 grubunda (52.23 ± 2.53) gözlemlenmiştir.

Gilaburu meyvesinin metan üretimi, metabolik enerji ve organik madde sindirilebilirliği üzerindeki etkileri istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre, gilaburu meyvesinin metan üretimi üzerinde belirgin bir etkisi bulunmamaktadır. Metabolik enerji ve organik madde sindirilebilirliği açısından ise gruplar arasında anlamlı farklar gözlemlenmiştir ($P<0.05$).

Gilaburu meyvesinin yeme farklı oranlarda ilave edilmesinin fermantasyon süresi boyunca gaz üzerindeki etkileri incelenmiş ve sonuçlar Tablo 7’de sunulmuştur. Bulgular, gaz üretim oranlarının, Gilaburu posası oranına ve fermantasyon süresine bağlı olarak değişiklik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 7. Gilaburu meyvesinin gaz üretimi üzerine etkisi

Zaman	Gruplar						P
	Kontrol	1%	2%	4%	8%	16%	
3. Saat	15.33 ± 2.03	17.00 ± 1.15	14.00 ± 1.15	15.67 ± 2.03	16.33 ± 1.45	12.67 ± 0.33	0.385
6. Saat	25.00 ± 0.58 ^a	25.33 ± 2.03 ^a	18.33 ± 3.18 ^b	26.33 ± 1.45 ^a	25.33 ± 2.60 ^a	18.00 ± 1.00 ^b	0.033
12. Saat	33.33 ± 0.33 ^{abc}	39.33 ± 3.18 ^a	29.00 ± 1.73 ^c	33.00 ± 3.61 ^{abc}	37.00 ± 2.31 ^{ab}	29.67 ± 0.67 ^{bc}	0.052
24. Saat	42.00 ± 0.58 ^{bc}	53.00 ± 2.89 ^a	34.00 ± 2.89 ^c	42.33 ± 5.55 ^{bc}	49.00 ± 2.89 ^{ab}	37.33 ± 0.33 ^c	0.008
48. Saat	54.00 ± 3.46 ^{ab}	63.33 ± 1.45 ^a	43.00 ± 2.31 ^b	51.00 ± 8.08 ^{ab}	61.00 ± 4.62 ^a	44.33 ± 0.67 ^b	0.024
72. Saat	62.33 ± 6.06 ^{ab}	73.33 ± 1.20 ^a	48.33 ± 0.88 ^b	56.67 ± 11.86 ^{ab}	70.00 ± 5.77 ^a	48.67 ± 1.86 ^b	0.050
96. Saat	63.33 ± 6.06 ^{ab}	76.33 ± 2.19 ^a	49.67 ± 0.88 ^b	57.33 ± 12.14 ^{ab}	71.00 ± 5.77 ^a	50.00 ± 2.08 ^b	0.047

a,b; aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistiksel farklılığı (P<0.05) göstermektedir.

Tabloda gilaburu meyvesinin farklı zaman dilimlerindeki (3. saat. 6. saat. 12. saat. 24. saat. 48. saat. 72. saat ve 96. saat) gaz üretimine etkisini incelenmiştir. Çalışmada farklı oranlarda gilaburu meyvesi içeren grupların gaz üretimi değerleri belirlenmiş ve istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Gilaburu meyvesinin 3. saat ölçümlerine göre en yüksek gaz üretimi %1 grubunda (17.00 ± 1.15) gözlemlenirken. en düşük üretim %16 grubunda (12.67 ± 0.33) tespit edilmiştir. P>0.05 olup. gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. 6. saat ölçümlerinde en yüksek gaz üretimi %4 grubunda (26.33 ± 1.45) tespit edilmiştir. En düşük gaz üretimi ise %16 grubunda (18.00 ± 1.00) bulunmuştur. P<0.05 olup. bu zaman diliminde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır.

12.saat ölçümlerine göre en yüksek gaz üretimi %1 grubunda (39.33 ± 3.18) tespit edilmiştir. En düşük gaz üretimi ise %2 grubunda (29.00 ± 1.73) bulunmuştur. P>0.05 olup. istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır.

24. saatte en yüksek gaz üretimi %1 grubunda (53.00 ± 2.89) bulunmuştur. En düşük üretim ise %2 grubunda (34.00 ± 2.89) kaydedilmiştir. $P < 0.05$ olup, bu zaman noktasında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur.

48. saat ölçümlerinde en yüksek gaz üretimi %1 grubunda (63.33 ± 1.45) tespit edilmiştir. En düşük gaz üretimi ise %2 grubunda (43.00 ± 2.31) bulunmuştur. $P < 0.05$ olup, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. 72. saat ölçümlerine göre en yüksek gaz üretimi %1 grubunda (73.33 ± 1.20) kaydedilirken, en düşük üretim %2 grubunda (48.33 ± 0.88) bulunmuştur. $P < 0.05$ olup, istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir. 96. saatte en yüksek gaz üretimi %1 grubunda (76.33 ± 2.19) tespit edilirken, en düşük üretim %2 grubunda (49.67 ± 0.88) gözlemlenmiştir. $P < 0.05$ olup, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir.

Sonuçlara göre, %1 oranında gilaburu meyvesi içeren grup en yüksek gaz üretimini sağlamış ve birçok zaman noktasında istatistiksel olarak farklılık göstermiştir. %2 grubu ise genellikle en düşük gaz üretimi gösteren grup olmuştur. Özellikle 6. saat, 24. saat, 48. saat ve 96. saat ölçümlerinde gruplar arasında anlamlı farklar bulunmuştur ($P < 0.05$).

Farklı oranlarda (%1.2.4.8.16) Gilaburu suyunun fermantasyona tabi tutulması sonucu hesaplanan ME değerinin organik madde sindirilebilirlik derecesi (OMSD) ve metan gazı üretimi üzerine etkisi incelenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 8'de sunulmuştur. Analizler sonucunda, uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.05$).

Tablo 8. Gilaburu suyunun metan gazı üretimi, metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesi üzerine etkisi

Gruplar	Gilaburu Suyu		
	Metan	Metabolik Enerji (ME)	Organik Madde Sindirilebilirliği (OMS)
Kontrol	9.70 ± 0.64	1.69 ± 0.02^a	59.46 ± 0.45^a
%1	8.97 ± 0.15	1.35 ± 0.08^b	48.42 ± 2.55^b
%2	8.90 ± 0.31	1.44 ± 0.08^b	51.32 ± 2.76^b
%4	9.33 ± 0.03	1.34 ± 0.05^b	47.92 ± 1.70^b
%8	8.13 ± 1.17	1.39 ± 0.03^b	49.11 ± 1.08^b
%16	9.70 ± 0.10	1.37 ± 0.03^b	47.96 ± 1.11^b
P	0.402	0.006	0.005

a,b; aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistiksel farklılığı ($P < 0.05$) göstermektedir.

Tabloda meyve sularının metan gazı üretimi (%), metabolik enerji (ME) ve organik madde sindirilebilirliği (OMS) üzerindeki etkisini incelenmiştir. Çalışmada farklı

oranlarda meyve suyu içeren grupların bu üç parametre üzerindeki etkileri belirlenmiş ve istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. oranında meyve suyu içeren grup kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir.

Metan gazı üretimi açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($P>0.05$). En yüksek metan üretimi kontrol grubu (9.70 ± 0.64) ve %16 grubunda (9.70 ± 0.10) tespit edilirken. en düşük değer %8 grubunda (8.13 ± 1.17) gözlemlenmiştir.

Metabolik enerji değerleri açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). En yüksek metabolik enerji değeri kontrol grubu (1.69 ± 0.02) tespit edilirken. en düşük metabolik enerji %4 grubunda (1.34 ± 0.05) bulunmuştur.

Organik madde sindirilebilirliği açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($P<0.05$). En yüksek OMS değeri kontrol grubu (59.46 ± 0.45) bulunurken. en düşük değer %4 grubunda (47.92 ± 1.70) gözlemlenmiştir.

Gilaburu meyve sularının metan üretimi, metabolik enerji ve organik madde sindirilebilirliği üzerindeki etkileri istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Sonuçlara göre, meyve suyunun metan üretimi üzerinde belirgin bir etkisi bulunmamaktadır. Metabolik enerji ve organik madde sindirilebilirliği açısından ise gruplar arasında anlamlı farklar tespit edilmiştir ($P<0.05$). Kontrol grubu en yüksek metabolik enerji ve organik madde sindirilebilirliğine sahipken. en düşük seviyeler %1 ve %4 gruplarında gözlemlenmiştir.

Gilaburu suyunun yeme farklı oranlarda ilave edilmesinin fermantasyon süresi boyunca gaz üzerindeki etkileri incelenmiş ve sonuçlar Tablo 9'da sunulmuştur. Bulgular, gaz üretim oranlarının, Gilaburu posası oranına ve fermantasyon süresine bağlı olarak değişiklik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 9. Gilaburu suyunun gaz üretimi üzerine etkisi

Zaman	Gruplar						P
	Kontrol	1%	2%	4%	8%	16%	
3. Saat	15.33 ± 2.03 ^a	6.33 ± 0.33 ^c	6.67 ± 0.67 ^{bc}	6.67 ± 0.33 ^{bc}	8.33 ± 0.88 ^{bc}	10.00 ± 1.00 ^b	< 0.001
6. Saat	25.00 ± 0.58 ^a	12.33 ± 1.20 ^b	13.00 ± 0.58 ^b	11.67 ± 0.33 ^b	13.67 ± 0.33 ^b	14.00 ± 1.73 ^b	< 0.001
12. Saat	33.33 ± 0.33 ^a	23.33 ± 1.86 ^b	25.33 ± 2.33 ^b	22.00 ± 1.00 ^b	25.33 ± 1.20 ^b	25.67 ± 0.88 ^b	0.002
24. Saat	42.00 ± 0.58 ^a	29.67 ± 2.91 ^b	33.00 ± 3.06 ^b	29.33 ± 1.86 ^b	31.00 ± 1.15 ^b	30.33 ± 1.20 ^b	0.006
48. Saat	54.00 ± 3.46 ^a	35.33 ± 2.96 ^b	40.33 ± 3.28 ^b	35.33 ± 1.86 ^b	37.67 ± 1.45 ^b	35.67 ± 2.33 ^b	0.002
72. Saat	62.33 ± 6.06 ^a	40.67 ± 3.28 ^b	45.00 ± 3.61 ^b	39.33 ± 2.03 ^b	40.67 ± 1.86 ^b	37.33 ± 3.18 ^b	0.004
96. Saat	63.33 ± 6.06 ^a	41.33 ± 3.38 ^b	45.67 ± 3.38 ^b	40.33 ± 2.03 ^b	41.33 ± 1.67 ^b	37.67 ± 3.48 ^b	0.003

a,b; aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistiksel farklılığı (P<0.05) göstermektedir.

Tabloda meyve sularının farklı zaman dilimlerindeki (3. saat. 6. saat. 12. saat. 24. saat. 48. saat. 72. saat ve 96. saat) gaz üretimi üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada farklı oranlarda meyve suyu içeren grupların gaz üretim değerleri belirlenmiş ve istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır.

Meyve sularının 3. saat ölçümlerine göre en yüksek gaz üretimi kontrol grubu (15.33 ± 2.03) gözlemlenirken, en düşük üretim %1 grubunda (6.33 ± 0.33) tespit edilmiştir. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır (P<0.001). 6. saat ölçümlerinde en yüksek gaz üretimi kontrol grubu (25.00 ± 0.58) tespit edilmiştir. En düşük gaz üretimi %4 grubunda (11.67 ± 0.33) kaydedilmiştir. Bu zaman diliminde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır (P<0.001).

12. saat ölçümlerine göre en yüksek gaz üretimi kontrol grubu (33.33 ± 0.33) tespit edilmiştir. En düşük gaz üretimi %4 grubunda (22.00 ± 1.00) gözlemlenmiştir (P<0.05).

24. saat ölçümlerinde en yüksek gaz üretimi kontrol grubu (42.00 ± 0.58) bulunmuştur. En düşük üretim ise %4 grubunda (29.33 ± 1.86) kaydedilmiştir. Bu zaman noktasında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (P<0.05).

48. saat ölçümlerinde en yüksek gaz üretimi kontrol grubu (54.00 ± 3.46) tespit edilmiştir. En düşük gaz üretimi %1 grubunda (35.33 ± 2.96) bulunmuştur (P<0.05). 72. saat ölçümlerine göre en yüksek gaz üretimi kontrol grubu (62.33 ± 6.06) kaydedilirken, en

düşük üretim %16 grubunda (37.33 ± 3.18) bulunmuştur. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmaktadır ($P < 0.05$). 96. saat ölçümlerinde en yüksek gaz üretimi kontrol grubu (63.33 ± 6.06) tespit edilirken, en düşük üretim %16 grubunda (37.67 ± 3.48) gözlemlenmiştir ($P < 0.05$).

Sonuçlara göre, kontrol grubu en yüksek gaz üretimini sağlamıştır ve tüm saatlerde en yüksek değere ulaşmıştır. Diğer gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur.



4. BÖLÜM

TARTIŞMA-SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1.Tartışma

Bu çalışma, Gilaburu (*Viburnum opulus*) bitkisinin sindirilebilirlik ve anti-metanojenik özelliklerini in vitro gaz üretim tekniği ile değerlendiren ilk çalışmalardan biri olma özelliğini taşımaktadır. Literatürde Gilaburu bitkisinin ruminant beslemedeki potansiyel etkileri hakkında sınırlı bilgi bulunması, bu çalışmayı hem özgün hem de kıymetli kılmaktadır. Bu bağlamda, elde edilen bulguların hem bilimsel literatüre hem de ruminant besleme alanına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Çalışmamızda, Gilaburu bitkisi ve suyu ilavelerinin fermantasyon süreci boyunca gaz ve metan üretimi üzerindeki etkilerinin anlamlı olduğu görülmüştür. Gilaburu bitkisinin özellikle düşük oranlarda (%1 ve %2) metan üretimini azaltıcı etkiler göstermesi, bitkinin içerisinde bulunan fenolik bileşiklerin veya sekonder metabolitlerin metanojenik mikroorganizmalar üzerindeki inhibe edici etkisine bağlanabilir. Literatürde fenolik bileşiklerin ve tanenlerin metanojenik bakteriler üzerinde baskılayıcı bir etkisi olduğu belirtilmiştir (Jayanegara ve ark., 2012; Goel ve Makkar, 2012). Bu doğrultuda, Gilaburu'nun da benzer bir mekanizma ile çalıştığı varsayılabilir.

Bununla birlikte, Gilaburu bitkisi ve suyu ilavelerinin yüksek oranlarda (%16) kullanılması durumunda metan üretiminde artış gözlenmiştir. Bu durum, yüksek dozlarda bitkisel ilavelerin fermantasyon ortamındaki mikrobiyal dengeyi bozarak, özellikle metanojenik bakterilere fayda sağlayabilecek bir ortam yaratmasından kaynaklanabilir. Nitekim, bazı çalışmalar yüksek miktarlarda bitkisel ilavelerin mikrobiyal çeşitliliği azaltarak istenmeyen sonuçlara yol açabileceğini öne sürmektedir (Patra ve Saxena, 2011).

Gilaburu bitkisi ve suyu ilavelerinin fermantasyonun erken döneminde gaz üretimini artırdığı, ancak fermantasyonun ilerleyen saatlerinde bu etkinin doygunluk noktasına ulaştığı gözlenmiştir. Bu durum, Gilaburu'nun fermentasyon sürecine yönelik hızlı bir başlangıç etkisi olduğunu, ancak uzun vadeli etkilerinin sınırlı olabileceğini göstermektedir. Literatürde benzer sonuçlar, özellikle tanen ve fenolik bileşik içeriği yüksek bitkiler için rapor edilmiştir (Beauchemin ve ark., 2008).

4.2.Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, Gilaburu (*Viburnum opulus*) meyvesi ve posasının hayvan beslenmesindeki potansiyel faydalarını araştırmak amacıyla gerçekleştirilmiş olup, özellikle in vitro gaz üretim tekniği kullanılarak sindirilebilirlik, gaz üretimi ve metan üretim potansiyeli değerlendirilmiştir. Literatürde Gilaburu bitkisi ile ilgili sınırlı bilgi bulunması, çalışmanın özgünlüğünü artırmış ve bu konuda yeni bulgular sunulmasını sağlamıştır. Elde edilen sonuçlar, Gilaburu meyvesi ve posasının kimyasal kompozisyonu ve fermantasyon özellikleri açısından önemli farklılıklar sergilediğini göstermiştir.

Gilaburu meyvesi ve posası arasındaki besin içeriği farklılıkları, bu materyallerin yem katkısı olarak potansiyel kullanımlarını doğrudan etkilemektedir. Posanın, yüksek ham protein, ham yağ, lif ve kuru madde içerikleri ile Gilaburu meyvesine kıyasla daha zengin bir besin kaynağı olduğu tespit edilmiştir. Özellikle posanın yüksek selüloz, nötr deterjan lif (NDF) ve asit deterjan lif (ADF) içerikleri, sindirilebilirlik ve enerji değerleri açısından olumlu sonuçlar doğurabileceğini göstermektedir. Bu bulgular, Gilaburu posasının hayvan beslenmesinde alternatif bir yem kaynağı olarak değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Fermantasyon sürecinde gaz üretimi açısından, Gilaburu meyvesi ve posası ilavelerinin zamana bağlı olarak farklı etkiler sergilediği gözlemlenmiştir. Posanın fermantasyon sürecinde toplam gaz üretimini önemli ölçüde artırdığı tespit edilmiş olup, özellikle %16 posa uygulamasının fermantasyonun ilerleyen aşamalarında (96. saat) en yüksek gaz üretimini sağladığı belirlenmiştir. Gilaburu meyvesi ilavelerinin ise gaz üretimindeki etkilerinin daha sınırlı olduğu ve kontrol grubuna yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu durum, Gilaburu posasının fermentasyon süreçlerini teşvik edici etkisini ve ruminant beslenmesinde daha etkin bir katkı maddesi olabileceğini göstermektedir.

Metan üretimi açısından. Gilaburu meyvesinin belirli oranlarda kullanılması ile metan salınımının kontrol edilebileceği tespit edilmiştir. Özellikle %2 meyve uygulaması, metan üretim oranını kontrol grubuna kıyasla anlamlı bir şekilde azaltmış ve bu durum çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir bulgu olarak değerlendirilmiştir. Metan üretiminin azaltılması, hem hayvanların enerji kayıplarını önleyecek hem de sera gazı salınımını düşürerek çevresel etkilerin azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Gilaburu posasının metan üretimi üzerindeki etkilerinin ise daha sınırlı olduğu gözlemlenmiştir.

Bu çalışma, Gilaburu meyvesi ve posasının kimyasal içeriği ve fermantasyon parametreleri açısından değerlendirilerek, hayvan beslenmesinde potansiyel bir alternatif yem kaynağı olarak kullanılabilirliğini ortaya koymaktadır. Ancak, elde edilen bulguların daha geniş kapsamlı çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir. Özellikle *in vivo* çalışmalar, Gilaburu'nun ruminant beslenmesinde uzun vadeli etkilerini, enerji verimliliğini ve metan salınımını daha detaylı bir şekilde ortaya koyacaktır. Ayrıca, Gilaburu bitkisinde bulunan aktif bileşenlerin (örneğin fenolik bileşikler, flavonoidler ve tanenler) etkilerinin daha ayrıntılı bir şekilde incelenmesi, bu materyalin kullanımı ile ilgili daha kapsamlı verilerin elde edilmesini sağlayacaktır.

Bu çalışma, Gilaburu (*Viburnum opulus*) meyvesi ve posasının hayvan beslenmesinde alternatif bir yem kaynağı olarak değerlendirilmesine yönelik önemli bulgular sunmuş olsa da, elde edilen sonuçların daha kapsamlı araştırmalarla desteklenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, *in vitro* yöntemle elde edilen bulguların *in vivo* çalışmalarla doğrulanması, Gilaburu'nun farklı hayvan türlerinde sindirilebilirlik, gaz üretimi ve metan azaltıcı etkilerinin incelenmesi önerilmektedir. Ayrıca, Gilaburu meyvesi ve posasında bulunan fenolik bileşikler, flavonoidler ve tanenler gibi aktif bileşenlerin fermantasyon süreçleri üzerindeki etkilerinin daha detaylı araştırılması önemlidir. Çevresel sürdürülebilirlik açısından, Gilaburu'nun metan salınımını azaltıcı etkileri sera gazı emisyonları çerçevesinde incelenmeli ve ekonomik fizibilite analizleri yapılarak yem katkı maddesi olarak uygulanabilirliği değerlendirilmelidir. Bunun yanı sıra, Gilaburu'nun diğer yem materyalleriyle kombinasyon halinde kullanımının rasyon etkinliği üzerindeki etkileri araştırılmalı ve farklı bölgelerde yetişen varyetelerin kimyasal bileşimi karşılaştırılarak bölgesel kullanıma yönelik daha geniş kapsamlı veriler sağlanmalıdır. Bu öneriler doğrultusunda yapılacak çalışmalar, Gilaburu'nun yem katkı

maddesi olarak kullanım potansiyelini artırarak hayvan beslenmesinde sürdürülebilir ve ekonomik çözümler sunabilir.

Sonuç olarak, Gilaburu posasının özellikle yüksek besin içeriği, gaz üretimi ve metan azaltıcı etkileri ile hayvan beslenmesinde çevresel ve ekonomik açıdan önemli bir yem katkı maddesi olma potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, Gilaburu bitkisi ile ilgili gelecekte yapılacak çalışmalara temel bir referans sağlamaktadır.



KAYNAKÇA

- Açıköz E. Turgut İ. Filya İ. 2002. Silaj Bitkileri Yetiştirme ve Silaj Yapımı. Hasat Yayıncılık. Bursa.
- Alçıçek. A.. 1995. Zur Bestimmung der Gaerqualitaet und des Futterwertes von Sorghum\Sudangrass-Silage. **Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi** 32(3). İzmir. syf:87-94.
- Alçıçek A. Karaayvaz K. 2003. Sığır Besisinde Mısır Silajı Kullanımı. **Animalia** 20 (3): 18-76
- Antoine. F. R.. Wei. C. I.. Littell. R. C.. & Marshall. M. R. 1999. HPLC method for analysis of free amino acids in fish using o-phthaldialdehyde precolumn derivatization. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 47. 5100–5107.
- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition. Association of Official Analytical Chemist. Washington DC.
- Aristoy. M.-C.. & Toldra . F. 1991. Deproteinization techniques for HPLC amino acid analysis in fresh pork muscle and dry-curedham. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 39. 1792– 1795.
- Arunkumar K. Thomas R. Belkum A v. Neela V. 2013. "In Vitro Antibacterial and Antibiofilm Activities of Chlorogenic Acid against Clinical Isolates of Stenotrophomonas maltophilia including the Trimethoprim/Sulfamethoxazole Resistant Strain". **BioMed Research International**.
- Beauchemin. K. A.. Kreuzer. M.. O'mara. F.. & McAllister. T. A. 2008. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. 48(2). 21-27.
- Ceylan E. 2019. Tarım Ve Hayvancılık Kaynaklı Metan Emisyonlarının Tropomı Metan Ölçümleri İle İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Çam M. 2005. Kayseri Bölgesi'nde Tüketilen Gilaburu (*Viburnum opulus*) Meyve Suyunun Organik asit ve Fenolik Bileşiklerinin Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisi (HPLC) ile Belirlenmesi. [Yüksek Lisans Tezi]. İzmir. Türkiye: Ege Üniversitesi FenBilimleri Enstitüsü.
- Česonienė. L.. Daubaras. R.. Viškelis. P. and Šarkinas. A.. 2012. Determination of the total phenolic and anthocyanin contents and antimicrobial activity of *Viburnum Opulus* fruit juice. **Plant Foods for Human Nutrition**. 67. 3. 256-261.

- Česonienė. L., Daubaras. R., Kraujalytė. V., Venskutonis. P.R. and Šarkinas. A., 2014. Antimicrobial activity of Viburnum opulus fruit juices and extracts. **Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit**. **9**. 2. 129-132.
- Dawson B. Trapp RG. 2001. Reading the medical literature: In Basic&Clinical Biostatistics. Third Ed. New York. Lange Medical Books/McGraw Hill.304-305.
- Djilani. A. Legseir. B. Soulimani. R. Dickob. A. Younos. C. 2006. New Extraction Technique for Alkaloids **J. Braz. Chem. Soc.** **17**(3): 518-520.
- Duin EC. Wagner T. Shima S. Prakash D. Cronin B. Yáñez-Ruiz DR. Kindermann M., 2016. Mode of action uncovered for the specific reduction of methane emissions from ruminants by the small molecule 3-nitrooxypropanol. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. **113**(22): 6172-6177.
- Ercüment. O., Aksu. T. and Sema Alaşahan. "Ruminantlarda Enterik Metan Emisyonunu Azaltma Stratejilerinde Tanenlerin Rolü ve Önemi." **Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi** **1.2** (2021): 127-138.
- Eren. Firdevs Yönet. and Aybüke Ceyhan Sezgin. "Coğrafi işaretli yöresel ürünlerin destinasyonlar açısından önemi: Kapadokya Bölgesi örneği." **Journal of Tourism Research Institute** **2.1**: 61-78.
- FAO/ FAOSTAT /Crops and livestock products / <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> **20.01.2025**
- Fritsche. J., & Steinhart. H. 1998. Amounts of conjugated linoleic acid (CLA) in German foods and evaluation of daily intake. **Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A**. **206**(2). 77- 82.
- Gedik. O., Kocabaş. Y. Z., & Çınar. O. 2022. Endemik Achillea magnifica Hub.-Mor. Türünün Uçucu ve Sabit Yağ Bileşenlerinin Belirlenmesi. **MAS Journal of Applied Sciences**. **7**(3). 563-569.
- Goel. G., & Makkar. H. P. 2012. Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins. **Tropical animal health and production**. **44**. 729-739.
- Goering HK., Van Soest PJ. 1975. Forage Fiber Analysis (Apparatus. Reagents. Procedures and Some Applications). Agricultural Hand-Book No:379. Washington. D.C.. 11-19.
- Güleşci. N. "Viburnum Opulus L. 2019. (Adoxaceae) Meyvesinin Antimikrobiyal. Antioksidan ve Kimyasal İçeriği Yönünden Metabolizmaya Etkilerinin

- Değerlendirilmesi Üzerine Bir Derleme". **İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi**: 920-928.
- Hanoğlu. H. 2014. "Türkiye’de Meralar ve Kaliteli Kaba Yem Üretimi." **Tarım ve Mühendislik Dergisi** **107**: 14-16.
- Harmanşah. F. 2018. Türkiye’de kaliteli kaba yem üretimi sorunlar ve öneriler. **Türktob Dergisi**. **25**. 9-13.
- Harred. J. F., A.R Knight. J.S. McIntyre. 1972. Dow Chemical Company. Assignee. Epoxidation Process. US patent 3 654 317. April 4. 1972.
- IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 10: Emissions from Livestock and Manure Management. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_10_Ch10_Livestock.pdf . 06.02.2025
- Işık D. Ökmen G. 2013. Metan Üreten Mikroorganizmalar. **Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi** **6** (2): 79-85.
- Jafari S. Ebrahimi M. Goh YM. Rajion MA. Jahromi MF. Al-Jumaili WS.. 2019. Manipulation of rumen fermentation and methane gas production by plant secondary metabolites (saponin, tannin and essential oil) - A review of ten-year studies. **Annals of Animal Science**. **19**(1): 3-29.
- Janssen. P. J., Kirs. M. 2008: Structure of the archeal community of the rumen. **Applied and Environmental Microbiology**. **74**: 3619-3625.
- Jayanegara. A., Leiber. F. ve Kreuzer. M. (2012). İn vivo ve in vitro deneylerden elde edilen ruminantlarda diyet tanen düzeyi ile metan oluşumu arasındaki ilişkinin meta analizi. **Hayvan fizyolojisi ve hayvan beslenmesi dergisi**. **96** (3). 365-375.
- K. A. Johnson. D. E. Johnson. Methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**. **Volume 73**. Issue 8. August 1995. Pages 2483–2492.
- Kabir. F., Katayama. S., Tanji. N. et al. 2014. Antimicrobial effects of chlorogenic acid and related compounds. **J Korean Soc Appl Biol Chem** **57**. 359–365.
- Keser. O., & Kutay. C. 2021. Küresel Isınmaya Karşı Ruminantlarda Metan Emisyonunu Azaltmaya Yönelik Besleme Stratejileri. **Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi**. **14**(2). 138–159. Retrieved from <https://www.derleme.gen.tr/index.php/derleme/article/view/395>
- Konarska. A., Domaciuk. M. 2018. Differences in the fruit structure and the location and content of bioactive substances in *Viburnum opulus* and *Viburnum lantana* fruits. **Protoplasma** **255**. 25–41.

- Koyuncu M. Akgün H. 2018. Çiftlik Hayvanları ve Küresel İklim Değişikliği Arasındaki Etkileşim. **Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (Online)**. **32**(1). 151 - 164.
- Kutlu. H.R., Çelik. L. 2001. Yemler bilgisi ve yem teknolojisi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü (Hayvansal Üretim Lisans Programı). Ders Notu. Adana.
- Kutlu. H. R., & Serbester. U. 2014. Ruminant beslemede son gelişmeler. **Turkish Journal Of Agriculture-Food Science And Technology**. **2**(1). 18-37.
- López. S., Makkar. H. P., & Soliva. C. R. 2010. 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). Springer Netherlands.
- Lou Z. Wang H. Zhu S. Ma C. Wang Z. Antibacterial activity and mechanism of action of chlorogenic acid. **J Food Sci**. **2011** Aug;76(6):M398-403.
- Menke. K. H., Raab. L., Salewski. A., Steingass. H., Fritz. D. and 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. **J. agric. Sci.** **93**: 217- 222.
- 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**. **Volume 28**. pp. 7-55.
- Mertens. D. 2005. AOAC Official Method 975.03. Metal in Plants and Pet Foods. Official Methods of Analysis. 18th edn. Horwitz. W. and G.W. Latimer. (Eds). Chapter 3. pp. 3-4. AOAC-International Suite 500. 481. North Frederick Avenue. Gaithersburg. Maryland 20877- 2417. USA.
- Miao M., Xiang L. 2020. Pharmacological action and potential targets of chlorogenic acid. **Advances in Pharmacology**. **87** . pp. 71-88.
- Mitsumori. M., Sun. W., 2008. Control of Rumen Microbial Fermentation for Mitigating Methane Emissions from the Rumen. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.** **21**: 1 144-154.
- Nickel J., Spanier P.L., Botelho F.M., Gularte M.A., Helbig E., 2016. Effect of different types of processing on the total phenolic compound content, antioxidant capacity, and saponin content of Chenopodium quinoa Willd grains. **Food Chemistry**. **209**. 139-143.

- Okuyucu. Ferit. 2006. "Çayır-meralarda organik tarım uygulamaları ve yararları." **Hayvansal Üretim** 47.1.
- Özgen. H. 1986. Hayvan besleme. Selçuk Üniversitesi.
- Patra. AK ve Saxena. J. 2011. Rumen metabolizmasını ve ruminant beslenmesini iyileştirmek için diyet tanenlerinin kullanımı. **Gıda ve Tarım Bilimi Dergisi** . 91 (1). 24-37.
- Sağlamtimur. T., V. Tansı ve H. Baytekin. 1998. Yem Bitkileri Yetiştirme. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: C-74. 3. Baskı. 238s.. Adana.
- Serin. Y., & Tan. M. 2001. Yem Bitkileri Kültürüne Giriş. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. 206.
- SPSS Inc 2001SPSS for Windows version 11.0 Chicago. IL: SPSS Inc
- Tan. M., & Temel. S. 2012. Alternatif Yem Bitkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları. (246). 195-207.
- Tuik. 2024 Yılı Hayvancılık Verileri. www.tuik.gov.tr. 20.01.2025
- Uysal Bayar. F. & Çınar. O. 2020. Kültür koşullarında yetiştirilen farklı origanum spp. türlerinin bazı verim ve kalite parametreleri. **Derim**. 37(1). 10-17.
- Ørskov. E.R. and P. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the Rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. **J. Agric. Sci.** 92: 499- 503.
- Van Soest. P.J., Robertson. J.B. and Lewis. B.A.. 1991. Methods for dietary fiber, neutraldetergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.** 74: 3583-3597.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Serdal ŞAHİN

Uyruğu: Türkiye (T.C)

Doğum Tarihi ve Yeri:

Medeni Durum:

e-mail:

Yazışma Adresi:

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Zootekni Anabilim Dalı	2025
Lisans	Erciyes Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Zootekni Bölümü	2022
Lise	Selimiye Veteriner Sağlık Meslek Lisesi İstanbul	1992

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
1992-Halen	Tarım ve Orman Bakanlığı. İl. İlçe Müdürlükleri	1992-2024

YABANCI DİL

İngilizce

YAYINLAR