

Aspir Küspesine (*Carthamus tinctorius*) yem katkı maddesi olarak Çınar Yaprığının (*Platanus orientalis* L.) ilavesinin; *In Vitro* Gaz Üretimi ve Sindirilebilirlik Parametreleri Üzerine Etkisi

The Effect of Supplementing Safflower Meal (*Carthamus tinctorius*) with Plane Tree Leaf (*Platanus orientalis* L.) as a Feed Additive on *In Vitro* Gas Production and Digestibility Parameters

Atilla BAŞER¹

Ali KAYA²

Tuğba BAKIR¹

Bilal SELÇUK³

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Kahramanmaraş, Türkiye

² Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Erzurum, Türkiye

³ Ondokuz Mayıs University, Ladik Vocational School, Department of Crop and Animal Production, Ladik, Samsun, Türkiye



ÖZ

Bu çalışma, ruminant beslenmesinde alternatif yem katkı maddeleri kullanımı kapsamında, aspir küspesine (*Carthamus tinctorius*) ilave olarak çınar yaprağının (*Platanus orientalis* L.) potansiyelini değerlendirmek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada, aspir küspesine farklı oranlarda çınar yaprağı (%0, %1, %2 ve %4) ilavesiyle oluşturulan deneme gruplarının *in vitro* gaz üretimi, tahmini sindirim ve enerji parametreleri, pH, TUYA ve NH₃-N değerleri belirlenmiştir. Gaz üretimi, Hohenheim gaz üretim tekniğiyle 24 saatlik inkübasyon sürecinde ölçülmüş, elde edilen veriler doğrultusunda metabolik enerji (ME), net enerji laktasyon (NE_L) ve organik madde sindirim derecesi (OMSD) hesaplanmıştır. Ayrıca rumen fermentasyonunu etkileyen tanen içeriği de dikkate alınarak mikrobiyal faaliyetler üzerindeki olası etkiler yorumlanmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde gerçek sindirilen kuru madde miktarı, mikrobiyal protein, gerçek sindirim derecesi ve NH₃-N değerleri bakımından gruplar arasındaki farklılıklar linear olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Katkı maddesi olarak katılan çınar ağacı yaprağının yapısında bulunan tanenin anti-mikrobiyal ve anti-nutrisyonel özelliklerinden dolayı sindirimi ve sindirim sonucu oluşan parametreleri olumsuz etkilediği sadece hayvansal üretim açısından önem arz eden NH₃-N değerinin azalmasında destekleyici etki gösterdiği tespit edilmiştir. Bu bağlamda çınar yaprağı gibi tanen içeren kaynakların sürdürülebilir ve yerel kaynaklı bir yem katkı maddesi olarak protein içeriği yüksek yemlerde ya da rasyonlarda kullanılabileceği öngörülmüş olup *in vivo* çalışmalarla desteklenmesi kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Aspir küspesi, Çınar yaprağı, *In vitro* gaz üretimi, Ruminant beslenmesi, Sindirilebilirlik, Yem katkı maddesi

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the potential of plane tree leaf (*Platanus orientalis* L.) as a substitute for safflower meal (*Carthamus tinctorius*) within the scope of utilizing alternative feed additives in ruminant nutrition. In the study, experimental groups were prepared by supplementing safflower meal with plane tree leaf at different inclusion levels (0%, 1%, 2%, and 4%). For these groups, *in vitro* gas production, estimated digestibility and energy parameters, pH, total volatile fatty acids (VFA), and NH₃-N concentrations were determined. Gas production was measured using the Hohenheim gas production technique during a 24-hour incubation period, and based on the obtained data, metabolizable energy (ME), net energy for lactation (NE_L), and organic matter digestibility (OMD) were calculated. Additionally, considering the tannin content of plane tree leaf, its potential effects on microbial activity related to rumen fermentation were interpreted. Upon evaluation of the results, differences among groups in terms of truly digested dry matter, microbial protein synthesis, true digestibility, and NH₃-N concentrations were found to be linearly significant ($p < 0.05$). It was determined that tannins present in plane tree leaf, when used as a feed additive, exhibited antimicrobial and anti-nutritional properties, which negatively affected digestibility and the resulting fermentation parameters, while showing a beneficial effect by reducing NH₃-N levels a parameter of particular importance in animal production. In this context, it was concluded that tannin-containing resources such as plane tree leaf may be utilized as sustainable and locally sourced feed additives, especially in high-protein feeds or rations, although this potential should be further supported by *in vivo* studies.

Keywords: Digestibility, Feed additive, *In vitro* gas production, Plane tree leaves, Ruminant nutrition, Safflower meal



Geliş Tarihi/Received 18.06.2025
Kabul Tarihi/Accepted 18.07.2025
Yayın Tarihi/Publication Date 24.07.2025

Sorumlu Yazar/Corresponding author:

Atilla BAŞER

E-mail: atillaabaser@gmail.com

Cite this article: Başer, A., Kaya, A., Bakır, T. & Selçuk, B (2025). The Effect of Supplementing Safflower Meal (*Carthamus tinctorius*) with Plane Tree Leaf (*Platanus orientalis* L.) as a Feed Additive on *In Vitro* Gas Production and Digestibility Parameters. *Journal of Animal Science and Economics*, 4(2), 81-87.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License.

Giriş

Hayvancılık sektöründe artan çevresel zorluklardan dolayı ruminantların beslenmesinde ekonomik ve sürdürülebilir yem kaynaklarının etkin kullanımı giderek önem kazanmaktadır. Bu zorlukların üstesinden gelmek için, ekonomik, sürdürülebilir ve kolay erişilebilir yerel olarak mevcut, yeni yem ve yem bileşeni seçeneklerinin araştırılması ve kullanılması gerekmektedir. Yerel olarak hazır yem kaynaklarının kullanılması üretim maliyetlerini düşürebilir, istihdam olanakları yaratabilir ve sürdürülebilir tarım yöntemlerini geliştirebilir (Herrero vd., 2014; Paul, 2019; Chisoro vd., 2023). Hayvansal üretim maliyetlerini azaltmak ve çevresel etkileri en aza indirmek amacıyla, ruminant rasyonlarına farklı yan ürünlerin ve bitkisel katkıların dâhil edilmesi yaygın bir araştırma konusu olmuştur (Ban & Guan, 2021; Dumlu, 2024). Üretimin her geçen gün artmasının bir sonucu olarak, gelişmiş ülkelerdeki mevcut tarımsal gıda sektörü, önemli miktarda ürün tüketimi ve bertaraf edilmesi gereken atık akışları ile karakterize edilmektedir. Bu nedenle, ekonomik kalkınmayı çevre ve kaynak koruma ile dengeleyen dairesel bir ekonomi modeline geçişi desteklemek üzere stratejilerin korunması tüm tarımsal gıda sektörü için önemli bir konudur (Serrapica vd., 2019). Bu bağlamda, aspir (*Carthamus tinctorius*) küspesi, yüksek protein ve enerji içeriği ile yem endüstrisinde dikkat çeken alternatif bir yem hammaddesi olarak değerlendirilmektedir (Gümüş & Küçükersan, 2016). Ayrıca aspir küspesinin yem değeri soya fasulyesi küspesine (SFK) yakın olup, ülkemizde SFK'ya alternatif olabilme potansiyeline sahip olduğu bildirilmektedir (Özek, 2017). Bitkisel polifenoller, özellikle tanenler, rumen mikrobiyal fermentasyonuna müdahale ederek protein parçalanmasını azaltmakta ve by-pass protein miktarını artırmaktadır (Jayanegara vd., 2018; Besharati vd., 2022). Tanenlerin proteinlerle kompleks oluşturma özelliği, rumende mikrobiyal protein sentez miktarını azaltmadan proteinlerin sindirilmesini engelleyerek ince bağırsakta daha fazla sindirilebilir protein sağlamak ve azot kullanım verimliliğini artırmaktadır (Patra & Saxena, 2011; Besharati vd., 2022). Ayrıca, tanenlerin rumen metan salınımını azaltma potansiyeli olduğu da bildirilmiştir, bu da hem enerji kayıplarını azaltır hem de çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlar (Beauchemin vd., 2008; Arisya vd., 2019). Çınar yaprağı (*Platanus spp.*) tanenler açısından zengin bir bitki olup (Irtiza vd., 2016; Kamalak ve Özkan, 2021), ruminant beslemede yem katkı maddesi olarak kullanıma potansiyeline sahiptir (Kamalak & Özkan, 2021). Çınar yaprağında bulunan tanenlerin, rumendeki protein parçalanmasını baskılayarak bypass protein miktarını artırabileceği ve metan üretimini azaltabileceği düşünülmektedir. Bu özellikleriyle çınar yaprağı, ruminant beslemede hem besin madde verimliliğini artırma hem de çevresel etkileri azaltma açısından önemli bir katkı sağlayabilir.

Bu çalışmada, aspir küspesine farklı oranlarda (%1, %2 ve %4) çınar yaprağı ilavesinin, ruminantlarda *in vitro* gaz üretimi, metan salınımı, metabolik enerji (ME) içeriği, organik madde sindirilebilirlik derecesi (OMSD), mikrobiyal protein sentezi üzerindeki etkileri araştırılacaktır. Çalışma hem ekonomik yem katkılarının değerlendirilmesi hem de hayvancılık sektöründe çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, elde edilecek bulguların, ruminant beslemede alternatif yem katkı maddelerinin geliştirilmesine ışık tutacağı düşünülmektedir.

Yöntem

Materyal

Çalışma da kullanılan Aspir küspesi, Kahramanmaraş ilinde bulunan özel bir yem fabrikasından temin edilmiştir. Yem katkı maddesi olarak kullanılan Çınar ağacı (*Platanus orientalis* L.) yaprakları, Kahramanmaraş ili Onikişubat ilçesinde yetiştirme adaptasyonu bulan en az 10 adet ağaçtan olacak şekilde Nisan 2025 tarihinde hasat edilmiştir. Temin edilen Aspir küspesi ve Çınar ağacı yaprakları laboratuvarında gölgede kurutulduktan sonra analiz yapılmak üzere öğütülmüştür. Çalışma da kullanılacak olan rumen sıvısı, Kahramanmaraş ilinde bulunan özel bir kesimhaneden Kılıç ve Abdiwali (2016) bildirdiği şekilde alınmıştır.

Yöntem

Çalışma da kullanılan aspir küspesi ve çınar ağacı yapraklarının kuru madde (KM), ham kül (HK), ham yağ (HY) ve ham protein (HP) içerikleri AOAC (1990)'a göre Nötr deterjan fiber (NDF) ve Asit deterjan fiber (ADF) içerikleri Van soest vd. (1991)'e göre tespit edilmiş olup, tanen içerikleri ise Makkar vd. (1995)'e göre saptanmıştır.

Tablo 1.

Aspir küspesi ve Çınar ağacı yaprağının kimyasal kompozisyonu

Yemler	Aspir Küspesi	Çınar Yaprakı
KM (%)	91,03	92,08
HK (%)	2,23	5,35
HY (%)	10,71	5,22
HP (%)	23,50	2,93
NDF (%)	66,58	53,37
ADF (%)	52,14	37,77
GÜ (0,2gr/30ml)	26,32	15,60
MÜ(0,2gr/30ml)	3,74	2,02
KT (%)	-	16,45

Kuru madde: KM, Ham kül: HK, Ham yağ: HY, Ham protein: HP, Nötr deterjan fiber: NDF, Asit deterjan fiber: ADF, Gaz üretimi: GÜ, Metan üretimi: MÜ, Kondanse tanen: KT.

Aspir küspesi ve çınar ağacı yapraklarının analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Çalışmanın deneme gruplarını A0 (%0 çınar yaprağı içeren aspir küspesi), A1 (%1 çınar yaprağı içeren aspir küspesi), A2 (%2 çınar yaprağı içeren aspir küspesi) ve A4 (%4 çınar yaprağı içeren aspir küspesi) oluşturmaktadır. Deneme gruplarının gaz üretim miktarları (GÜ) Menke vd. (1979)' da bildirdiği *in vitro* Hohenheim gaz üretim tekniği kullanılarak belirlenmiştir. İnkübasyonun 24. saati sonunda sonuna açığa çıkan gazın metan düzeyleri Infrared Metan Analiz cihazı ile (Sensor Europe GmbH, Erkrath, Germany) tespit edilmiştir (Goel vd., 2008). Deneme gruplarının metabolik enerjisi (ME), net enerji laktasyon (NE_L) ve organik madde sindirim derecesi (OMSD) değerleri Menke ve Steingass (1988)'ın önerdiği eşitlikler ile hesaplanmıştır. İnkübasyon sonrasında gaz ölçümü yapılan şırıngalarda kalan yemlerin gerçek sindirim derecesi (GSD), gerçek kuru madde sindirim miktarı (GSKM), taksimat faktörü (TF), mikrobiyal protein üretimi (MPÜ) ve mikrobiyal protein sentezleme etkinliği (MPSE) ise Blümmel vd. (1997) bildirdiği metoda göre belirlenmiştir. Şırıngalarda bulunan yemlerin pH değerleri, HI 2211 PH/ORP METER (Hanna Instruments, İtalya) cihazı kullanılarak, her numune homojenize edildikten sonra doğrudan ölçülmüştür. Ölçümler, cihazın

kalibrasyonu çift nokta standart tampon çözeltiler (pH 4.01 ve 7.00) ile yapıldıktan sonra gerçekleştirilmiştir. Toplam uçucu yağ asitleri (TUYA) ve amonyak-azot (NH₃-N) analizleri için numuneler santrifüj edilerek süzölmüştür. Süzöntüdeki TUYA ve NH₃-N miktarı, Markham (1942)' de belirttiği prosedürlerine uygun olarak tayin edilmiştir.

İstatiksel Analiz

Deneme de incelenen parametrelere ait veriler IBM SPSS (IBM SPSS Corp., Armonk, NY, ABD) 20.0 (2011) paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur. Gruplara ait ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan çoklu karşılaştırma testi (Duncan, 1955), seviyenin etkisini belirlemek için ise polynomial analiz testi kullanılmıştır.

Bulgular

Aspir küspesi içerisine farklı oranlarda katkı maddesi olarak ikame edilen çınar ağacı yapraklarının fermentasyon parametrelerine etkisi tablo 2'de verilmiştir. Elde edilen fermentasyon parametrelerinde yem katkı maddesi olarak katılan çınar ağacı yaprağı sadece gerçek sindirilebilen kuru madde miktarı, mikrobiyal protein üretimi ve gerçek sindirim derecesini önemli derece de etkilemiştir.

Tablo 2.

Aspir küspesine yem katkı maddesi olarak kullanılan çınar yaprağının in vitro fermentasyon parametreleri

Yemler	GÜ (ml)	CH ₄ (ml)	CH ₄ (%)	GSKM (mg)	TF (mg/ml)	MPÜ (mg)	MPSE (%)	GSD (%)
A0	60,89	11,11	18,25	276.34 ^a	5.60	167.79 ^a	60,72	54.47 ^a
A1	60,48	10,96	18,12	267.34 ^{ab}	5.46	159.53 ^b	59,67	53.11 ^{ab}
A2	60,07	10,81	18,00	256.00 ^{bc}	5.26	148.93 ^c	58,17	50.63 ^{ab}
A4	56,77	10,10	17,77	248.67 ^c	5.42	147.46 ^c	59,37	49.54 ^b
SHO	1,74	0,35	0,14	3.96	0.09	1,44	0,68	0,77
P	0,382	0,260	0,209	0.005	0.161	0,001	0,148	0,007
Polinomiyal analiz								
Linear	0,141	0,078	0,047	0.001	0.124	0.001	0,107	0,001
Kuadratik	0,433	0,449	0,736	0.839	0.134	0.046	0,139	0,867
Kübik	0,722	0,719	0,840	0.730	0.353	0.114	0,331	0,486

^{a,b,c} aynı sütunda yer alan farklı simgeye sahip olan ortalamalar birbirinden farklıdır. GÜ: Gaz üretimi (500mg/ KM), CH₄ (ml) ve CH₄ (%): metan üretim miktarı, GSKM: Gerçek sindirilebilir kuru madde (500 mg/ KM), GSD: Gerçek sindirim derecesi (%), TF: Taksimat faktörü, MPÜ: Mikrobiyal protein üretimi (mg), MPSE: Mikrobiyal protein sentezleme etkinliği (%), SHO: Standart hata ortalaması P: Önem seviyesi.

Deneme gruplarının gaz üretim değerleri en yüksek A0 grubunda en düşük A4 grubunda, metan üretimi (ml) en yüksek A0 grubunda en düşük A4 grubunda, metan üretimi (%) en yüksek A0 grubunda en düşük A4 grubunda gözlemlenmiştir. Ruminant beslenmesinde tanen kaynaklı ürünlerin kullanımının yemin lezzetini etkileyerek yem tüketimini azalttığı, rumen ortamındaki

mikroorganizmalara karşı anti-mikrobiyal etki gösterdiği ve rumen ortamında, yemin yapısındaki proteinle bileşik oluşturmaktan dolayı mikrobiyal parçalanmadan etkilenmediği yapılan çalışmalarda ifade edilmektedir (Yanza vd., 2021; Fouts vd., 2022). Elde edilen sonuçlara bakıldığında, kontrol grubuna göre çınar yaprağının artışına bağlı olarak deneme gruplarında gaz üretimi, metan üretimi

ve metan (%) değerlerinin azaldığı fakat istatistik olarak önemsiz olduğu görülmektedir ($p>,05$). Blummel vd. (1997) yemlerin sadece elde edilen gaz üretim değerlerine göre değil aynı zamanda sindirilen madde miktarlarının da dikkate alınarak ruminant beslenmesinde yemlerin kullanılmasının gerektiğini rapor etmişlerdir. Tablo 1'de verilen GSKM değerleri çınar yaprağının artışına bağlı olarak azalmış olup nedenini Fonseca vd. (2023) rumende bulunan mikroorganizmalara tanenin anti-mikrobiyal etki göstermesinden kaynaklı olduğunu belirtmiştir. Deneme grupları arasında GSKM değeri en yüksek A0 grubunda gözlemlenmiş olup çınar yaprağı artışına bağlı olarak GSKM linear olarak azalmıştır. Elde edilen sonuçlar önemli bulunmuştur ($p<,05$). Blummel vd. (1997) taksimat faktörü ile ilgili yaptığı çalışmada, *in vitro* olarak parçalanmış organik maddenin ürettiği gaz hacmine oranı olarak tanımlamaktadır. Taksimat faktörü değerini 2.75 ile 4.41 oranında değişim göstermesi gerektiğine değinmiştir. Mevcut çalışmada bu referans aralığından yüksek bulunmuş olup çınar yaprağı artışına bağlı olarak taksimat faktörü değeri düşüş göstermekte ve gruplar arası farklılık önemsiz bulunmuştur ($p>,05$). Ruminant hayvanlar, ihtiyaç duyduğu proteinin bir kısmını mikrobiyal proteinden karşıladığı belirtilmektedir. İhtiyaç duyulan mikrobiyal proteinin, rumen mikroorganizmaları tarafından karşılanabilmesi için tüketilen yemin ham protein içeriğinin en az %7 olması gerekmektedir (NRC, 2001). Yapılan çalışmada deneme grupları arasında en yüksek MPÜ değeri A0 grubunda en

düşük A4 grubunda gözlemlenmiştir. Çınar yaprağı artışına bağlı olarak MPÜ değeri linear olarak düşüş göstermekte ve gruplar arasında farklılık önemli bulunmuştur ($p<,05$). Vercoe vd. (2010) taksimat faktörü yüksek olan bir yemin, parçalanmış maddenin orantılı olarak daha fazlasının mikrobiyal kütleyle dahil edileceğini, yani mikrobiyal protein sentezi verimliliğinin daha yüksek olacağını ifade etmiştir. Yapılan çalışma da MPSE değeri en yüksek A0 grubunda en düşük A2 grubunda gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, Vercoe vd. (2010) bildirişleriyle tutarlılık göstermektedir. GSD değeri, bir yemin rumen mikroorganizmaları tarafından sindirimi sonucu elde edilen bir parametre olduğu ifade edilmektedir. Bitkilerin yapısındaki fenolik içeriklerin anti-mikrobiyal ve anti-nutrisyonel etkilerinden dolayı mikroorganizmalarının çalışmasını baskılayarak yemin sindirilebilirliğini olumsuz etkilediği bildirilmektedir (Habib vd., 2016). Brutti vd. (2023), düşük dozlarda bile tanen içerikli ürünlerin yeme ya da rasyona ilave edilmesi sindirim derecelerini olumsuz etkilediğini belirtmiştir. Deneme grupları içerisinde en yüksek GSD değeri A0 grubunda en düşük A4 grubunda gözlemlenmiş olup değerler çınar yaprağı artışına bağlı olarak linear azalmıştır ($p<,05$). Aspir küspesi içerisine farklı oranlarda ilave edilen çınar ağacı yapraklarının tahmini enerji parametreleri, TUYA ve $\text{NH}_3\text{-N}$ değerlerine etkisi tablo 3'de verilmiştir. Yem katkı maddesi olarak katılan çınar ağacı yaprağı söz konusu parametrelerden sadece $\text{NH}_3\text{-N}$ değerini önemli derecede etkilemiştir.

Tablo 3.

Aspir küspesine yem katkı maddesi olarak kullanılan çınar yaprağının tahmini enerji parametreleri, TUYA ve $\text{NH}_3\text{-N}$ değerlerine etkisi

Yemler	ME (mj/kgKM)	NE _L (mj/kgKM)	OMSD (%)	pH	TUYA (mmol/l)	NH_3N (mg/l)
A0	7,38	2,70	48,35	7,20	85,28	178,60 ^a
A1	7,34	2,68	48,13	7,18	84,52	170,73 ^a
A2	7,30	2,66	47,92	7,22	85,30	81,63 ^b
A4	7,07	2,50	46,61	7,19	84,37	62,37 ^c
SHO	0,110	0,08	0,62	0,02	1,40	5,38
p	0,259	0,355	0,269	0,522	0,943	0,001
Polinomiyal analiz						
Linear	0,082	0,127	0,087	0,968	0,761	0,001
Kuadratik	0,408	0,428	0,406	0,788	0,954	0,321
Kübik	0,700	0,717	0,703	0,163	0,616	0,001

^{a,b,c} aynı sütunda yer alan farklı simgeye sahip olan ortalamalar birbirinden farklıdır. ME: Metabolik enerji (mj/kgKM), NE_L: Net enerji laktasyonu (mj/kgKM), OMSD: Organik madde sindirim derecesi, TUYA: Toplam uçucu yağ asitleri, NH_3N : Amonyak-azot SHO: Standart hata ortalaması P: Önem seviyesi.

Tanen içerikli ürünlerin yeme ya da rasyona ilavesinin rumen ortamında yemin sindirilebilirliğini olumsuz etkilediği bildirilmektedir (Woodward vd., 2001). Bu bağlamda deneme gruplarına ait *in vitro* gaz üretim değerleri çınar

yaprağı dozunun artışına bağlı olarak azalmış ve metabolik, net enerji laktasyon ile organik madde sindirim derecesi olumsuz anlamda etkilenmiştir. Deneme gruplarının metabolik enerji, net enerji laktasyon ve organik madde

sindirim derecesi değerleri artan düzeyde çınar yaprağı ilavesiyle rakamsal olarak düşmüş olup gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur ($p>.05$). Rumen ortamında mikroorganizmaların optimum çalışabilmeleri için ortam pH değerinin 5,5-7,0 arasında olması gerekmektedir (Özel & Sarıççek, 2010). Deneme gruplarının pH değeri Özel ve Sarıççek, 2010 ifade etmiş olduğu değerden yüksek bulunmuştur. Yüksek protein düşük enerji kaynaklı yemlerde ortam pH'nın bazik yönlü yükseleceği ifade edilmiştir (Xia vd., 2018). Yemlerin rumen ortamında fermentasyonu sonucu açığa uçucu yağ asitleri, amonyak, CO₂, CH₄, vb. ürünler açığa çıkmakta ve yemin sindirilebilirliği hakkında tahmini bilgi vereceği ifade edilmektedir (Menke vd., 1979; Tapio vd., 2017). Hassanat ve Benchaar (2013), tanen konsantrasyonu arttıkça gaz üretimi ve toplam uçucu yağ asidi (TUYA) konsantrasyonun azaldığını bildirmişlerdir. Deneme gruplarının TUYA değerleri önemsiz bulunmuştur ($p>.05$). Norris vd. (2020) hayvansal üretim verimliliği azaltabilen ve çevreyi olumsuz etkileyen bir ürün olarak değerlendirilen amonyakın her yıl hayvan başına 50 kg emisyonu (Wang vd., 2018) sebep olduğunu rapor etmiştir. Amonyak üretimi, yemler ile alınan proteinler ve azotlu bileşiklerin (üre, amonyak vb.) rumen mikroorganizmalarının fermentasyonu sonucunda oluşmaktadır (Russell vd., 1992). Rumen ortamında oluşan amonyak, mikroorganizmalar için temel azot kaynağıdır ve mikrobiyal protein sentezi için kullanılır (Özel & Sarıççek, 2010). Amonyak üretiminin yüksek olduğu durumlar genellikle rasyonda yüksek miktarda protein veya enerji yönünden zengin bileşiklerin yetersiz olduğu durumlardır. Fazla miktarda NH₃ üretimi protein kayıpları ve ekstra enerji maliyeti anlamına gelmektedir. Bu yüzden bazı araştırmalar hayvanlara iz miktarda tanen ya da tanen içerikli ürünlerin verilmesi sonucu amonyak konsantrasyonun önemli miktarda azalacağı ve by-pass protein miktarının artacağı ifade edilmektedir (Brutti vd., 2023; Martello vd., 2020). Mevcut çalışmada deneme grupları arasında en yüksek A0 grubunda en düşük A4 grubunda amonyak değeri tespit edilmiş olup çınar yaprağı artışına bağlı olarak amonyak değeri linear olarak azalmış ve gruplar arası farklılıklar önemli bulunmuştur ($p<.05$).

Sonuçlar

Bu çalışmada, sabit protein içerikli aspir küspesi içerisine farklı oranlarda çınar ağacı yaprağı ilave edilerek *in vitro* gaz üretimi ve rumen fermentasyonu üzerindeki etkiler incelenmiştir. Sonuçlar, çınar yaprağı ilavesinin *in vitro* sindirim derecesini, mikrobiyal protein üretimini ve amonyak oluşumunu istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalttığını göstermiştir. Özellikle tanen kaynaklı yem katkı maddesi olarak kullanılacak ürünün, ruminantlarda azot dengesini iyileştirme potansiyeli taşıdığı ortaya konmuştur. Bu etkilerin, çınar yapraklarında bulunan fenolik bileşiklerden birisi olan tanenin,

rumen mikro-florası üzerine hem anti-mikrobiyal hem de anti-nutrisyonel etkilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonuç olarak yapılan çalışma, daha sonra yapılacak *in vivo* çalışmalarda karaciğerde, bitkisel kaynaklı tanenin, amonyakın üreye dönüşümü sırasında oluşan enerji kayıplarını sınırlayabileceğine ve dolayısıyla idrarla atılan üre miktarını azaltabileceğine yönelik ön bir değerlendirme sunmaktadır.

Etik Komite Onayı: Etik kurul onayına gerek yoktur.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Konsept - A.B.,A.K.,T.B.,B.S.; Tasarım - A.B.,A.K.,T.B.,B.S. ; Denetim - A.B.,A.K.,T.B.,B.S. ; Kaynaklar - A.B.,A.K.,T.B.,B.S. ; Malzemeler - A.B.,A.K.,T.B.,B.S. ; Veri Toplama ve/veya İşleme - A.B.,A.K.,T.B.,B.S. ; Analiz ve/veya Yorum - A.B.,A.K.,T.B.,B.S. ; Literatür Taraması - A.B.,A.K.,T.B.,B.S. ; Yazma - A.B.,A.K.,T.B.,B.S. ; Eleştirel İnceleme - A.B.,A.K.,T.B.,B.S. ; Diğer - A.B.,A.K.,T.B.,B.S.

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışmanın herhangi bir finansal destek almadığını beyan etmişlerdir.

Ethics Committee Approval: Ethics committee approval is not required.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept - A.B.,A.K.,T.B.,B.S. ; Design - A.B.,A.K.,T.B.,B.S. ; Supervision - A.B.,A.K.,T.B.,B.S. ; Resources - A.B.,A.K.,T.B.,B.S. ; Materials - A.B.,A.K.,T.B.,B.S. ; Data Collection and/or Processing - A.B.,A.K., T.B.,B.S. ; Analysis and/or Interpretation - A.B.,A.K.,T.B.,B.S. ; Literature Review - A.B.,A.K.,T.B.,B.S. ; Writing - A.B.,A.K.,T.B.,B.S. ; Critical Review - A.B.,A.K.,T.B.,B.S. ; Other - A.B.,A.K.,T.B.,B.S.

Conflict of Interest: The author has no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The author declared that this study has received no financial support.

Kaynaklar

- Amarowicz, R., & Pegg, R. B. (2024). Condensed tannins— Their content in plant foods, changes during processing, antioxidant and biological activities. *Advances in Food and Nutrition Research*, 110, 327–398. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2024.02.005>
- AOAC. (1990). *Official method of analysis* (15th ed.). Association of Official Analytical Chemists.
- Arisya, W., Ridwan, R., Ridla, M., & Jayanegara, A. (2019, October). Tannin treatment for protecting feed protein degradation in the rumen in vitro. *In Journal of Physics: Conference Series*, 1360(1), 012022. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1360/1/012022>
- Ban, Y., & Guan, L. L. (2021). Implication and challenges of direct-fed microbial supplementation to improve ruminant production and health. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 12, 109. <https://doi.org/10.1186/s40104-021-00617-3>

- Besharati, M., Maggiolino, A., Palangi, V., Kaya, A., Jabbar, M., Eseceli, H., ... & Lorenzo, J. M. (2022). Tannin in ruminant nutrition. *Molecules*, 27(23), 8273. <https://doi.org/10.3390/molecules27238273>
- Blümmel, M., Steingäß, H., & Becker, K. (1997). The relationship between in vitro gas production, in vitro microbial biomass yield and 15N incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. *British Journal of Nutrition*, 77(6), 911–921. <https://doi.org/10.1079/BJN19970089>
- Brutti, D. D., Canozzi, M. E. A., Sartori, E. D., Colombatto, D., & Barcellos, J. O. J. (2023). Effects of the use of tannins on the ruminal fermentation of cattle: A meta-analysis and meta-regression. *Animal Feed Science and Technology*, 306, 115806. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2023.115806>
- Chisoro, P., Jaja, I. F., & Assan, N. (2023). Incorporation of local novel feed resources in livestock feed for sustainable food security and circular economy in Africa. *Frontiers in Sustainability*, 4, 1251179. <https://doi.org/10.3389/frsus.2023.1251179>
- Dumlu, B. (2024). Importance of nano-sized feed additives in animal nutrition. *Journal of Agricultural Production*, 5(1), 55–72.
- Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*, 11(1), 1–42. <https://doi.org/10.2307/3001478>
- Fonseca, N. V. B., da Silva Cardoso, A., Granja-Salcedo, Y. T., Siniscalchi, D., Camargo, K. D. V., Dornellas, I. A., ... & Reis, R. A. (2024). Effects of condensed tannin-enriched alternative energy feedstuff supplementation on performance, nitrogen utilization, and rumen microbial diversity in grazing beef cattle. *Livestock Science*, 287, 105529. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2024.105529>
- Fouts, J. Q., Honan, M. C., Roque, B. M., Tricarico, J. M., & Kebreab, E. (2022). Enteric methane mitigation interventions. *Translational Animal Science*, 6(2), txac041. <https://doi.org/10.1093/tas/txac041>
- Goel, G., Makkar, H. P., & Becker, K. (2008). Effects of Sesbania sesban and Carduus pycnocephalus leaves and Fenugreek (Trigonella foenum-graecum L.) seeds and their extracts on partitioning of nutrients from roughage- and concentrate-based feeds to methane. *Animal Feed Science and Technology*, 147(1–3), 72–89.
- Gümüş, E., & Küçükersan, S. (2016). The use of safflower in ruminant nutrition. *Journal of Lalahan Livestock Research Institute*, 56(1).
- Habib, G., Khan, N. A., Sultan, A., & Ali, M. (2016). Nutritive value of common tree leaves for livestock in the semi-arid and arid rangelands of Northern Pakistan. *Livestock Science*, 184, 64–70.
- Hassanat, F., & Benchaar, C. (2013). Assessment of the effect of condensed (acacia and quebracho) and hydrolysable (chestnut and valonea) tannins on rumen fermentation and methane production in vitro. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93(2), 332–339.
- Herrero, M., Havlik, P., McIntire, J., Palazzo, A., & Valin, H. (2014). *African Livestock Futures: Realizing the potential of livestock for food security, poverty reduction and the environment in Sub-Saharan Africa*. World Bank.
- Irtiza, S., Bhat, G. A., Ahmad, M., Ganaie, H. A., Ganai, B. A., Kamili, A. N., ... & Tantry, M. A. (2016). Antioxidant and anti-inflammatory activities of Platanus orientalis: An oriental plant endemic to Kashmir plains. *Pharmacologia*, 7, 217–222.
- Jayanegara, A., Ridla, M., Laconi, E. B., & Nahrowi, N. (2018, November). Tannin as a feed additive for mitigating enteric methane emission from livestock: Meta-analysis from RUSITEC experiments. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 434(1), 012108
- Kamalak, A., & Ozkan, C. O. (2021). Potential nutritive value and anti-methanogenic potential of some fallen tree leaves in Turkey. *Livestock Research for Rural Development*, 33, 132.
- Karabulut, A., & Canbolat, Ö. (2005). *Yem değerlendirme ve analiz yöntemleri*. Uludağ Üniversitesi Yayınları.
- Makkar, H. P. (2003). Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Research*, 49(3), 241–256.
- Makkar, H. P. S., Blümmel, M., & Becker, K. (1995). Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility in in vitro techniques. *British Journal of Nutrition*, 73(3), 315–331.
- Markham, R. (1942). A steam distillation apparatus suitable for micro-Kjeldahl analysis. *Biochemical Journal*, 36(10–12), 790.
- Martello, H. F., De Paula, N. F., Teobaldo, R. W., Zervoudakis, J. T., Fonseca, M. A., Cabral, L. S., & Moraes, E. H. B. K. (2020). Interaction between tannin and urea on nitrogen utilization by beef cattle grazing during the dry season. *Livestock Science*, 234, 103988. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.103988>
- Menke, K. H., & Steingass, H. (1988). Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28, 7–55.

- Menke, K. H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., & Schneider, W. (1979). The estimation of digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *Journal of Agricultural Science*, 93, 217–222.
- Min, B. R., Barry, T. N., Attwood, G. T., & McNabb, W. C. (2003). The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 106(1–4), 3–19.
- National Research Council, Committee on Animal Nutrition, & Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition. (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle: 2001*. National Academies Press.
- Norris, A. B., Crossland, W. L., Tedeschi, L. O., Foster, J. L., Muir, J. P., Pinchak, W. E., & Fonseca, M. A. (2020). Inclusion of quebracho tannin extract in a high-roughage cattle diet alters digestibility, nitrogen balance, and energy partitioning. *Journal of Animal Science*, 98(3), skaa047.
- Özek, K. (2017). Aspirin yem değeri ve çiftlik hayvanlarının beslenmesinde kullanılabilme olanakları: II. Ruminantların beslenmesinde kullanımı ve etkileri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 20(1), 35–41.
- Özel, O. & Sarıççek, B. (2009). Ruminantlarda rumen mikroorganizmalarının varlığı ve önemi. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 2(3), 277–285.
- Patra, A. K., & Saxena, J. (2011). Exploitation of dietary tannins to improve rumen metabolism and ruminant nutrition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(1), 24–37.
- Paul, B. K. (2019). At a crossroads: Potential impacts and trade-offs of improved livestock feeding and forages in smallholder farming systems of East Africa (Doctoral dissertation, Wageningen University and Research).
- Russell, J. B., O'Connor, J. D., Fox, D. G., Van Soest, P. J., & Sniffen, C. J. (1992). A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. *Journal of Animal Science*, 70(11), 3551–3561. <https://doi.org/10.2527/1992.70113551x>
- Salem, H. B., Makkar, H. P. S., Nefzaoui, A., Hassayoun, L., & Abidi, S. (2005). Benefit from the association of small amounts of tannin-rich shrub foliage (*Acacia cyanophylla* Lindl.) with soybean meal given as supplements to Barbarine sheep fed on oaten hay. *Animal Feed Science and Technology*, 122(1–2), 173–186.
- Serrapica, F., Masucci, F., Raffrenato, E., Sannino, M., Vastolo, A., Barone, C. M. A., & Di Francia, A. (2019). High fiber cakes from Mediterranean multipurpose oilseeds as protein sources for ruminants. *Animals*, 9(11), 918. <https://doi.org/10.3390/ani9110918>
- Singh, S., Singh, T., Kumar, N., Koli, P., Das, M. M., Mahanta, S. K., ... & Katiyar, R. (2025). Verim, besin özellikleri ve silajlama kalitesi açısından Sehima nervosum'daki genetik çeşitliliğin değerlendirilmesi. *Heliyon*, 11(2).
- Tapio, I., Snelling, T. J., Strozzi, F., & Wallace, R. J. (2017). The ruminal microbiome associated with methane emissions from ruminant livestock. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 8, 7.
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583–3597.
- Vercoe, P. E., Makkar, H. P. S., & Schlink, A. C. (Eds.). (2010). *In vitro screening of plant resources for extra-nutritional attributes in ruminants: Nuclear and related methodologies*. Springer.
- Wang, X., Bai, Z., Yao, Y., Gao, B., Chadwick, D., Chen, Q., ... & Ma, L. (2018). Composting with negative pressure aeration for the mitigation of ammonia emissions and global warming potential. *Journal of Cleaner Production*, 195, 448–457.
- Woodward, S. L., Waghorn, G. C., Ulyatt, M. J., & Lassey, K. R. (2001, April). Early indications that feeding Lotus will reduce methane emissions from ruminants. In *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 61, 23–26.
- Xia, C., Rahman, M. A. U., Yang, H., Shao, T., Qiu, Q., Su, H., & Cao, B. (2018). Effect of increased dietary crude protein levels on production performance, nitrogen utilisation, blood metabolites and ruminal fermentation of Holstein bulls. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(10), 1643–1652.
- Yanza, Y. R., Fitri, A., Suwignyo, B., Elfahmi, Hidayatik, N., Kumalasari, N. R., Irawan, A., & Jayanegara, A. (2021). The utilisation of tannin extract as a dietary additive in ruminant nutrition: A meta-analysis. *Animals*, 11(11), 3317. <https://doi.org/10.3390/ani11113317>