

Bazı Besi Çiftliklerinde Kullanılan Rasyonların Fiziksel Yapılarının ve Potansiyel Besleme Değerlerinin Belirlenmesi

Araştırma Makalesi/Research Article

Atf İçin: Bilal Y., Kamalak A. (2025). Bazı Besi Çiftliklerinde Kullanılan Rasyonların Fiziksel Yapılarının ve Potansiyel Besleme Değerlerinin Belirlenmesi, Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi, 8(2):59-71

To Cite: Bilal Y., Kamalak A. (2025). Determination The Physical Structures And Potential Nutritive Value Of Ration Used İn Beef Production, Journal of Erciyes Agriculture and Animal Science, 8(2):59-71

Yakup BİLAL^{1*} Adem KAMALAK¹

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Kahramanmaraş Türkiye

*sorumlu yazar: ykpbll1985@gmail.com

Yakup BİLAL ORCID No: 0000-0001-9785-5395, Adem KAMALAK ORCID No: 0000-0003-0967-4821

Yayın Bilgisi

Geliş Tarihi: 14.07.2025

Revizyon Tarihi: 28.07.2025

Kabul Tarihi: 02.09.2025

doi: 10.55257/ethabd.1741847

Anahtar Kelimeler

İn vitro gaz üretimi, metan üretimi, mikrobiyal protein, penn state partikül seperatörü

Keywords

In vitro gas production, methane production, microbial protein production, penn state particle separator.

Özet

Bu çalışmada, bazı besi çiftliklerinde kullanılan rasyonların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile in vitro sindirilebilirlik ve fermentasyon parametreleri değerlendirilmiştir. Rasyonlara ait partikül boyut dağılımları üst elekte %2.80 - 32.82, orta elekte %12.46 - 40.62, alt elekte %25.62 - 39.81 ve alt tavada %8.40 - 48.73 arasında değişim göstermiştir. Rasyonların kurutulmuş kuru madde (KKM), ham protein (HP), ham yağ (HY), ham kül (HK), nötral deterjan fiber (NDF) ve asit deterjan fiber (ADF) içerikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0.05$). Rasyonların KKM % 89.39 - 94.93, HP % 6.47 - 12.62, HY % 2.88 - 6.59, HK % 5.06 - 11.44, NDF % 39.08 - 64.57 ve ADF %18.38 - 42.11 arasında değişmiştir. Rasyonların in vitro gaz üretimi (GÜ), metan (CH₄) üretimi, gerçek sindirilebilir kuru madde (GSKM), gerçek sindirim derecesi (GSD), taksimat faktörü (TF), mikrobiyal protein (MP) üretimi, mikrobiyal protein sentezleme etkinliği (MPSE) ve amonyak azotu (NH₃-N) değerleri arasında da anlamlı farklılıklar saptanmıştır ($p < 0.05$). Gaz üretimi 73.16 - 105.16 ml (500 mg KM), CH₄ üretimi 10.58 - 14.62 ml, GSKM 228.50 - 344.03 mg, GSD %45.56 - 68.53, MP 67.53 - 144.93 mg ve NH₃-N 47.73 - 51.52 mg/100 ml aralığında bulunmuştur. Rasyonların metabolik enerji (ME) içerikleri 7.08 - 9.59 MJ/kg KM, organik madde sindirim dereceleri (OMSD) ise % 48.04 - 61.12 arasında değişmiştir. Gaz kinetiği açısından değerlendirildiğinde, kolay fermente edilebilen fraksiyondan üretilen gaz hacmi (a) 0.59 - 4.03 ml, yavaş fermente edilebilen fraksiyondan üretilen gaz hacmi (b) 37.01 - 47.80 ml, toplam gaz üretimi (a+b) 38.22 - 50.40 ml ve fermentasyon hızı (c) %0.05 - 0.11 olarak belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar, besi çiftliklerinde kullanılan rasyonların besleme değeri ve fermentasyon özellikleri açısından önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, hayvan sağlığı ve verimliliğini artırmaya yönelik yem formülasyonlarının geliştirilmesinde temel oluşturacak nitelikte verilerdir. Bu doğrultuda, gelecekte yapılacak çalışmaların söz konusu parametreleri dikkate alarak daha optimize edilmiş rasyon stratejileri geliştirmeye odaklanması önerilmektedir.

Determination The Physical Structures and Potential Nutritive Value of Ration Used in Beef Production

Abstract

In this study, the physical and chemical properties, as well as the in vitro digestibility and fermentation parameters of rations used in certain feedlot farms were evaluated. The particle size distribution of the rations varied as follows: upper sieve 2.80% – 32.82%, middle sieve 12.46% – 40.62%, lower sieve 25.62% – 39.81%, and pan 8.40% – 48.73%. Significant differences were observed in the contents of dry matter (DM), crude protein (CP), crude fat (CF), crude ash (CA), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) among the rations ($P < 0.05$). The DM ranged from 89.39% to 94.93%, CP from 6.47% to 12.62%, CF from 2.88% to 6.59%, CA from 5.06% to 11.44%, NDF from 39.08% to 64.57%, and ADF from 18.38% to 42.11%. Furthermore, significant differences were found in in vitro gas production (GP), methane (CH₄) production, true digestible dry matter (TDDM), true digestibility (TD), partitioning factor (PF), microbial protein (MP) production, microbial protein synthesis efficiency (MPSE), and ammonia nitrogen (NH₃-N) levels ($P < 0.05$). GP ranged between 73.16 and 105.16 ml (per 500 mg DM), CH₄ production between 10.58 and 14.62 ml, TDDM between 228.50 and 344.03 mg, TD from 45.56% to 68.53%, MP from 67.53 to 144.93 mg, and NH₃-N from 47.73 to 51.52 mg/100 ml. Metabolizable energy (ME) values of the rations ranged from 7.08 to 9.59 MJ/kg DM, and organic matter digestibility (OMD) from 48.04% to 61.12%. In terms of 96-hour in vitro gas kinetics, the volume of gas produced from the rapidly fermentable fraction (a) ranged from 0.59 to 4.03 ml, from the slowly fermentable fraction (b) from 37.01 to 47.80 ml, total gas production (a+b) from 38.22 to 50.40 ml, and the fermentation rate (c) from 0.05% to 0.11%. The results revealed significant differences in the nutritional value and fermentation characteristics of rations used in feedlot operations. These findings provide essential data that can serve as a foundation for improving feed formulations aimed at enhancing animal health and productivity. Accordingly, future studies are recommended to focus on developing more optimized ration strategies based on these parameters.

1. GİRİŞ

Birleşmiş milletler' e göre dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 9.1 milyar kişiye ulaşacağı tahmin edilmektedir (Steinfeld ve ark., 2006). Bu artışa paralel olarak, hayvansal ürünlere olan talebin de yılda bir milyar tonun üzerine çıkması beklenmektedir (FAO, 2011). Ancak mevcut tarım arazilerinin genişletilememesi, ruminant hayvancılık işletmelerinin yem temininde ciddi sorunlar yaşamasına neden olacaktır. İşletmelerin yem maliyetlerinin büyük kısmını yem ham maddeleri oluşturmakta, kaliteli kaba yem kaynaklarının yetersizliği ve mevsimsel üretim kısıtları sektörde önemli darboğazlar yaratacağı bildirilmiştir (Kononoff ve Heinrichs, 2003; Gülsün ve Miç, 2018). Hayvancılık işletmeleri, diğer işletmelerde olduğu gibi gelir elde etmeyi amaçlamaktadır; ancak bu hedefi gerçekleştirirken hayvan beslemenin önemini göz ardı etmemek gerekmektedir (Gülsün ve Miç, 2018). Çünkü hayvanların dengeli ve sağlıklı beslenebilmesi, uygun bir besleme programı ile rasyonun titizlikle uygulanmasına bağlıdır. Bunun için de hayvanların verimlerinin artırılması ve maksimum ürün elde etmek için en düşük maliyetli yemlerin kullanılarak hayvanların dengeli rasyonlarla beslenmesi gerekmektedir (Gülsün ve Miç, 2018). Bu yüzden hem işletme için hem de hayvanlar için rasyonu oluşturacak olan yem hammaddelerinin kimyasal ve fiziksel özelliklerinin bilinmesi çok önemlidir. Saha koşullarında yem ham maddelerinin kimyasal özelliklerinin tespit edilmesinin zor olmasından dolayı besleme uzmanlarının ve işletme sahiplerinin yem ham maddelerinin hayvanlar açısından uygun özellikte olması için fiziksel özelliklerine bakarak bunları tespit edebilmektedirler. Bu bakımdan yemlerin ya da rasyonların partikül boyutları hayvanların ve rumen sağlığı açısından çok önemli olduğu bildirilmiştir (Garcia, 2009). Sağlıklı bir rumen fonksiyonu sağlamak ve hayvan performansını korumak için rasyonun partikül boyutunun önemli bir faktör olduğu öne sürülmektedir (Zebeli ve ark., 2012). Yemlerin yetersiz partikül boyutuna sahip olmaları rumen ortamını olumsuz etkileyeceğinden rumen fermentasyonunda aksamalara neden olacaktır. Fazla miktarda uzun partiküllü kaba yem tüketiminin sindiriminde aksamalar ile beraber hayvanın enerji dengesinde bozulacağı bildirilmektedir (Allen, 1997). Hayvansal üretimin büyümesiyle birlikte hayvancılık faaliyetlerinin çevresel etkileri dikkat çekmeye başlamıştır. Küresel sera gazı emisyonlarının %25'i tarımsal faaliyetlere, özellikle ruminant hayvancılığa dayanmaktadır (MacCracken, 2001; Koyuncu ve Akgün, 2018). Ruminantların selüloza zengin yemleri sindirmesi sırasında oluşan fermentasyon, başlıca metan kaynağı olup, bu gaz hem çevresel etki yaratmakta hem de sindirimle alınan enerjinin %2-12'sinin kaybına neden olmaktadır (Johnson ve Johnson, 1995).

Bu çalışma, artan hayvansal ürün talebine karşılık ruminantların sağlıklı ve verimli biçimde beslenmesini sağlayacak rasyonların belirlenmesini amaçlamaktadır. Bu kapsamda, besi işletmelerinde kullanılan rasyonların partikül boyutları Penn State Partikül Seperatörü ile analiz edilmiş ve bu fiziksel özelliklerin rumen fonksiyonu ile sindirim performansı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Çiftlik Profilleri ve Hayvan Materyali

Çalışma da kullanılan TMR örnekleri 1 Mayıs 2023 ile 31 Aralık 2023 tarihleri arasında Kahramanmaraş ilinde bulunan 10 ayrı besi çiftliklerinden temin edilmiştir. Bu çiftlikler, A, B, C, D, E, F, G, H, I ve İ olarak isimlendirilmiştir. İşletmelerde bulunan hayvan sayıları sırasıyla 150,200,175,250,125,550,675,800,920 ve 1250 baş besi sığırları mevcuttur. Çiftlik A, B, C, D ve E işletmelerinde Holstein ve Simental melezi sığırlar bulunmaktadır. Çiftlik F ve G işletmelerinde Angus cinsi sığırlar bulunmaktadır. Çiftlik H, I ve İ işletmelerinde ise Brangus cinsi sığırlar bulunmaktadır.

2.2. Çiftliklerde Kullanılan Rasyonlar

Çiftlik A, B, C, D, E, F, G, H, I ve İ işletmelerinde, sabah besleme öncesinde yem karma makinelerinde hazırlanan rasyonlar incelenmiştir. Rasyonlarda bulunan yem ham maddelerinin homojen bir şekilde karıştığı gözlemlenmiştir. Homojen olarak karıştırılan rasyonlar hayvanların önüne servis edilmeden önce yem karma makinalarından 500 ve 1000 gr'lık rasyonlardan numune torbasına sırasıyla koyulmuştur. Bu işlem 10 işletme için de ayrı ayrı yapılmıştır. Alınan rasyonlar Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme Laboratuvarına götürülmüştür.

2.3. Çiftliklerinden Alınan Rasyonların Partikül Boyutlarının Belirlenmesi

Yem karma makinalarında homojen şekilde karıştırılıp hayvanlara servis edilmeden önce 500'er gr olacak şekilde alınmıştır. İşletmelerden alınan rasyonlar Penn State Partikül Seperatörü eleğine koyularak üst eleğe koyulmuştur. Ardından, her bir yöne beş kez salınım hareketi yapılmıştır. Her seferinde, dörtte bir tur döndürülerek sallama işlemi gerçekleştirilmiştir. Toplamda 40 kez gerçekleştirilen sallama işlemi, her yöne iki tur olacak şekilde düz bir zeminde yapılmıştır. Bu işlemler her işletme için 3'er tekerrür şeklinde yapılmıştır. Bu işlemler 10 işletme için ayrı ayrı yapılmıştır. Sallama işleminden sonra her elekte kalan yem örnekleri tartılarak Çizelge 1' de gösterildiği gibi değerlendirilmesi yapılmıştır.

Çizelge 1. Heinrichs ve Kononoff (2002) tarafından önerilen Penn State Partikül tablosu

Elekler	Elek Gözenek Çapı (inç)	Partikül Boyutu (inç)	Mısır Silajı (%)	Haylaj (%)	TMR (%)
Üst elek	0.75	>0.75	3-8	10-20	2-8
Orta elek	0.3	0.31-0.75	45-65	45-75	30-50
Alt elek	0.05	0.07-0.31	30-40	20-30	30-50
Alt tava		<0.07	<5	<5	<20

2.4. Çiftliklerden Alınan Rasyonların Kimyasal Analizleri

Besi çiftliklerinden alınan 1000 gr'lık rasyonlar laboratuvara getirilerek ayrı ayrı şekilde numune kaplarına homojen bir şekilde dağıtılarak yerleştirilmiştir. Numune kaplarına yerleştirilen rasyonlar laboratuvar ortamında kurutulmuştur. Kurutulan rasyonların kimyasal kompozisyonları havada kuru madde (KM), ham kül (HK), ham protein (HP) ve ham yağ (HY) AOAC (1990)' a göre belirlenmiştir. Nötral deterjan fiber (NDF) ve asit deterjan fiber (ADF) Van Soest ve ark., (1991)' na göre belirlenmiştir.

2.5. Çiftliklerden Alınan Rasyonların İn Vitro Gaz Üretimleri Ve Metan Üretimlerinin Belirlenmesi

Besi çiftliklerinden alınan rasyonların gaz ve metan üretimleri, in vitro gaz üretim tekniğiyle (Menke ve ark., 1979) belirlenmiştir. Öğütülen rasyonlar 100 ml' lik cam şırıngalara (Model Fortuna, Häberle Labortechnik, Lonsee- Ettlenschie ß, Germany) 0,5 g KM ± olarak hassas terazide tartılarak koyulmuştur. Şırıngaların üzerine 40 ml tamponlanmış rumen sıvısı (1/2) 39°C de 24 saatlik fermentasyona tabii tutulmuştur. Rumen sıvısı Kahramanmaraş ili Türkoğlu ilçesinde bulunan özel bir kesimhaneden 55-60 kg canlı ağırlığındaki 3 baş ivesi koçtan alınmıştır. Fermentasyon sonucu cam şırıngalarda üretilmiş olan gazların metan (CH₄) içerikleri kızıl ötesi metan cihazı (Sensor Europe GmbH, Erkrath, Germany) yardımıyla belirlenmiştir (Goel ve ark., 2008). Besi çiftliklerinden alınan rasyonların cam şırıngalarda 24 saatlik fermentasyon sonucu gaz ve metan değerlerinin ölçümünün yapılmasından sonra şırıngaların içerisinde kalan örneklerin 150 ml' lik cam behere koyulmuştur. Daha sonra beherlerin içine 75 ml NDF çözeltisi eklenerek hot plate cihazına yerleştirilerek 60 dakika kaynatmaya bırakılmıştır. Kaynatma işleminden sonra 1 numaralı cam krozelerde örneklerin süzme işlemi yapılmıştır. Süzme işleminden sonra ortaya çıkan veriler aşağıda belirtilen formülde yerine koyularak Gerçek sindirim derecesi (GSD), Taksimat faktörü (TF), Metabolik protein (MP) ve Mikrobiyal protein sentezleme etkinliği (MPSE) miktarları hesaplanmıştır (Blümmel ve ark., 1997).

GSD (%) : (İnkubasyondaki KM – Krozede tartılan örnek miktarı) / İnkubasyondaki KM * 100

GSKM (mg) : (İnkubasyondaki KM(mg) – krozede tartılan örnek miktarı)

GSKM: Gerçek sindirilebilir kuru madde (mg)

GSD: Gerçek sindirim derecesi (%)

TF: GSKM/GÜ

MP (mg): (GSKM-(GÜ*2.2))

MPSE (%): ((GSKM-(GÜ*2.2)) /GSKM)

2.6. Çiftliklerden Alınan Rasyonların Metabolik Enerjileri (ME) ve Organik Madde Sindirim Derecelerinin (OMSD) Belirlenmesi

Rasyonların metabolik enerji değerleri Menke ve Steingas (1988)' ın bildirmiş olduğu in vitro gaz üretim tekniğiyle yem hammaddelerinin 24 saatlik fermentasyonu sonucu cam şişelerde üretilen gaz miktarları ile kimyasal analizleri sonucu ortaya çıkan ham protein (HP), ham yağ (HY) ve ham kül (HK) değerleri aşağıda belirtilen formülde yerine koyularak hesaplanmıştır.

ME(Mj/kgKM):1.68+(0.1418*GÜ)+(0.073*HP)+(0.217*HY)+(0.028*HK)

İn vitro gaz üretim metoduyla rasyonların 24 saatlik fermentasyon sonucu cam şırıngalarda üretilen gaz miktarları (Menke ve Steingas, 1988) ile yapılan kimyasal analizlerden ham protein (HP) ile ham kül (HK) aşağıda gösterilen formülde yerine koyularak organik madde sindirim derecesi belirlenmiştir.

OMSD (%): 14.88 + (0.8893 * GÜ) + (0.448*HP) + (0.651 * HK)

2.7. Çiftliklerden Alınan Rasyonların Gaz Kinetiklerinin Belirlenmesi

Çalışmada, 0.2 gram yem örnekleri 100 ml'lik şırıngalar içerisine yerleştirilmiştir ve bu şırıngalara 10 ml rumen sıvısı ile 20 ml yapay tükürük eklenmiştir. . Şırıngalar, yem ve tamponlanmış rumen sıvısı çözelti karışımıyla birlikte 39°C'de, 96 saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır. Gaz üretimi, 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96. saatlerde ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Gaz verileri, Orskov ve McDonald (1979) tarafından geliştirilen matematiksel model kullanılarak analiz edilmiştir.

2.8. İstatistik analizi

Bu çalışmada, in vitro elde edilen veriler SPSS, (2011) paket programının 23.0 sürümü kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) uygulanmış, gruplar arası ortalamalar arasındaki farklılıklar ise Duncan'ın çoklu karşılaştırma testi (Duncan, 1955) ile belirlenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Besi Çiftliklerinden Alınan TMR' ların Partikül Boyutlarının Belirlenmesi

Çalışma kapsamında değerlendirilen işletmelere ait TMR' ların partikül boyutları Penn State Partikül Seperatörü yardımıyla belirlenmiştir. Heinrichs ve Kononoff (2003)'un belirtmiş olduğu referans değerler dikkate alınmıştır. TMR'nin partikül boyut dağılımı, ruminantların yem tüketim davranışlarını,

ruminasyon sürelerini ve rumen sağlığını doğrudan etkileyen kritik bir parametredir (Heinrichs ve Kononoff, 2002). Çalışmada elde edilen veriler, işletmeler arasındaki partikül boyut farklılıklarını ve bu farklılıkların potansiyel etkilerini ortaya koymaktadır. İşletmelere ait TMR örneklerinin Üst elek, Orta elek, Alt elek ve Alt tavana ortaya çıkan değerlerde önemli farklılıklar gözlemlenmiştir ($P < 0.05$). İşletmeler arasında görülen farklılıklar Çizelge 2' de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Besi çiftliklerinden alınan TMR' ların penn state partikül ayırıcısı ile partikül boyutlarının belirlenmesi

İşletme İsmi	Üst Elek (%)	Orta Elek (%)	Alt Elek (%)	Alt Tava (%)
A	18.75 ^e	29.68 ^c	26.49 ^{ab}	25.07 ^d
B	8.55 ^c	40.62 ^e	32.23 ^c	18.59 ^c
C	13.20 ^d	23.80 ^b	36.33 ^d	26.66 ^{de}
D	2.80 ^a	12.46 ^a	36.00 ^d	48.73 ^f
E	32.82 ^g	33.14 ^d	25.62 ^a	8.40 ^a
F	24.89 ^f	21.85 ^b	39.40 ^e	13.85 ^b
G	24.80 ^f	22.46 ^b	36.40 ^d	16.33 ^{bc}
H	20.26 ^e	23.03 ^b	27.60 ^b	29.10 ^e
I	5.85 ^b	29.25 ^c	39.81 ^e	25.07 ^d
İ	6.90 ^{bc}	40.61 ^e	33.58 ^c	18.89 ^c
Referans Değer	2-8	30-50	30-50	<20
SHO	0.63	0.54	0.42	0.72
p	.000	.000	.000	.000

*a,b,c,d,e,f,g Farklı harflerle işaretlenen sütunlarda yer alan işletmeler arasındaki farklılıkları ortaya koyar ($p < 0.05$). SHO: Standart hata ortalaması

Çizelge 2 incelendiğinde, farklı elek katmanlarında (üst elek, orta elek, alt elek ve alt tava) partikül boyutlarının dağılımında istatistiksel olarak anlamlı farklar olduğu görülmektedir ($p < 0.05$). Heinrichs ve Kononoff (2002)'un bildirmiş olduğu referans değerleri Çizelge 2' de verilmiştir. Bu çizelgeye göre TMR' ların partikül boyutları referans değerleri üst elekte % 2-8, Orta elek % 30-50, Alt elek % 30-50 ve Alt tavanın % <20 olması gerektiğini bildirilmiştir.

En yüksek üst elek oranı %32.82 ile E işletmesinde tespit edilmiş iken, en düşük oran %2.80 ile D işletmesinde tespit edilmiştir. Üst elek oranının yüksek olması, rasyonun kaba yem yönünden zengin olduğunu gösterebilir ve bu durum ruminasyon süresini artırarak rumen motilitesini olumlu yönde etkileyebilmektedir (Heinrichs ve Kononoff 1999).

Orta elekte TMR' ların partikül boyutları oranları kıyaslandığında en düşük orana "D" işletmesinin % 12.46 olduğu gözlemlenirken, en yüksek orana ise "B" ve "İ" işletmelerinin sırasıyla % 40.62 ve % 40.61 olduğu gözlemlenmiştir. Orta elek oranının yüksekliği rasyonda dengeli bir partikül boyutu dağılımına işaret edebilirken, bu oranın düşük olması ise aşırı derecede ince partiküller oluşturduğunu göstermektedir. İnce partiküllerin ağırlıklı olduğu rasyonlar, yem seçiciliği

sorunlarına yol açabilir ve hayvan performansını olumsuz etkileyebilir (Kononoff ve Heinrichs, 2003).

En yüksek alt elek oranı %39.81 ile "I" işletmesine ait iken, en düşük oran ise %25.62 ile "E" işletmesine aittir. Alt elek partikülleri sindirilebilirlik açısından avantaj sağlayabilirken, fazla ince partiküllerin oranının yüksek olması, rumen tamponlama kapasitesini düşürebilir ve metabolik sorunlara neden olabilmektedir.

Alt tava oranlarında en yüksek değer % 48.73 ile "D" işletmesinde tespit edilmiştir. Bu, rasyonda aşırı ince materyal bulunmasının rumen asidozu gibi metabolik problemlere yol açabileceğini gösterir. Aşırı ince partiküllerin varlığı, geniş getirme süresinin kısılmasına, tükürük üretiminin azalmasına ve rumen pH'sının düşmesine neden olabilmektedir (Zebeli ve ark., 2012). E işletmesindeki alt tava oranı ise %8.40 ile en düşük seviyede olup, kaba yem içerikli partiküllerin ağırlıkta olduğu bir rasyona işaret etmektedir.

Penn State Partikül Seperatöründe Üst elekte bulunan TMR' ların % 2-8 arasında olmasının rumen pH' ı ruminasyon, tükürük sekresyonunun oluşumu ve rumen sağlığı açısından önemli olduğu bildirilmiştir

(Deniz, 2021). Orta elek te bulunan TMR partikül boyutu, rumende mikrobiyal sindirime tabi tutulan ve hızlı hidrolize edilebilen kaba yem partiküllerini temsil etmekte olup, bu partiküller daha az geviş getirme aktivitesi ile ilişkilendirildiği bildirilmiştir. Alt elek te bulunan partikül boyutu, yüksek lif içeriği taşıyan ve mikrobiyal faaliyetler sonucu hızla parçalanabilen kaba yem parçacıklarını barındırdığı ve Alt tavada kalan TMR partikülleri, rumen fonksiyonunun sağlıklı işleyişi ve fermentasyon süreçlerinin etkinliği açısından kritik bir öneme sahip olduğu yapılan çalışmalar ile bildirilmiştir (Kononoff ve ark., 2003).

3.2. Besi Çiftliklerinden Alınan TMR' ların Kimyasal Analiz Sonuçları

Çizelge 3. Besi çiftliklerinden alınan TMR' ların kimyasal kompozisyonlarının belirlenmesi

İşletmeler	HP(%)	HY(%)	HK(%)	NDF(%)	ADF(%)
A	7.67 ^a	4.06 ^{bcd}	6.94 ^{de}	63.71 ^h	42.65 ⁱ
B	9.06 ^b	4.11 ^{bcd}	11.44 ^b	45.88 ^d	27.34 ^f
C	8.63 ^b	3.16 ^{ab}	7.26 ^{ef}	47.36 ^e	25.39 ^e
D	11.61 ^c	5.14 ^e	6.69 ^f	39.13 ^a	16.59 ^a
E	7.50 ^a	4.71 ^{de}	5.61 ^b	55.42 ^f	30.70 ^g
F	8.84 ^b	2.88 ^{ab}	6.07 ^f	60.27 ^g	32.55 ^h
G	6.47 ^a	6.59 ^f	6.11 ^c	42.54 ^c	21.33 ^c
H	9.58 ^b	4.08 ^{abc}	8.56 ^g	45.45 ^d	23.60 ^d
I	9.50 ^b	2.97 ^a	6.73 ^d	41.12 ^{ab}	19.40 ^b
İ	12.62 ^d	4.37 ^{cde}	5.06 ^a	39.54 ^a	19.16 ^b
SHO	0.41	0.43	0.16	0.33	0.25
p	.000	.000	.000	.000	.000

abcdefg Aynı sütunda yer alan farklı simgeye sahip olan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

A,B,C,D,E,F,G,H,I ve İ: İşletmelerin isimlerinin kodlanması. SHO: Standart hata ortalaması, HP: Ham protein(%), HY: Ham yağ(%), HK: Ham kül(%), NDF: Nötral deterjan fiber (%) ve ADF: Asit deterjan fiber (%).

Ham protein oranı, ruminant hayvanların büyümeleri, süt verimleri ve genel performansları için kritik öneme sahiptir (Jones ve ark., 2018). Ruminant hayvanların yemlerinde ya da rasyonlarında bulunan protein enerji kaynağından sonra mikroorganizmaların gelişim ve faaliyetleri açısından önemli bir unsurdur (Cone ve Van Gelder, 1999; Blümmel ve ark., 2003). Yemlerin protein oranının en az %10 olması gerektiği ve bu oranın altında olması durumunda rumende bulunan mikroorganizmaların faaliyetleri aksayacağından rumen için ihtiyaç duyulan amonyak miktarının karşılanamayacağını bildirmişlerdir (Norton, 2003;

Ruminant hayvanlarda rasyonlar hazırlanırken yem ve yem ham maddelerinin kimyasal analiz sonuçları, hayvan beslemede büyük bir öneme sahiptir. Bu analizler ruminant hayvanların ihtiyaç duyduğu besin ham maddelerinin doğru ve dengeli bir şekilde karşılanmasını sağlamak amacıyla gereklidir.

Besi işletmelerinde alınan TMR' ların kimyasal analiz sonuçlarından KKM (%), HP (%), HY (%), HK (%), NDF (%), ve ADF (%) istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($P < 0.05$). Besi işletmelerinden alınan TMR' ların Kimyasal sonuçları Çizelge 3' de verilmiştir.

Cappellozza ve ark., 2013). Beside bulunan hayvanların canlı ağırlıklarına göre HP ihtiyaçlarının değiştiği 250-300 kg canlı ağırlığında bulunan sığırların %12-14, 300 kg' ın üzerinde bulunan sığırların HP ihtiyacının % 9-12 arasında olması gerektiği bildirilmiştir (Zengin, 2016). Çalışma bulguları, HP değerlerinin işletmeler arasında önemli farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur ($P < 0.05$). En yüksek HP (%) değeri 'İ' işletmesinde (%12.62) bulunurken, en düşük değer 'G' işletmesinde (% 6.47) olduğu gözlemlenmiştir.

Besi TMR' larının ham yağ (HY) değerleri % 2.88 ile 6.59 arasında değişmiştir. En yüksek ham yağ değerleri 'G' işletmesinde gözlemlenmiştir. En düşük değer 'F' işletmesinde gözlemlenmiştir. Yemlerde bulunan yağın en belirgin özelliklerinden birisinin, vücutta minimum düzeyde ısı üretip maksimum

düzeyde enerji (kalori) üretme kapasitesi olduğu bildirilmiştir (Konca, 2007). Diğer belirgin özelliğinin ise hayvanların yemleri daha lezzetli yemesini sağlaması olduğu bildirilmiştir (Özgen, 1986). Yapılan çalışmalarda rasyonlara yâda TMR' lara %8' in üzerinde yağ ilave edilmemesi gerektiği bildirilmiştir (Anonim, 1987). Ruminant hayvanların rasyonlarına bu oranın üzerinde yağ ilave edilmesi durumunda yem ham maddelerin lezzet, rumende bulunan mikroorganizmaların fonksiyonları, hayvanın iştahı, yemlerin rumende kalış süresi ve fermentasyonun gerçekleştiği rumen, retikulum ile omasumun faaliyetlerinin olumsuz olarak etkileneceği bildirilmiştir (Reece, 2008). Ayrıca yapılan başka bir çalışmada rasyonlarda yağ oranının %5 ve üzerine çıkması durumunda özellikle ruminant hayvanlar için ciddi sindirim sistemi hastalıklarına neden olacağı ve yüksek yağ seviyeleri, rumen mikroorganizmalarının faaliyetlerini olumsuz etkileyeceği bildirilmiştir. Bu durumun, sindirim sürecinin bozulmasına, selüloz sindiriminde azalmaya ve dolayısıyla besin maddelerinin emiliminde düşüşe neden olacağı bildirilmiştir (Kutlu ve Serbester, 2014; Larick ve ark., 1992; Zinn, 1992; Bateman ve Jenkins, 1998; Wachira ve ark., 2002). Yapılan başka bir çalışmada TMR' lara yağ ilavesinin ruminant hayvanların sindirim sisteminde meydana gelen metan üretimini baskıladığı bildirilmiştir (Dohme, 2000).

İşletmelerden alınan TMR' ların ham kül (HK) değerleri %5.06 ile 11.44 arasında değişmiştir. En yüksek ham kül değeri 'B' işletmesinde gözlemlenirken, en düşük değer 'İ' işletmesinde gözlemlenmiştir. Ham kül, bitki yapısında yer alan ve yakma işlemiyle yok edilemeyen inorganik maddelerin toplamını ifade etmektedir. Bu nedenle, ham kül oranı bitkide bulunan iz elementleri ile yakından ilişkilidir. Yemlerde yada TMR' lar da Ham kül oranlarının en fazla % 9 olması gerektiği ve bu oranın üzerinde ham kül olduğunda yabancı maddelerin (taş, toprak, vb.) karışmış olduğu bildirilmiştir (Alp ve ark., 1996).

İşletmelerin NDF içerikleri % 39.13 ile 63.71 arasında değişmiştir. En yüksek NDF içeriği 'A' işletmesinde gözlemlenirken, en düşük değer 'D' işletmesinde gözlemlenmiştir. Besi işletmelerinin ADF içerikleri % 16.59 ile 42.65 arasında değişmiştir. En yüksek değer 'A' işletmesinde gözlemlenirken, en düşük değer 'D' işletmesinde gözlemlenmiştir. Ruminant hayvanların

beslenmesinde ana eleman görevi gösteren kaba yemler yapısal karbonhidratlar ile yapısal olmayan karbonhidratları içermektedir. Yapısal olan karbonhidratlar Nötr deterjan lif ve Asit deterjan lif olmak üzere iki bölüme ayrılmaktadır. Selüloz, hemiselüloz ve lignin NDF' yi oluştururken, selüloz ile lignin ADF' yi oluşturmaktadır (Åkerholm ve Salmen, 2003). Ruminant hayvanlarda NDF ile ADF tükürük sekresyonunu sağlayarak rumenin ideal pH aralığında olmasını sağlayarak tamponlama görevi üstlenmektedir. Ruminantlar TMR' larında olması gereken NDF ve ADF ile sindirim sistemi hastalıklarının oluşumunu önlemektedir. Ayrıca verim vermeleri ile rumen sağlığı açısından önemlidir. Yapılan bir çalışmada ruminant hayvanların TMR' larında ideal NDF' nin %25-32 aralığında olması gerektiği bildirilmiştir (Tekce ve Gül, 2014). Eğer NDF oranının bu oranın altında olması durumunda ruminant hayvanlar tükürük salgısı üretimde sıkıntılar yaşayacağından rumen pH' sının 4 ve altına inmesine neden olacaktır. Bunun sonucunda da metabolik hastalıklardan asidoz şekillenip rumenin papilları hasar görerek hayvanın yem alma kapasitesi düşeceği bildirilmiştir (Zhao ve ark., 2023). Ayrıca rasyonlarda NDF oranının belirtilen referans oranın üzerine çıkması durumunda ise rumen ortamının selülotik mikroorganizmalar tarafında yönelmesi sonucu yüksek bir metan üretimi sağlanarak enerji kaybı söz konusu olacaktır (Khafipour ve ark., 2009).

3.3. Besi Çiftliklerinden Alınan TMR' ların Metabolik Enerji ve İn Vitro Organik Madde Sindirim Derecelerinin Belirlenmesi

Besi çiftliklerinden alınan toplam karışım rasyonların (TMR) metabolik enerji (ME) ve in vitro organik madde sindirim derecelerini (OMSD) belirlemeye yönelik çalışmalar, yem rasyonlarının kalite ve verimlilik düzeyini değerlendirmede önemli bir temel oluşturmaktadır. Bu çalışma kapsamında elde edilen veriler, ME ve OMSD parametrelerinin çiftlikler arasında önemli farklılıklar gösterdiğini ve bu farklılıkların yem bileşenleri ile besleme stratejilerine bağlı olduğunu ortaya koymaktadır. Çizelge 4' de belirtilen diğer parametrelerle birlikte ME ve OMSD değerleri arasında istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$).

Çizelge 4. Besi Çiftliklerinden alınan TMR' ların metabolik enerji ve in vitro organik madde sindirim derecelerinin belirlenmesi

İşletmeler	Gü (ml)	HP (%)	HY (%)	HK (%)	ME (Mj)	OMSD (%)
A	31.00 ^{ab}	7.67 ^{abc}	4.06 ^{bc}	6.94 ^{bc}	7.54 ^{bc}	50.40 ^b
B	34.33 ^{cd}	9.06 ^d	4.11 ^{bc}	11.44 ^e	8.00 ^c	56.92 ^c
C	35.26 ^{cd}	8.63 ^{bcd}	3.16 ^{ab}	7.26 ^{cd}	7.96 ^c	54.83 ^c
D	36.20 ^d	11.61 ^e	5.14 ^c	6.69 ^{bc}	8.86 ^d	56.63 ^c
E	29.41 ^a	7.50 ^{ab}	4.71 ^c	5.61 ^{ab}	7.52 ^{ab}	48.04 ^a
F	29.13 ^a	8.84 ^{cd}	2.88 ^a	6.07 ^{abc}	7.06 ^a	48.70 ^{ab}
G	33.26 ^{bc}	6.47 ^a	6.59 ^d	6.11 ^{abc}	8.48 ^d	51.34 ^b
H	33.00 ^{bc}	9.58 ^d	4.08 ^{bc}	8.56 ^d	7.83 ^{bc}	54.09 ^c
I	41.53 ^e	9.50 ^d	2.97 ^a	6.73 ^{bc}	8.87 ^d	60.46 ^d
İ	43.26 ^e	12.62 ^e	4.37 ^c	5.06 ^a	9.78 ^e	62.30 ^d
SHO	1.23	0.55	0.49	0.67	0.21	1.30
p	.000	.000	.000	.000	.000	.000

abcdefg Aynı sütunda yer alan farklı simgeye sahip olan ortalamalar birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

A,B,C,D,E,F,G,H,I ve İ: İşletmelerin isimlerinin kodlanması.SHO: Standart hata ortalaması, , GÜ: Gaz üretimi (200 mg KM), HK: Ham kül, HY: Ham yağ, HP: Ham protein, ME: Metabolik enerji, OMSD: Organik madde sindirim derecesi (%).

Gaz üretimi, TMR' ların fermentasyon kalitesinin ve sindirilebilirliğinin bir göstergesidir (Menke ve Steingass, 1988). Çizelge 4 incelendiğinde en yüksek gaz üretimi, 43.26 ml ile "İ" işletmesinde tespit edilmiştir. Bu durum, "İ" işletmesinin rasyonunda fermentabl karbonhidrat oranının yüksek olduğunu ve mikrobiyal fermentasyonun etkin bir şekilde gerçekleştiğini göstermektedir. Buna karşın, en düşük gaz üretimi 29.13 ml ile işletme "F" işletmesinde olduğu gözlemlenmiştir. Düşük gaz üretim değerleri, kaba yem oranının fazla veya yem materyallerinin sindirilebilirlik düzeyinin düşük olduğunu işaret etmektedir (Khanum ve ark., 2007). Gaz üretimindeki bu farklılıklar, işletmelerin yem kompozisyonlarındaki farklılığını ortaya koymaktadır.

Ham protein oranı, hayvanların azot dengesini ve mikrobiyal protein sentezini etkileyen kritik bir parametredir. Çizelge 4' e göre en yüksek HP oranı %12.62 ile işletme "İ" işletmesinde olduğu görülmüştür.

En düşük HP oranı ise %6.47 ile işletme "G" de gözlemlenmiştir. Protein içeriğindeki bu farklılıklar, yemlerin mikrobiyal fermentasyon potansiyelini ve hayvan performansını önemli ölçülerde etkileyebilmektedir (NRC, 2001).

Ham yağ, rasyonun enerji yoğunluğunu belirleyen temel unsurlardan biridir. En yüksek HY oranı %6.59 ile işletme "G"de tespit edilmiştir. Bu durum, enerji içeriğinin yüksek olduğunu ancak aşırı yağ miktarının rumen fermentasyonu üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğini gösterebilmektedir (Palmquist ve Jenkins, 1980). Buna karşın, en düşük HY oranı %2.88 ile işletme "F"de gözlemlenmiştir. Düşük HY değerleri, enerji yoğunluğunun sınırlı olduğunu ve hayvan performansında enerji eksikliği nedeniyle azalma olabileceğini göstermektedir.

Metabolik enerji (ME), hayvanların enerji ihtiyacını karşılama potansiyelini yansıtan önemli bir parametredir. En yüksek ME değeri 9.78 MJ/kg KM ile işletme "İ" de tespit edilmiştir. Bu durum, işletme "İ"nin yem bileşenlerinin enerji verimliliği bakımından üstün olduğunu ortaya koymaktadır. En düşük ME değeri ise 7.06 MJ/kg KM ile işletme "F"de tespit edilmiştir. Metabolik Enerji oranlarındaki bu farklılıklar, yemlerin enerji yoğunluğu ve hayvan performansı üzerindeki etkilerini belirgin bir şekilde vurgulamaktadır (NRC, 2001).

Organik madde sindirim derecesi (OMSD), yem rasyonlarının toplam sindirilebilirliğini ifade eden önemli bir parametredir. Çizelge 4' e göre en yüksek OMSD oranı % 62.30 ile işletme "İ"de tespit edilmiştir. Bu durum, işletme "İ"nin yem rasyonlarında sindirilebilir bileşenlerin daha fazla olduğunu ve mikrobiyal aktivitenin daha etkin çalıştığını göstermektedir. Buna karşın, en düşük OMSD oranı %47.09 ile işletme "E"de bulunmuştur. Düşük OMSD değerleri, rasyonun sindirilebilirlik potansiyelini sınırlayabilir ve hayvan performansı üzerinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir (Getachew ve ark., 2004).

Çizelge 5. Besi çiftliklerinden alınan TMR' ların 24 saatlik fermantasyon parametreleri değerleri

İşletmeler	Gü(ml)	CH4(ml)	CH4 (%)	CH4(ml/g) sindirilen KM	GSKM(mg)	GSD(%)	TF	MPSE(%)
A	77.50 ^{ab}	11.25 ^{abc}	14.50 ^d	44.09 ^e	255.40 ^b	50.82 ^b	3.30 ^{ab}	84.90 ^{ab}
B	85.83 ^{cd}	11.74 ^{cd}	13.57 ^{abc}	38.06 ^{abc}	308.73 ^{cd}	61.62 ^{cd}	3.59 ^{bcd}	119.90 ^{bc}
C	88.16 ^{cd}	12.66 ^d	14.35 ^{bc}	41.63 ^{cde}	304.40 ^{cd}	60.70 ^c	3.45 ^{abc}	110.43 ^c
D	90.50 ^d	11.70 ^{bcd}	12.93 ^a	34.03 ^a	344.03 ^e	68.53 ^e	3.80 ^{de}	144.93 ^e
E	73.53 ^a	10.27 ^a	14.50 ^d	39.10 ^{bcd}	263.33 ^b	52.40 ^b	3.73 ^{cd}	107.50 ^c
F	72.83 ^a	10.56 ^{ab}	14.49 ^c	46.27 ^e	228.50 ^a	45.56 ^a	3.13 ^a	68.26 ^a
G	83.16 ^{bc}	11.12 ^{abc}	13.39 ^{ab}	36.83 ^{ab}	302.20 ^c	60.29 ^c	3.64 ^{bcd}	119.23 ^{cd}
H	82.50 ^{bc}	11.66 ^{bcd}	14.15 ^{bc}	36.42 ^{ab}	320.33 ^d	63.95 ^d	3.88 ^e	138.83 ^{de}
I	103.83 ^e	14.47 ^e	13.94 ^{bc}	42.39 ^{cde}	341.36 ^e	68.16 ^e	3.28 ^{ab}	112.93 ^c
İ	108.16 ^e	14.91 ^e	13.79 ^{abc}	43.61 ^{de}	342.00 ^e	68.29 ^e	3.16 ^a	104.03 ^{bc}
SHO	3.08	0.50	0.42	2.08	7.30	1.45	0.16	10.03
p	.000	.000	.017	.000	.000	.000	.000	.000

*a,b,c,d, Farklı harflerle işaretlenen sütunlarda yer alan işletmeler arasındaki farklılıkları ortaya koyar ($p < 0.05$) GÜ: 24 saatlik fermantasyon sonucu oluşan Gaz Üretimi (500 mg). CH4: Metan, GSKM: Gerçek sindirilebilir kuru madde (500 mg/ KM), TF: Taksimat faktörü, MP: Mikrobiyal protein (mg), MPSE: Mikrobiyal protein sentezleme etkinliği (%), GSD: Gerçek sindirim derecesi (%), SHO: Standart hata ortalaması, ÖS: Önem seviyesi..

3.4. Besi Çiftliklerinden Alınan TMR' ların İn vitro Gaz Üretimleri, Metan Üretimleri, Sindirim Dereceleri ve Mikrobiyal Protein Üretimlerinin Belirlenmesi

Besi çiftliklerinden alınan TMR' ların 24 saatlik in vitro gaz üretimleri ve fermantasyon parametreleri belirlenmiş olup, Çizelge 5' de gösterilmiştir.

Farklı besiciliklerinden alınan TMR' ların, in vitro gaz üretimi, metan üretimi, sindirim derecesi, mikrobiyal protein üretimi ve amonyak miktarı gibi parametrelerle değerlendirilmesi, rasyon bileşimlerinin besin madde etkinliği ve çevresel süreçlere etkisinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Çizelge 5 incelendiğinde işletmelerden alınan TMR' ların in vitro gaz üretimleri ve 24 saatlik fermantasyon parametreleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Yirmi dört saat sonunda cam şırıngalarda oluşan gaz üretimleri 72.83 ile 108.16 ml arasında değişmiştir. En yüksek gaz üretim miktarı "İ" işletmesinde gözlemlenirken, en düşük gaz üretim miktarı "F" işletmesinde gözlemlenmiştir. İn vitro şartlarda karbondioksit salınımı iki farklı şekilde ortaya çıkmaktadır. İlki yem ham maddelerinde bulunan karbonhidratlar ile proteinlerin fermantasyona uğraması sonucu diğeri ise; fermantasyon sonrası oluşan uçucu yağ asitlerinin, rumen pH' sının dengelenmesini sağlayan tampon çözelti ile reaksiyona girmesi sonucu oluşmaktadır (Getachew ve ark., 1998; Getachew ve ark., 2004). İn vitro koşullarında gaz üretimini etkileyen en önemli

faktörlerin fermantasyon sonunda ortaya çıkan UYA' ların miktarı ve içeriği ile oluşan karbondioksit miktarı olduğu bildirilmiştir (Canbolat ve ark., 2013).

Ayrıca yapılan bir çalışmada yemlerin 24 saatlik in vitro gaz üretim miktarlarının az olmasının nedeninin rumende bulunan mikroorganizmaların yemlerde daha az yararlanılabilir karbonhidrat ve protein içermesi olduğu bildirilmiştir (Canbolat ve ark., 2013). Başka bir çalışmada rumendeki mikrobiyal aktivitenin devamı için yem ham maddelerinde HP oranının % 10 olması gerektiği ifade edilmektedir (Norton, 2003). Yapılan başka bir çalışmada HP oranının azalması rumendeki mikrobiyal aktiviteyi olumsuz etkilediği ve HP oranı ile in vitro gaz üretim miktarı arasında pozitif yönde etkileşim olduğu bildirilmiştir (Parissi ve ark., 2005; Kamalak ve ark., 2005). Başka bir çalışmada yemlerde ya da rasyonlarda protein ile enerjinin artması ve NDF ile ADF' nin azalmasının in vitro gaz üretiminin artmasına neden olacağı bildirilmiştir (Canbolat ve Karaman, 2009).

Çizelge 5 İncelendiğinde besiciliklerinin metan üretimleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir ($P < 0.05$). İn vitro gaz üretimi sonucu ortaya çıkan metan üretimleri 10.27 ile 14.91 ml arasında değişmiştir. Metan yüzdesi ise % 12.93 – 14.50 arasında değişmiştir. En yüksek metan üretimi 14.91 ml ile "İ" işletmesinde, en düşük metan üretimi ise 10.27 ml ile "E" işletmesinde gözlemlenmiştir. Yapılan bir çalışmada yüksek nişasta içeriğine sahip yemlerle beslenildiğinde uçucu yağ asitlerinden propiyonik asit üretiminde bir artış olup, bu üretim sırasında da hidrojenin fazla kullanılmasından dolayı

metan üretiminde azalmanın olacağı bildirilmiştir (DeVore, 2018). Bu araştırmada işletmeler arasında TMR' ların rumen fermantasyonu sırasında propiyonik asiti üretimi esnasında fazla miktar hidrojen kullanılmasından dolayı metan üretiminin azalmış olacağı düşünülmektedir. López ve ark., (2010)' ının yapmış oldukları çalışmada yem ham maddelerinin rumen fermantasyonu sonucu ortaya çıkan metan yüzdesi baz alınarak antimetanojenik özelliklerine göre sınıflandırılacağını bildirmiştir. Metan yüzdesine göre <11 ile ≤ 14 arasında olan yem ham maddelerini düşük, >6 ile >11 arasında olan yem ham maddelerini orta ve >0 ile >6 arasında olanları ise yüksek seviyede anti-metanojenik özellikte olduğunu bildirmiştir. López ve ark., (2010)' ın yapmış olduğu sınıflandırmaya göre Çizelge 5' e göre "A", "B", "C", "D", "G" ve "H" işletmeleri düşük anti-metanojenik özellikte olduğu görülmektedir.

Yapılan çalışmada kullanılan örnekler, kaba ve konsantre yemlerin karıştırılmasıyla oluşan TMR yada rasyon olmasından dolayı işletmelerin metan üretimlerini gerçek sindirilebilir kuru madde (GSKM) ile değerlendirmek daha önemlidir. Rasyonlarda sindirilebilir maddeden üretilen metan miktarı CH₄/GSKM oranı ile ifade edilmektedir (Morgavi ve ark., 2010; Navarro-Villa ve ark., 2011). Besi çiftliklerinden alınan TMR' ların sindirilebilir maddeden üretilen metan üretimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (P<0.001). İn vitro gaz üretimi sonucu ortaya çıkan sindirilen metan üretimleri 34.03 ile 46.27 ml arasında değişmiştir. En yüksek sindirilen metan üretimi "F" işletmesinde, en düşük metan üretimi ise "D" işletmesinde gözlemlenmiştir. Yemlerin yada rasyonların üretmiş oldukları metan miktarları inkübe edilen yemin miktarı temelinde incelemek, araştırmacılar açısından yanıltıcı sonuçlar doğurabilir (Selçuk, 2024). Çünkü hayvan metabolizması açısından sindirilebilir besin miktarı, hayvanın yemden faydalanma düzeyini ve yem tüketimiyle ilgili ön bilgi edinmemizi mümkün kılmaktadır. Bu nedenle, sindirilebilir besin miktarı temelinde hesaplanan metan üretimi (CH₄/GSKM), hem hayvan verimliliğinin hem de ruminant kaynaklı metan emisyonlarının değerlendirilmesinde daha güvenilir bir ölçüt sağlayarak sürdürülebilir çevre yönetimi ve verimli hayvansal üretim açısından daha tutarlı sonuçlar sunacaktır. Gerçek sindirilebilir kuru madde (GSKM), rasyonun rumen mikroorganizmaları tarafından sindirilme kapasitesini ölçen bir parametredir. Gerçek sindirilebilir kuru madde (GSKM) ve gerçek sindirim değerleri (GSD) arasında

işletmeler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir (P<0.05). GSKM ve GSD değerleri sırasıyla 228.50 ile 344.03 mg ve % 45.56 ile % 68.53 arasında değişmiştir. En yüksek GSKM ve GSD değerleri "D" işletmesinde gözlemlenirken, en düşük değer "F" işletmesinde gözlemlenmiştir. İn vitro gaz üretim tekniğinde gerçek sindirim derecesi, yem maddelerinin rumen mikroorganizmaları tarafından sindirilme kapasitesini ölçmek için kullanılan bir parametredir. Bu kavram, yemin sindirilebilir organik maddesinin ne kadarının mikroorganizmalar tarafından fermentasyona uğratılarak parçalandığını göstermektedir. Yüksek GSKM değerleri, rasyonların sindirilebilirliğini ve hayvan performansını olumlu yönde etkileyebilir. Düşük GSKM değerleri ise, rasyonların kaba yem oranının yüksek veya sindirilebilirliklerinin sınırlı olduğunu gösterebilir. Gerçek sindirim derecesi (GSD), rasyonların mikrobiyal sindirim üzerindeki etkinliğini ifade etmektedir. Yüksek GSD değerleri, rasyon bileşenlerinin mikrobiyal sindirim için uygun bir ortam sağladığını göstermektedir. Çizelge 3.4 incelendiğinde besi çiftliklerinin taksimat faktörleri arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir (P<0.05). İn vitro gaz üretimi sonucu ortaya çıkan taksimat faktörü değerleri 3.13 ile 3.88 arasında olduğu gözlemlenmiştir. Besi çiftliklerinden alınan TMR' ların en yüksek taksimat faktörü değeri "H" işletmesinde gözlemlenirken, en düşük değer "F" işletmesinde gözlemlenmiştir. Taksimat faktörü besin maddelerinin sindirilebilirliğini ve mikrobiyal protein sentezini tahmin etmek için kullanılan önemli bir parametre olup bu faktörün 2.75 ile 4.41 arasında olması gerektiği bildirilmiştir (Blümmel ve Lebzien, 2001). Mikrobiyal protein kavramı yemlerin rumende fermantasyonu sırasında mikroorganizmalar tarafından sentezlenen protein miktarını ifade etmektedir (Güney ve Karslı, 2014). Mikrobiyal protein üretimi, rumendeki mikroorganizmaların besin maddelerini fermente ederken sentezledikleri önemli bir azot kaynağıdır. Ruminant hayvanlar, bu mikroorganizmaları sindirerek mikrobiyal proteinden yararlanırlar, bu da onların protein ihtiyacını karşılamada önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca mikrobiyal protein yemlerin sindirimi sırasında rumen mikroorganizmalarının üretmiş olduğu proteini simgeler ve bu protein, ruminant hayvanlar için önemli bir protein kaynağıdır (Hopkins ve Whitlow, 2013). Mikrobiyal protein sentezi, yemlerin besin değerini belirlemede kritik bir faktör olup, bu protein hayvanın sindirim sisteminde emilerek hayvanın protein ihtiyacını karşılamaktadır (Blümmel ve ark., 1997).

Çizelge 3.4 incelendiğinde işletmelerin mikrobiyal protein üretimleri ve mikrobiyal protein sentezleme etkinlikleri arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır ($P<0.05$). İşletmelerin mikrobiyal protein üretimleri 68.26 ile 144.93 mg arasında değişmektedir. En yüksek değer “D” işletmesinde gözlemlenirken, en düşük değer “F” işletmesinde gözlemlenmiştir. İşletmelerin mikrobiyal protein sentezleme etkinlikleri % 29.60 – 43.34 arasında değişmiştir. En yüksek değer “F” işletmesinde gözlemlenirken, en düşük değer “H” işletmesinde gözlemlenmiştir.

3.5. Besi Çiftliklerinden Alınan TMR' ların Gaz Kinetiğinin Belirlenmesi

Çizelge 6. Besi İşletmelerinden alınan TMR' ların *in vitro* gaz kinetiği fermentasyon parametreleri.

Fermentasyon Kinetiği Parametreleri				
İşletmeler	c (%)	a (ml)	b (ml)	a+b (ml)
A	0.05 ^a	1.62 ^{ab}	41.56 ^{abc}	43.19 ^{abcd}
B	0.06 ^a	1.75 ^{bc}	45.66 ^{cd}	47.42 ^{def}
C	0.08 ^{bc}	2.55 ^{bc}	42.95 ^{bcd}	45.50 ^{cdef}
D	0.07 ^{ab}	4.03 ^c	46.36 ^{cd}	50.40 ^f
E	0.06 ^{ab}	1.21 ^{ab}	37.01 ^a	38.22 ^a
F	0.05 ^a	1.51 ^{ab}	38.26 ^{ab}	39.78 ^{ab}
G	0.08 ^{bc}	2.45 ^{bc}	39.29 ^{ab}	41.75 ^{abc}
H	0.07 ^{ab}	3.64 ^c	40.55 ^{ab}	44.19 ^{bcd}
I	0.10 ^{cd}	2.69 ^{bc}	46.38 ^{cd}	49.08 ^{ef}
İ	0.11 ^d	0.59 ^a	47.80 ^d	48.43 ^{def}
SHO	0.111	0.784	2.163	2.459
p	0.000	0.006	0.000	0.000

^{abcd} Aynı sütunda farklı harf olan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir. Gaz üretimi (200 mg KM). a (ml): Kolay fermente edilebilen kısımdan üretilen gaz hacmi, b (ml): Yavaş fermente edilebilen kısımdan üretilen gaz hacmi, a+b (ml) : Toplam gaz üretimi, c (%) : yavaş fermente edilebilen kısımdan ölçülen gazın hızı, SHO: Standart hata ortalaması;; $p < 0.01$

Çizelge 6'da görüldüğü gibi, toplam gaz üretim kapasitesi (a+b) bakımından “D” işletmesi en yüksek değere ulaşırken, “E” işletmesi en düşük gaz üretim miktarını sergilemiştir.

Çizelge 7 'de, farklı inkübasyon sürelerine göre üretilen gaz miktarları ayrıntılı olarak sunulmuş olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$).

Çizelge 7. Farklı inkübasyon sürelerine göre üretilen gaz miktarları.

X	3h	6h	9h	12h	24h	48h	72h	96h
A	9.00 ^a	13.67 ^a	18.33 ^a	21.67 ^a	30.33 ^{ab}	39.00 ^a	42.67 ^{abc}	43.67 ^{abc}
B	12.34 ^a	19.00 ^b	22.00 ^b	27.33 ^{bc}	33.67 ^{cd}	45.34 ^b	47.67 ^{cd}	48.34 ^{bcd}
C	14.67 ^{bcd}	22.67 ^{cd}	26.67 ^c	29.67 ^{cd}	35.33 ^{cd}	45.34 ^b	46.33 ^{bcd}	47.00 ^{bcd}
D	17.00 ^{de}	22.00 ^{bc}	27.67 ^c	31.33 ^{cde}	36.67 ^d	48.34 ^b	50.67 ^d	52.67 ^d
E	9.00 ^a	15.34 ^a	18.67 ^a	23.33 ^{ab}	28.67 ^a	36.67 ^a	38.33 ^a	39.00 ^a
F	9.00 ^a	13.67 ^a	18.33 ^a	21.00 ^a	29.00 ^a	37.34 ^a	39.33 ^a	40.34 ^a
G	13.34 ^{bc}	20.00 ^{bc}	23.00 ^b	27.33 ^{bc}	33.00 ^{bc}	39.00 ^a	41.67 ^{ab}	42.34 ^{ab}
H	14.34 ^{bc}	21.67 ^{bc}	23.67 ^b	27.33 ^{bc}	33.33 ^{bc}	40.00 ^a	45.33 ^{bcd}	47.00 ^{bcd}
I	17.67 ^e	26.00 ^e	31.00 ^d	34.00 ^{de}	40.33 ^e	47.00 ^b	50.00 ^d	52.67 ^d
İ	15.34 ^{cde}	25.34 ^{de}	31.00 ^d	35.33 ^e	43.67 ^f	48.67 ^b	48.33 ^d	49.00 ^{cd}
SHO	1.125	1.475	1.341	2.139	1.430	2.408	2.422	2.611
Z	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

^{abcdef} Aynı sütunda farklı harf olan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir. X: İşletmeleri, h: Saat, Z: Önem seviyesi, Gaz üretimi

(200 mg KM). SHO: Standart hata ortalaması;; $p < 0.01$

İşletmelerin TMR' larının 96 saatlik inkübasyonun sonunda en yüksek gaz üretimi "D" ve "İ" işletmelerinde ve en düşük gaz üretimi "E" işletmesinde gözlemlenmiştir. Gaz üretiminin yüksek çıkmasının TMR' da daha kolay fermente edilebilen besin maddeleri içerdiğini göstermektedir. "D" ve "İ" işletmelerinin TMR' larının ruminal mikroflora tarafından daha etkin bir şekilde sindirildiği, bu nedenle yüksek gaz üretimine yol açtığı düşünülmektedir. Ayrıca bu işletmenin TMR' ların içerdiği yüksek oranda fermente edilebilir karbonhidratlardan kaynaklanmış olabildiği ve bu işletmenin TMR' ının özellikle nişasta ve şeker gibi kolay sindirilebilir bileşenler açısından zengin olabileceği düşünülmektedir. Buna karşılık, "E" işletmesinin düşük gaz üretimi, TMR' ın fermente edilebilirlik açısından daha sınırlı olduğu ve daha düşük enerji yoğunluğuna sahip bileşenler içerdiği düşünülmektedir. Ayrıca kullanılan TMR' ların daha fazla lif ve lignin gibi zor sindirilen yapısal karbonhidratlar içerdiğini ve bunun fermentasyon sürecini olumsuz etkilediğini göstermektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, bazı besi çiftliklerinde kullanılan toplam karışık rasyonların (TMR) fiziksel ve kimyasal kompozisyonlarının belirlenerek bunların in vitro sindirilebilirlik ve fermentasyon parametreleri üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. Çalışmadaki bulgular, TMR'ların partikül boyutu, kimyasal bileşimi, in vitro gaz üretimi, fermentasyon kinetiği ve bu parametreler arasındaki korelasyonların ruminant beslemedeki kritik rolünü vurgulamaktadır. TMR'ların Penn State Partikül Seperatörü yardımıyla partikül boyutlarının belirlenmesi, ruminant hayvan beslemede rumen sağlığını korumak ve yem verimliliğini arttırmak açısından önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Uzun partiküllü yem ham maddelerinin TMR' larda kullanılması, rumen pH'sını dengeleyerek asidoz riskini azaltacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte, partikül boyutunun fazla uzun olması, hayvanlarda yem seçme davranışına neden olabileceği için dengeli bir partikül dağılımının sağlanmasının rumen sağlığı açısından kritik önem taşıyacağı bilinmektedir. TMR'ların kimyasal kompozisyonları incelendiğinde, yemlerin besin madde içerikleri açısından farklılıklar gösterdiği gözlemlenmiştir. Özellikle nötral deterjan fiber (NDF) ve asit deterjan fiber (ADF) oranlarının rumen fonksiyonlarını destekleyici oranlarda olması, hayvan sağlığı ve yem verimliliği açısından olumlu etkiler göstereceği

düşünülmektedir. İyi formüle edilmiş bir TMR'lar, ruminantların ihtiyacı olan besin ham maddelerini dengeli bir şekilde sağlayarak verimliliği arttırmaktadır. Bazı besi çiftliklerinden alınan TMR'ların in vitro gaz üretimleri detaylı incelendiğinde, çeşitli yem bileşenlerinin fermentasyon kapasitelerini farklı ölçülerde etkilediği görülmüştür. Yüksek NDF oranına sahip TMR' ların daha dengeli bir gaz üretimi sağlayacağı düşünüldüğünde, düşük NDF oranına sahip TMR' ların ise (fazla nişasta içeren rasyonların) asidik fermentasyon şartları oluşturarak istenmeyen fermentasyon yan ürünleri ortaya çıkardığı tespit edilmiştir. TMR'ların in vitro gaz kinetiği analizinde, rasyon içeriklerindeki besin ham maddelerinin gaz üretim hızı ve gaz birikim eğrileri üzerinde belirgin etkiler yarattığı görülmüştür. Selüloz ve hemiselüloz içeriği yüksek olan TMR' lar, daha yavaş ancak optimal bir gaz üretimi sağlarken, daha fazla nişasta ve fermentabl karbonhidrat içeren TMR' ların daha hızlı gaz üretimiyle birlikte ruminal asidoz riskini arttıracığı düşünülmektedir.

Bu çalışma, besi çiftliklerinde kullanılan TMR' ların kalitesini artırmak, hayvan sağlığını ve üretkenliğini maksimize etmek amacıyla, yem formülasyonlarında yapılacak iyileştirmeler için temel teşkil edecek veriler sunmaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmaların, bu parametreler üzerinden daha kapsamlı optimizasyon stratejileri geliştirilmesine odaklanması önerilmektedir. Buna ek olarak, TMR' ların ekonomik maliyet analizi ve yem katkı maddelerinin etkileri üzerinde de çalışmalar yapılması faydalı olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma KSÜ Bilimsel Araştırma Birimi (BAP Proje No: 2024/2-19D) tarafından desteklenmiştir.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

- Åkerholm, M., and Salmén, L. (2003). The oriented structure of lignin and its viscoelastic properties studied by static and dynamic FT-IR spectroscopy, *Holzforschung* 57, 459-465.
- Allen, M.S. (1997). Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. *Journal of Dairy Science*, 80(7), 1447-1462.
- Alp, M., Kocabağlı, N., Kahraman, R., Yetim, M., ve Şenel, H.S. (1996). Kanatlı beslenmesinde kullanılan yem hammaddelerinin ve karma yemlerin besin maddeleri ve enerji kapsamları yönünden değerlendirilmesi. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 22(1), 9-22.
- Anonim, (1987). Süt sığırları üzerinde Sıcaklığın Yarattığı Stresin İncelenmesi. U.S. Feed Grains Council News, 6, 10-12.
- AOAC, (1990). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, Vol. II, 15th ed. Sec.985.29. The Association: Arlington, VA.
- Bateman Ii, H.G., and Jenkins, T.C. (1998). Influence of soybean oil in high fiber diets fed to nonlactating cows on ruminal unsaturated fatty acids and nutrient digestibility. *Journal of Dairy Science*, 81(9), 2451-2458.
- Blümmel M., Makkar, H.P.S., and Becker, K. (1997). In vitro gas production: A technique revisited. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 77(1-5), 24-34.
- Blümmel, M., and Lebzien, P. (2001). Predicting ruminal microbial efficiencies of dairy rations by in vitro techniques. *Livestock Production Science*, 68(2-3), 107-117.
- Blümmel, M., Karsli, A., and Russell, J. R. (2003). Influence of diet on growth yields of rumen micro-organisms in vitro and in vivo: influence on growth yield of variable carbon fluxes to fermentation products. *British Journal of Nutrition*, 90(3), 625-634.
- Canbolat, O., ve Karaman, Ş. (2009). Bazı baklagil kaba yemlerinin in vitro gaz üretimi, organik madde sindirimi, nispi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması. *Journal of Agricultural Sciences*, 15 (2), 188-196.
- Canbolat, Ö., Kara, H., ve Filya, İ. (2013). Bazı baklagil kaba yemlerinin in vitro gaz üretimi, metabolik enerji, organik madde sindirimi ve mikrobiyal protein üretimlerinin karşılaştırılması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27(2), 71-82.
- Cappellozza, B. I., Bohnert, D.W., Schauer, C.S., Falck, S.J., Vanzant, E.S., Harmon, D. L., and Cooke, R. F. (2013). Daily and alternate day supplementation of urea or soybean meal to ruminants consuming low-quality cool-season forage: II. Effects on ruminal fermentation. *Livestock Science*, 155(2-3), 214-222.
- Cone, J.W., and Van Gelder, A.H. (1999). Influence of protein fermentation on gas production profiles. *Animal Feed Science Technology*, 76(3-4), 251-264.
- Deniz, A. (2021). Bursa bölgesindeki süt sığırcılığı işletmelerinde yem ve süt kalite özelliklerinin belirlenmesi (Master's thesis, Bursa Uludağ Üniversitesi), 106s.
- DeVore, D.W. (2018). In-vitro digestibility and gas production of wheat middlings, solvent extracted cottonseed meal, soyhulls, and corn gluten feed and the effects of monensin on in-vitro digestibility and gas production. A Masters Thesis. The Graduate College of Missouri State University. 66p.
- Dohme, F., Machmuller, A., Wasserfallen, A., Kreuzer, M. (2000). Comparative efficiency of various fats rich in medium chain fatty acids to suppress ruminal methanogenesis as measured with RUSITEC. *Canadian Journal of Animal Science*; 80(3), 473-484.
- Duncan, D.B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11(1), 1-42.
- FAO, (2011). Feeding the Future – Livestock in Food Security. World Livestock. 77-98.
- Garcia, A.R. (2009). Usage of the Penn State Forage Separator for evaluating particle size of TMRs.
- Getachew, G., Blümmel, M., Makar, H.P.S., and Becker, K. (1998). In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 72(3-4), 261-281.
- Getachew, G., DePeters, E.J., and Robinson, P.H. (2004). In vitro gas production provides effective method for assessing ruminant feeds. *California Agriculture*, 58(1), 54-58.
- Goel, G., Makkar, H.P.S., Becker, K. (2008). Effect of sesbania sesban and carduus pycnocephalus leaves and fenugreek (Trigonella foenum-graecum L) seeds and their extract on partitioning of nutrients from roughage-and concentrate-based feeds to methane. *Animal Feed Science and Technology*, 147(1-3), 72-89.
- Gülsün, B., ve Miç, P. (2018). Rasyon hazırlamada temel yem miktarlarının ekonomik olarak belirlenmesi için çok amaçlı programlama yaklaşımı. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 7(2), 634-648.
- Güney, M., ve Karlı, M. (2014). Süt ineklerinin protein fraksiyonlarına tepkileri. Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences, 24(3), 317-324.
- Heinrichs, A. J., and Kononoff, P. J. (1999). Evaluating particle size of forages and TMRs using the Penn State Particle Separator. *Dairy Cattle Research*.
- Heinrichs, J., and Kononoff, P. (2002). Evaluating particle size of forages and TMRs using the new Penn State Forage Particle Separator. *Pennsylvania State University, College of Agricultural Sciences, Cooperative Extension DAS*, 42, 1-15.
- Hopkins, B.A., Whitlow, L.W. (2013). Effective use of protein in early lactation diets.
- Johnson, K. A., and Johnson, D. E. (1995) Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, 73(8), 2483-2492.
- Jones, C. M., Heinrichs, A. J., Roth, G. W., and Ishler, V. A. (2018). From Harvest to Feed: Understanding Silage Management. Penn State Extension.
- Kamalak, A., Canbolat, O., Gurbuz, Y., Erol, A., and Ozay, O. (2005). Effect of maturity stage on chemical composition, in vitro and in situ dry matter degradation of tumbleweed hay (Gundelia Tournefortii L.). *Small Ruminant Research* 58(2), 149-156.
- Khafipour, E., Li, S., Plaizier, J. C., and Krause, D. O. (2009). Rumen microbiome composition determined using two nutritional models of subacute ruminal acidosis. *Applied and Environmental Microbiology*, 75(22), 7115-7124.

- Khanum, S. A., Yaqoob, T., Sadaf, S., Hussain, M., Jabbar, M. A., Hussain, H. N., Kausar, R., and Rehman, S. (2007). Nutritional evaluation of various feedstuffs for livestock production using in vitro gas method. *Pakistan Veterinary Journal*, 27(3), 129-133.
- Konca, Y. (2007). Süt Sığırcı Rasyonlarında İlave Yağ Kullanımının Ruminal Fermantasyon ve Süt Kompozisyonuna Etkileri. *Türkiye Süt Sığırcılığı Kurultayı*, İzmir, Türkiye, 20-22.
- Kononoff, P. J., and Heinrichs, A. J. (2003). The effect of corn silage particle size and cottonseed hulls on cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, 86(7), 2438-2451.
- Kononoff, P. J., Heinrichs, A. J., and Buckmaster, D. R. (2003). Modification of the Penn State forage and total mixed ration particle separator and the effects of moisture content on its measurements. *Journal of Dairy Science*, 86(5), 1858-1863.
- Koyuncu, M., ve Akgün, H. (2018). Çiftlik hayvanları ve küresel iklim değişikliği arasındaki etkileşim. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(1), 151-164.
- Kutlu, H. R., ve Serbest, U. (2014). Ruminant beslemede son gelişmeler. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 2(1), 18-37.
- Larick, D. K., Turner, B. E., Schoenherr, W. D., Coffey, M. T., and Pilkington, D. H. (1992). Volatile compound content and fatty acid composition of pork as influenced by linoleic acid content of the diet. *Journal of Animal Science*, 70(5), 1397-1403.
- López, S., Makkar, H. P., and Soliva, C. R. (2010). Screening plants and plant products for methane inhibitors. In *vitro screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants: Nuclear And Related Methodologies*, 191-231.
- MacCracken, M.C. (2001). Global warming: A science overview. In *Global warming and energy policy*, Springer, Boston, MA, 151-159 pp.
- Menke, K.H., and 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., Salenski, A., Steingass, H., Fritz, D., Schnieder, W. (1979). The estimation of digestibility and metabolisable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *Journal of Agricultural Science* 93(1), 217-222.
- Morgavi, D. P., Forano, E., Martin, C., and Newbold, C. J. (2010). Microbial ecosystem and methanogenesis in ruminants. *Animal*, 4(7), 1024-1036.
- National Research Council, (2001). Committee on Animal Nutrition. and Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition.. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*: National Academies Press.
- Navarro-Villa, A., O'Brien, M., Lopez, S., Boland, T.M., O'Kiely, P. (2011). Modifications of a gas production technique for assessing in vitro rumen methane production from feedstuffs. *Animal Feed Science and Technology*, 166, 163-174.
- Norton, B.W. (2003). The nutritive value of tree legumes. <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Publicat/Gutt-shel/x5556e0j.htm>. pp.1-10.
- Orskov, E.R., and McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurement weighed according to rate of passage. *The Journal of Agricultural Science*, 92(2), 499-503.
- Özgen, H. (1986). *Hayvan besleme*. Selçuk Üniversitesi.
- Palmquist, D. L., and Jenkins, T. C. (1980). Fat in lactation rations. *Journal of Dairy Science*, 63(1), 1-14.
- Parissi, Z.M., Papachristou, T.G., and Nastis, A.S. (2005). Effect of drying method on estimated nutritive value of browse species using an in vitro gas production technique. *Animal Feed Science and Technology*, 123, 119-128.
- Reece, W.O., (2008). *Dukes veteriner fizyoloji Cilt I ve II (12. Baskı) (Türkçe Çeviri)*. Ed: Yıldız S. Medipres, Malatya, s, 500-511.
- Selçuk, B., (2024). Bazı Baklagil Kaba Yemlerinin Ruminant Rasyonlarına İlavesinin Mikrobiyal Protein Üretimine Ve Fermantasyon Parametreleri Üzerine Etkileri. *Doktora tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Kahramanmaraş*. 102s.
- Spss, I. I. B. M., (2011). *IBM SPSS statistics for Windows, version 20.0*. New York: IBM Corp, 440, 394.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M. and De Haan, C. (2006). *Livestock's Long Shadow: Environmental issues and options*. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. 212p.
- Tekce, E., ve Gül, M. (2014). Ruminant beslemede NDF ve ADF'nin önemi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 9(1), 63-73.
- Van Soest, P. V., Robertson, J. B., and 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.
- Wachira, A. M., Sinclair, L. A., Wilkinson, R. G., Enser, M., Wood, J. D., and Fisher, A. V. (2002). Effects of dietary fat source and breed on the carcass composition, n-3 polyunsaturated fatty acid and conjugated linoleic acid content of sheep meat and adipose tissue. *British Journal of Nutrition*, 88(6), 697-709.
- Zebeli, Q., Aschenbach, J. R., Tafaj, M., Boguhn, J., Ametaj, B. N., and Drochner, W. (2012). Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 95(3), 1041-1056.
- Zengin, A. (2016). Denizli ilinde özel bir sığırcılık işletmesinde yetiştirilen angus sığırlarına ait bazı performans değerleri. *Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Isparta*. 81s.
- Zhao, H., Lv, F., Liu, G., Pang, X., Han, X., and Wang, X. (2023). Effects of starters with different NDF/starch ratio on rumen fermentation parameters and rumen microorganisms in lambs. *Frontiers in Veterinary Science*, 10. 1064774.
- Zinn, R. A. (1992). Comparative feeding value of supplemental fat in steam-flaked corn-and steam-flaked wheat-based finishing diets for feedlot steers. *Journal of Animal Science*, 70(10), 2959-2969.