



Mısır Silajına Farklı Oranlarda Antep Fıstığı (*Pistacia vera* L.) Dış Kabuğu İlavesinin Silaj Kalitesi ve *In Vitro* Metan Gazı Oluşumu Üzerine Etkisinin Araştırılması*

Esmâ PAYDAŞ¹, Zeliha SAVRUNLU¹, Mehmet SAVRUNLU², Nihat DENEK³

¹Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, GAP Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Şanlıurfa-TÜRKİYE

²Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Şanlıurfa Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, Şanlıurfa- TÜRKİYE

³Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Bilim Dalı, Şanlıurfa-TÜRKİYE

*Sorumlu Yazar: Esmâ PAYDAŞ; E-mail: esma.paydas@tarim.gov.tr; ORCID: 0000-0002-5543-1479

Atf yapmak için: Paydaş E, Savrunlu Z, Savrunlu M, Denek N. Mısır silajına farklı oranlarda Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.) dış kabuğu ilavesinin silaj kalitesi ve *in vitro* metan gazı oluşumu üzerine etkisinin araştırılması. Erciyes Üniv Vet Fak Derg 2019; 16(1): 16-22.

Özet: Bu çalışma, silajlık mısıra farklı seviyelerde Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.) dış kabuğu ilavesinin silaj kalitesi ile *in vitro* metan üretimi (CH₄), *in vitro* organik madde sindirimi (IVOMS) ve metabolik enerji (ME) içeriği üzerine etkilerini araştırmak amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla, kontrol mısır silajı katkısız grubu oluştururken; %3, %6, %9, %12 ve %15 düzeylerinde Antep fıstığı kabuğu içeren silajlar katkılı grupları oluşturular ve tüm silajlar 1.5 L cam kavanozlarda 5'er tekerrür olacak şekilde hazırlandı. Katkısız grup ile kıyaslandığında, Antep fıstığı kabuğunun seviyesinin artışına bağlı olarak *in vitro* CH₄ gazı oluşumunda azalma (P=0.012) görülmüştür. Antep fıstığı kabuğu ilavesi ile hazırlanan silajların silaj amonyak azotu (NH₃-N), asetik asit, propiyonik asit ve laktik asit içeriklerinin azaldığı görülmüştür. Bu çalışmada %6, %9, %12 ve %15 düzeyinde Antep fıstığı kabuğu ilavesi ile hazırlanan silajlarda bütirik asit tespit edilmemiştir (P=0.000). Sonuç olarak gıda endüstrisi yan ürünü olan Antep fıstığı kabuğunun silajlık mısır bitkisine %9 oranında ilave edilerek birlikte silolanabileceği ve ruminal metan gazı üretimini azaltabileceği tespit edilmiştir. Antep fıstığı kabuğunun yem tüketimi ile hayvansal üretim ve performans etkisinin tam olarak ortaya konabilmesi açısından bundan sonraki çalışmalarda *in vivo* hayvan denemelerinin yapılması gerektiği kanaatine varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Antep fıstığı kabuğu, *in vitro*, metan, mısır silajı

Investigation of Effect on Silage Quality and *In Vitro* Methane Gas Formation of Pistachio (*Pistacia vera* L.) Outer Shell with Additional at Different Levels in Corn Silage

Summary: This study was carried out to investigate the effects of the addition of pistachio (*Pistacia vera* L.) outer shells on different levels of silage corn plant on *in vitro* methane (CH₄) production, *in vitro* organic matter digestion (IVOMD) and metabolic energy (ME) content by silage quality. For this purpose, while control maize silage constitutes no additive group; silages containing 3%, 6%, 9%, 12% and 15% pistachio outer shells were prepared to be 5 replicates in 1.5 L glass jars. Compared to the control (no additive) group, the silages obtained showed a decrease in the levels of methane (CH₄) gas production *in vitro* (P<0.05) due to the increase in the level of the pistachio outer shell used as an additive. It was found that the silages that were prepared with the addition of pistachio outer shell decreased ammonia nitrogen (NH₃-N), acetic acid, propionic acid and lactic acid contents (P<0.05). Butyric acid was not detected in the silages prepared with the addition of 6%, 9%, 12% and 15% of pistachio outer shell (P>0.05). As a result, the food industry's by-product Antep pistachio outer shell can be ensiled at 9% level with corn silage material, resulting in the benefit of this by-product and the reduction of ruminal methane production. It has been concluded that *in vivo* animal experiments should also be carried out in order that to be fully demonstrated the effect of feed consumption and animal production and performance of the outer shell of Antep pistachio to be added to the ration.

Key words: Corn silage, *in vitro*, methane, outer shell, pistachio

Giriş

Son yıllarda dünya üzerindeki birçok ülkede iklim değişiklikleri ve su kaynaklarının azalması sonucunda hayvan besleme alanında kullanılan yem maddelerinde fiyat artışları şekillenmiş bunun sonucu olarak da

hayvansal ürünlerin maliyetleri artmıştır (5). Yem maliyetlerindeki artışlara bağlı olarak gıda sanayi yan ürünleri yem kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Ülkemizde Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2017 verilerine göre Antep fıstığının (*Pistacia vera* L.) üretimi 170 bin ton olarak gerçekleşmiştir (42). Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.) üretiminde ilk sırayı Güneydoğu Anadolu Bölgesi almakta ve toplam üretimin %91'ini karşılamaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesini sırasıyla Akdeniz ve Ege Bölgeleri izlemektedir (40). Antep fıstığının dış kabuk miktarı kuru madde olarak

Geliş Tarihi/Submission Date : 12.09.2017

Kabul Tarihi/Accepted Date : 12.06.2018

* Bu çalışma Tarım Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenerek TAGEM/15/A05P01/87 nolu projeden üretilmiştir.

meyvenin %8-10 düzeyindedir. Bu veriler ışığında 2016 yılı itibarıyla yaklaşık 40-45 bin ton yaş Antep fıstığı kabuğu Antep fıstığı işleme tesislerinin yan ürünü olarak elde edilmiştir. Antep fıstığı işleme tesislerinden yan ürün olarak elde edilen Antep fıstığı kabuğu önemli miktarda kondanse tanen içermektedir. Tanenler ve fenolik monomerler selülotik ve proteolitik bakteriler üzerine antimikrobiyal aktiviteye sahiptirler (19). Tanenler selülotik mikroorganizmalar üzerine olumsuz etki yaparak asetik asit üretimini azaltırlar, böylece metan üretimi için ihtiyaç duyulan karbondioksit ve hidrojen iyonu üretimini sınırlandırmaktadırlar (34,44). Kondanse tanenler (KT) dolaylı etkileri ile selüloz sindirimini azaltarak metan üretimini düşürürler (18). Bu çalışmanın amacı; mısır hasılına farklı oranlarda Antep fıstığı kabuğu ilavesi ile elde edilecek silajların kalitelerinin tespit edilmesi ve ruminal metan gazı oluşumu üzerine etkisinin *in vitro* gaz üretim tekniği ile belirlenmesidir.

Gereç ve Yöntem

Araştırmada kullanılan ana silaj materyali olan mısır hasılı (Tareks, TK-6063) Harran Üniversitesi Hayvancılık Araştırma Ünitesinde ekimi yapılarak hamur olum döneminde silaj makinesiyle partikül büyüklüğü yaklaşık 1 cm olacak şekilde hasat edilmiştir. Silaj katkı maddesi olarak kullanılan Antep fıstığı kabuğu ise Şanlıurfa'da faaliyet gösteren Antep fıstığı işleme tesisinden temin edilmiştir. Mısır hasılı ve katkı olarak kullanılan Antep fıstığı kabuğu 1 mm elekten geçecek şekilde öğütülerek ham besin madde içerikleri Resmi Analitik Kimya Kurumu'na (AOAC) (1) göre, asit deterjan fiber (ADF) ve nötral deterjan lif (NDF) analizleri ise Van Soest ve ark. (43) tarafından önerilen şekilde yapılmıştır. Mısır hasılı ve Antep fıstığı kabuğunun toplam kondanse tanen (KT) içeriği Makkar ve ark. (26)'larına, suda çözünebilir karbonhidrat tayini (SÇK) Dubois ve ark. (15)'leri tampon kapasitesi tayini Playne ve McDonald'a (35) göre yapılmıştır. Hazırlanan silajlar beşer tekerrür olacak şekilde, katkısız (kontrol) ve kuru madde (KM) esasına göre %3, %6, %9, %12 ve %15 düzeyinde kurutulmuş Antep fıstığı kabuğu ilavesi ile hazırlanmıştır. Silajlar 60

günlük fermantasyon oda ısısında karanlık bir ortamda muhafaza edildikten sonra açılarak pH değerleri belirlenmiştir (36). pH ölçümü yapılan sıvıdan silaj amonyak azotu (NH₃-N) ve organik asit (laktik, propiyonik, asetik ve bütirik asit) analizleri için numuneler alınarak derin dondurucuda (-21°C) saklanmıştır. Silajların NH₃-N analizleri Broderick ve Kang (11) tarafından bildirilen yöntemle göre, laktik asit ve uçucu yağ asidi (asetik, propiyonik ve bütirik asit) analizleri ise Suzuki ve Lund'ın (39) bildirdikleri yöntemle göre yapılmıştır. Araştırmada 24. saat gaz üretim değerlerinin belirlenmesi Menke ve ark. (28)'leri tarafından bildirilen gaz üretim tekniği ile *in vitro* organik madde sindirimi (İVOMS), metabolik enerji (ME) değerleri ise Menke ve ark. (29)'larına göre belirlenmiştir. Bu amaçla rumen sıvısı alınan 3 adet erkek toklu (45-50 kg) 15 gün boyunca Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Hayvancılık İşletmesinde günlük %60 düzeyinde yonca kuru otu ve %40 düzeyinde toklu besi yemi tüketmişlerdir. Hayvanların önünde sürekli taze ve temiz su bulundurulmasına özen gösterilmiştir. *In vitro* inkübasyonda kullanılan rumen sıvısı, rumen sondası yardımıyla sabah yemlemesinden önce alınarak, önceden içerisinde sıcak su ve CO₂ gazı bulunan termos içerisinde çok hızlı bir şekilde laboratuvara getirilmiştir. Gaz üretim tekniğinde her bir örnek için beş tekerrür olacak şekilde çalışılmıştır. İnkübasyon 39 °C'de 24 saat sürdürülmüş ve 24. saat gaz oluşum değerleri kaydedilerek, metan gazı ölçüm işlemleri için cam şırıngalarda oluşan gaz, üç yollu plastik şırınga sistemi ile alınmıştır. Alınan gaz bilgisayar destekli metan gazı ölçüm cihazına (Sensors Europe GmbH, Erkrath, Almanya) enjekte edilerek bilgisayarda metan gazı değeri (%) okunmuştur. Araştırma sonucunda elde edilen veriler SPSS paket programının One-Way ANOVA prosedüründe değerlendirilmiştir. Grup ortalamalarının karşılaştırılmasında Duncan karşılaştırma testi kullanılmıştır. Bu amaçla SPSS (38) paket programından yararlanılmıştır.

Bulgular

Araştırmada silaj materyali olarak kullanılan mısır hasılı ile katkı olarak kullanılan Antep fıstığı kabuğu-

Tablo 1. Araştırmada kullanılan mısır hasılı ve Antep fıstığı kabuğunun ham besin madde içerikleri

	KM	HK	OM	HP	ADF	NDF
MH	30.15	5.65	84.40	5.95	27.27	44.38
AFDK	28.54	6.47	86.27	5.78	33.21	37.75

MH: Mısır hasılı; **AFDK:** Antep fıstığı kabuğu; **KM:** Kuru madde, %; **HK:** Ham kül, %; **OM:** Organik madde g/kg KM; **HP:** Ham protein, %; **NDF:** Nötr deterjanda çözünmeyen lif, %; **ADF:** Asit deterjanda çözünmeyen lif, %.

Tablo 2. Araştırmada kullanılan mısır hasılı ve Antep fıstığı kabuğunun suda çözünebilir karbonhidrat, tamponlama kapasitesi, kondanse tanen (KT), metan gazı, *in vitro* organik madde sindirimi ve metabolik enerji içerikleri

	SÇK	TK	KT	CH ₄	İVOMS	ME
MH	20.35	171	5.33	10.39	50.37	7.60
AFDK	6.88	185	39.51	4.10	35.97	5.39

MH: Mısır Hasılı; **AFDK:** Antep fıstığı kabuğu; **KT:** Kondanse Tanen, g/kg KM; **CH₄:** Metan gazı, toplam gaz üretiminin %'si; **SÇK:** Suda çözünebilir karbonhidrat, g/kg KM; **TK:** Tamponlama kapasitesi, meq/km KM, %'si; **İVOMS:** *In vitro* organik madde sindirimi, % KM; **ME:** Metabolik enerji, MJ/kg KM.

nun besin madde içerikleri Tablo 1'de ile suda çözünabilir karbonhidrat (SÇK), tamponlama kapasitesi (TK) KT içerikleri, *in vitro* CH₄, İVOMS ve ME içerikleri ise Tablo 2'de verilmiştir.

Mısır hasılına farklı seviyelerde Antep fıstığı kabuğu ilave edilerek hazırlanan silajların besin madde içerikleri Tablo 3'te sunulmuştur.

Mısır hasılına farklı seviyelerde Antep fıstığı kabuğu ilave edilerek hazırlanan silajların fermantasyon özellikleri Tablo 4'te sunulmuştur.

Çalışmada farklı düzeylerde Antep fıstığı kabuğu ilave edilerek elde edilen silajların pH değerleri 3.52-3.57 arasında tespit edilmiştir. Çalışmada %12 ve %15 düzeyinde Antep fıstığı kabuğu ilavesi ile hazırlanan

Tablo 3. Mısır hasılına farklı seviyelerde Antep fıstığı kabuğu ilave edilerek hazırlanan silajların besin madde içerikleri

Grup	KM	HK	HP	ADF	NDF	OM
Kontrol	26.42 ^e ±0.077	5.73 ^a ±0.126	6.06 ^b ±0.106	28.12 ^a ±0.581	43.86 ^a ±1.192	85.87 ^b ±0.313
%3 AFDK	27.57 ^d ±0.173	5.33 ^b ±0.130	6.30 ^{ab} ±0.290	25.83 ^c ±0.433	41.28 ^{ab} ±0.983	86.83 ^a ±0.272
%6 AFDK	28.20 ^c ±0.186	5.68 ^{ab} ±0.099	5.94 ^b ±0.173	27.44 ^{ab} ±0.546	42.04 ^{ab} ±1.120	86.56 ^{ab} ±0.269
%9 AFDK	29.20 ^b ±0.158	5.44 ^{ab} ±0.118	6.74 ^a ±0.276	26.03 ^{bc} ±0.452	40.03 ^b ±0.667	87.04 ^a ±0.225
%12 AFDK	29.77 ^a ±0.260	5.59 ^{ab} ±0.147	6.14 ^{ab} ±0.182	26.34 ^{bc} ±0.523	41.22 ^{ab} ±1.288	86.65 ^{ab} ±0.280
%15 AFDK	29.93 ^a ±0.188	5.74 ^a ±0.118	6.45 ^{ab} ±0.057	27.42 ^{ab} ±0.391	39.78 ^b ±0.915	86.41 ^{ab} ±0.215
SEM	0.242	0.054	0.089	0.241	0.463	0.119
P Değeri	0.000	0.142	0.091	0.016	0.114	0.081

a-e: Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler farklı bulunmuştur (P>0.05). **AFDK:** Antep fıstığı kabuğu; **KM:** Kuru madde, %; **HK:** Ham kül, %; **HP:** Ham protein, %; **ADF:** Asit deterjanda çözünmeyen lif, %; **NDF:** Nötr deterjanda çözünmeyen lif, %; **OM:** Organik madde, % KM.

Bu çalışmada katkı maddesi olarak kullanılan Antep fıstığı kabuğu seviyesinin artışına bağlı olarak elde edilen silajların kuru madde (KM) değerleri artmıştır (P=0.00). Çalışmada %9 düzeyinde Antep fıstığı kabuğu ilave edilerek hazırlanan silajın ham protein değeri (%6.74), katkısız gruptan (kontrol-Antep fıstığı kabuğu katılmayan grubu) elde edilen ham protein

nan silajların pH değerleri (3.57-3.56), katkısız gruptan elde edilen pH değerinden yüksek bulunmuştur (P=0.088). Silajların amonyak azotu (NH₃-N) içerikleri değerlendirildiğinde, %3, %6, %9, %12 ve %15 düzeyinde Antep fıstığı kabuğu ilavesi ile hazırlanan silajların NH₃-N değerleri (%6.58, %6.53, %5.83, %6.33

Tablo 4. Farklı seviyelerde Antep fıstığı kabuğu ilave edilerek hazırlanan mısır silajlarının fermantasyon özellikleri üzerine etkisi

Grup	pH	NH ₃ -N	LA	AA	PA	BA
Kontrol	3.52 ^b ±0.013	7.62 ^a ±0.644	55.96 ^a ±1.620	12.41 ^a ±0.419	1.22 ^a ±0.096	1.89 ^a ±0.128
%3 AFDK	3.54 ^{ab} ±0.015	6.58 ^{ab} ±0.335	49.71 ^{bc} ±1.171	11.61 ^{ab} ±0.297	0.78 ^b ±0.066	0.14 ^b ±0.0129
%6 AFDK	3.54 ^{ab} ±0.014	6.53 ^{ab} ±0.427	52.68 ^{ab} ±0.671	12.49 ^a ±0.161	0.58 ^{bc} ±0.078	TE
%9 AFDK	3.55 ^{ab} ±0.013	5.83 ^b ±0.376	45.34 ^d ±2.09	10.93 ^b ±0.366	0.45 ^{cd} ±0.105	TE
%12 AFDK	3.57 ^a ±0.013	6.33 ^{ab} ±0.350	47.50 ^{cd} ±1.409	12.09 ^a ±0.282	0.28 ^d ±0.060	TE
%15 AFDK	3.56 ^a ±0.008	5.93 ^b ±0.211	46.77 ^{cd} ±0.479	11.82 ^{ab} ±0.450	0.29 ^d ±0.044	TE
SEM	0.006	0.188	0.846	0.161	0.067	0.131
P Değeri	0.088	0.064	0.000	0.036	0.000	0.000

a-d: Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler farklı bulunmuştur (P>0.05). **AFDK:** Antep fıstığı kabuğu; **pH:** pH değeri; **AA:** Asetik asit, g/kg KM; **PA:** Propiyonik asit, g/kg KM; **LA:** Laktik asit, g/kg KM; **BA:** Bütirik asit, g/kg KM; **NH₃-N:** Amonyak azotu, % NH₃-N /TN; **TE:** Tespit edilemedi.

değerinden (%6.06) yüksek bulunmuştur. Çalışmada %3, %9 ve %12 düzeylerinde Antep fıstığı kabuğu ilave edilerek elde edilen silajların ADF değerleri katkısız gruptan elde edilen değerden (%28.12) düşük (P=0.016); NDF değerleri ise %9 ve %15 düzeyinde Antep fıstığı kabuğu ilavesi katkısız silajdan elde edilen değerden düşük bulunmuştur (P=0.114). Bu çalışmada tüm seviyelerde ilave edilen Antep fıstığı kabuğu elde edilen silajların organik madde değerlerini yükseltmiştir (P=0.81).

ve %5.93 NH₃-N/TN) katkısız silajdan elde edilen değerden düşük bulunmuştur (P=0.064). Bu çalışmada elde edilen silajların laktik asit değerleri incelendiğinde %6 düzeyinde Antep fıstığı kabuğu ilavesi ile hazırlanan silajın laktik asit değeri (52.68 g/kg KM) katkısız silajdan elde edilen laktik asit değeri (55.96 g/kg KM) ile benzer bulunurken; diğer katkı gruplarından elde edilen laktik asit değerleri katkısız gruptan elde edilen değerden düşük bulunmuştur (P=0.000). Elde edilen silajların asetik asit değerleri incelendiğin-

de %9 düzeyinde Antep fıstığı kabuğu ilavesi ile hazırlanan silajın asetik asit değeri (10.93 g/kg KM) katkısız silajdan elde edilen asetik asit değerinden (12.41 g/kg KM) düşük; diğer katkı seviyelerinden elde edilen asetik asit değerleri katkısız silaj ile benzer ($P=0.036$) bulunmuştur. Katkısız silaj ile karşılaştırıldığında Antep fıstığı kabuğu ilavesinin artışına bağlı olarak elde edilen silajların propiyonik asit değerlerinde azalma olduğu görülmüştür. En düşük propiyonik asit değerleri (0.28 g/kg KM ve 0.29 g/kg KM) %12 ve %15 Antep fıstığı kabuğu ilave edilen gruplardan elde edilmiştir ($P=0.000$).

Bu çalışmada silajların Tablo 5 verilen *in vitro* CH₄ değerleri incelendiğinde en yüksek CH₄ değerleri katkısız ve %3 seviyesinde Antep fıstığı kabuğu ilave edilerek hazırlanmış silajlardan (%11.09 ve %10.58) elde edilirken; %6 ve üst seviyelerde Antep fıstığı kabuğu ilavesine bağlı olarak CH₄ oluşumunda azalmalar görülmüştür ($P=0.012$).

Katkısız silaj ile kıyaslandığında %3 ve %9 seviyelerinde Antep fıstığı kabuğu ilave edilen silajların İVOMS ve ME değerleri katkısız silaj ile benzer bulunurken; diğer gruplardan elde edilen İVOMS ve ME değerleri katkısız gruptan elde edilen değerden düşük bulunmuştur ($P=0.023$ ve $P=0.021$).

Tablo 5. Farklı seviyelerde Antep fıstığı kabuğu ilave edilerek hazırlanan mısır silajlarının *in vitro* sindirimi ve metabolik enerji özellikleri üzerine etkisi

Grup	CH ₄	İVOMS	ME
Kontrol	11.09 ^a ±0.128	54.07 ^{ab} ±0.871	8.17 ^{ab} ±0.135
%3 AFDK	10.58 ^{ab} ±0.220	55.86 ^a ±0.539	8.46 ^a ±0.085
%6 AFDK	10.45 ^b ±0.176	52.34 ^b ±0.546	7.91 ^b ±0.083
%9 AFDK	10.49 ^b ±0.098	54.51 ^{ab} ±0.607	8.26 ^{ab} ±0.098
%12 AFDK	10.28 ^b ±0.277	52.72 ^b ±1.072	7.97 ^b ±0.165
%15 AFDK	10.06 ^b ±0.106	52.63 ^b ±0.803	7.96 ^b ±0.123
SEM	0.089	0.367	0.057
P Değeri	0.012	0.023	0.021

a-b: Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler farklı bulunmuştur ($P>0.05$) **CH₄:** Toplam üretilen gaz miktarındaki % metan gazı miktarı; **İVOMS:** *In vitro* organik madde sindirilebilirliği, %; **ME:** Metabolik enerji içeriği, MJ/kg KM.

Tartışma ve Sonuç

İzmir İlinde yapılan bir çalışmada silo yemlerinin besin madde içeriği ve silaj kalitesinin saptanması üzerine yapılan bir çalışmada; Mısır silajının kuru madde içeriği ortalama ($n=16$) %29.14±3.77, ADF içeriğinin %47.64 ile %25.06 arasında, NDF içeriğinin ise %43.90 ile %65.07 arasında değiştiği, ham kül (HK) içeriği %4.56 ile %13.46 arasında değişim gösterdiğini saptamıştır (2). Bu çalışmada elde edilen veriler yapılan araştırma ile uyumlu bulunmuştur. Bu çalışmada kullanılan Antep fıstığı kabuğunun KT içeriği (39.51 g/kg KM); Boğa ve ark. (9)'larının (20.7-26.3 g/kg KM) ve Ghasemi ve ark. (17)'nin tarafından yapılan çalışmalarda değerlerden (8.5 g/kg KM) yüksek bulunmuştur. Antep fıstığı kabuğunda bulunan KT içeriğindeki farklılıklar; Antep fıstığının türü, coğrafi

şartlar, Antep fıstığının yapısındaki çözünebilir şeker miktarı ve hasat zamanına bağlı olarak değişebilmektedir (10). Tanenlerin antibakterial etkileri tam olarak açıklanamamış olmasına karşın, muhtemelen bu etkilerini metan üretiminde rol oynayan mikroorganizmaların hücrelerindeki enzim ve proteinlerine bağlanarak bakterisid ve bakteristatik etki göstermektedirler (41). Özellikle düşük seviyedeki (%2-3) KT proteinlerin rumende aşırı parçalanmasını önlediği için yararlı etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (7). Diğer taraftan yüksek tanen düzeyi proteinlerin sindirimini azaltmasından dolayı zararlı etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (20). Tanenler selülotik mikroorganizmalar üzerine olumsuz etki yaparak asetik asit üretimini azaltırlar, böylece metan üretimi için ihtiyaç duyulan karbondioksit ve hidrojen iyonu üretimini sınırlamaktadırlar (34,44).

Bu çalışmada mısır hasılına Antep fıstığı kabuğu ilavesine bağlı olarak elde edilen silajların pH değerleri (3.52-3.57), kaliteli bir silajın taşınması gereken pH değerleri sınırları içerisinde yer almaktadır (24). Katkısız grup ile kıyaslandığında NH₃-N değerleri genel olarak azalmış, bu azalma %9 ve %15 seviyelerinde Antep fıstığı kabuğu ilave edilen gruplarda istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P=0.064$). Bu durum tanenlerin polifenolik bileşikler olması ve molekül

ağırlıkları özellikle proteinlerle kompleks bileşik oluşturma kapasiteleri yüksek olması sonucunda, proteinlerin silo içerisinde mikrobiyal yıkımlanma oranlarındaki azalmalardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir (8, 37). Silonun iyi sıkıştırılıp, sıkıştırılmaması, silo içerisindeki laktik asit üretim hızı ve silajlık bitkinin kuru madde içeriği silaj NH₃-N düzeyi ile yakından ilişkilidir (14). Makkar ve ark. (27) tarafından yapılan çalışmada KT içeriğinin %2-3 düzeyinde bulunmasının proteinlerin rumende yıkımlanmalarını önleyerek korunmuş protein olarak bağırsaklarda sindirilebilirliklerini arttırdıklarından faydalı olabileceklerini bildirmektedirler. Carpintero ve ark. (12) tarafından yapılan çalışmada silaj NH₃-N değerinin total nitrojen değerinin %11'inden daha düşük seviyede tespit edilmesi durumunda o silajın iyi kaliteli silaj sınıfında

olacağını bildirmektedirler. Bu çalışmada elde edilen silajların $\text{NH}_3\text{-N}$ değerleri genel olarak %11 değerinden düşük bulunmuşlardır. Tanenler silolama sırasında çözünebilir proteinler ile kompleks bileşikler oluşturarak proteinlerin mikroorganizmalar tarafından parçalanmasını önleyerek silajda $\text{NH}_3\text{-N}$ düzeyinin azalmasını sağlamaktadırlar. Böylece silajlarda azot kaybı önlenmekte ve silaj kalitesi yükselmektedir (6,37). Silaj $\text{NH}_3\text{-N}$ değerinin yüksek konsantrasyonda (%12-15 $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ 'den daha yüksek) bulunması, enterobakter ya da clostridia türü bakterilerin artışı sonucu silo içerisindeki proteinlerin yüksek düzeyde yıkımlandığının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (22). Bu çalışmada hazırlanan silajların tümünden elde edilen $\text{NH}_3\text{-N}$ değerleri bu değerden düşük bulunmuştur. Bu çalışmada katkısız silaj ile kıyaslandığında Antep fıstığı kabuğu ilavesi ile elde edilen silajların laktik asit, asetik asit ve propiyonik asit değerleri azalmıştır. Çalışmada %6, %9, %12 ve %15 seviyelerde Antep fıstığı kabuğu ilave edilerek elde edilen silajlarda bütirik asit tespit edilmemiş olması elde edilen silajların kalite düzeylerinin iyi olduğu anlamına gelmektedir. Kaliteli bir silajdaki laktik asit düzeyi toplam silaj asitlerinin %65-70 düzeyinde olması gerekmektedir (23). Bu çalışmada, %3, %6, %9, %12 ve %15 düzeylerinde Antep fıstığı kabuğu ilave edilerek hazırlanan silajların laktik asit miktarı toplam yağ asitlerine oranları sırasıyla %79, %77, %80, %79 ve %79 olarak tespit edilmiş ve bu değerler Kung'un (23) bildirmesi ile uyumlu ve yakın görülmüştür. Ayrıca çalışmadan elde edilen silaj organik asit değerleri, kaliteli silajlar için bildirilen laktik asit (%4-7), asetik asit (%1-3), propiyonik asit (%0-1) ve bütirik asit (%0) değerleri ile uyumlu veya yakın bulunmuştur (21). Bu çalışmada farklı seviyelerde Antep fıstığı kabuğu ilavesi ile hazırlanan silajların, *in vitro* CH_4 gazı oluşum değerleri %6 ve daha üst seviyelerde istatistiksel olarak azalmıştır ($P<0.05$). Lopez ve ark. (25) tarafından yapılan *in vitro* çalışmalarında kullanılacak katkıların metan gazı üretimi üzerine etkisini araştırmışlar; %11-14 arasında metan gazı oluşturan katkıların düşük, %6-11 arasında metan gazı oluşturan katkıların orta ve %0-6 arasında metan gazı oluşturan katkıların ise yüksek antimetanojenik potansiyellerinin bulunduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada hazırlanan silajlara ilave edilen Antep fıstığı kabuğunun metan üretimi %4.10 olarak tespit edilmiş ve bu değer yüksek düzeyde antimetanojenik etki gösterebilen katkılar grubuna girmektedir. Antep fıstığı kabuğunun yem katkı maddesi olarak kullanıldığı çalışmalardan elde edilen gaz üretim değerlerindeki azalma, bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ile uyumlu bulunmuştur (5, 31). Tanenler rumendeki proteolitik ve selülotik aktivitenin yanı sıra genel fermentatif aktiviteyi azaltmaktadır. Buna bağlı olarak tanenlerin, rasyondaki karbonhidrat ve proteinlerle kompleks yapı oluşturmasıyla, besin maddelerinin rumende sindiriminde azalmaya sebep olduğu, bu nedenle İVOMS ve ME değerlerinin azaldığı çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (13,16,33).

Ghasemi ve ark. (17) tarafından yapılan bir çalışmada, koyun rasyonlarına yonca yerine farklı oranlarda Antep fıstığı kabuğunun kullanılmasıyla; rasyondaki Antep fıstığı kabuğu miktarındaki artışa bağlı olarak rumendeki toplam bakteri ve selülotik bakteri popülasyonunda azalmalar meydana gelmiştir. Tanenlerin rumen protozoalarını baskıladığı ve dolaylı olarak metan oluşumunu azalttığını bildirmektedirler (32). Tanen içeriği yüksek yem maddelerinin sindirilebilirliğinde, mikroorganizmaların kendilerinin yada enzimlerinin tanene bağlanması sonucunda karbonhidratların mikrobiyal parçalanmasının azalması (33) veya yem partiküllerine bağlanan mikroorganizmaların sayılarındaki azalmanın sonucu olarak gaz üretim değerinin düştüğü bildirilmektedir (3). Babayemi ve ark. (4) tarafından yapılan bir çalışmada, *in vitro* gaz üretim değerlerindeki farklılıkların Antep fıstığı kabuğunun KT, HP ve hücre duvarı içeriği ile ilişkili olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Bohluli ve ark. (10) tarafından yapılan bir çalışmada, Ohadi, Kaleghuchi ve White türlerine ait Antep fıstığı kabuklarının *in vitro* organik madde sindirim değerleri (%67.4, %71.9, %70.9), bu çalışmada silaj katkısı olarak kullanılan Antep fıstığı kabuğu için elde edilen değerden (%35.97) yüksek bulunmuştur. Bu farklılık Antep fıstığı kabuğunun, hasat ve fabrikalarda işlenmesi sırasında dal ve yaprak gibi yapısal karbonhidratları ne düzeyde içerdiklerine bağlanabilir. Yapılan bazı çalışmalarda (5,30), doğrudan Antep fıstığı kabuğu silajlarında veya Antep fıstığı kabuğu ilave edilen yem maddelerinde *in vitro* gaz üretim değerleri, İVOMS ve ME değerlerindeki azalmalar bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ile uyumlu bulunmuştur.

Bu çalışmada elde edilen veriler bütün olarak değerlendirildiğinde, %9 düzeyinde Antep fıstığı kabuğu ilave edilerek hazırlanan mısır silajının gerek fermentasyon kriterleri bakımından katkısız silaja kıyasla olumsuz etki göstermemesi; gerekse *in vitro* metan üretimini azaltması bakımından uygun seviye olduğu görülmektedir. Sonuç olarak, ülkemizin özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesinde faaliyet gösteren Antep fıstığı işleme fabrikalarından elde edilen Antep fıstığı kabuğunun mısır silajına kuru madde esasına göre %9 düzeyinde ilave edilerek yem kaynağı olarak silolanabileceği ve ruminal metan gazı üretimini azaltmada yararlı olabileceği tespit edilmiştir. Ancak rasyonlara ilave edilecek Antep fıstığı kabuğunun yem tüketimi ile hayvansal üretim ve performans etkisinin tam olarak ortaya konabilmesi açısından *in vivo* hayvan denemelerinin de yapılması gerektiği kanaatine varılmıştır.

Kaynaklar

1. Association of Official Analytical Chemistry (AOAC). Official Methods of Analysis of AOAC International. Eighteen Edition. Washington DC: Association of Official Analytical Chemists, 2005.

2. Alçiçek A, Tarhan F, Özkan K, Adışen F. İzmir ili ve civarında bazı süt sığırcılığı işletmelerinde yapılan silo yemlerinin besin madde içeriği ve silaj kalitesinin saptanması üzerine bir araştırma. Hay Üret 2014; 40(1): 54-63.
3. Alipour D, Rouzbehan Y. Effects of several levels of extracted tannin from grape pomace on intestinal digestibility of soybean meal. Livestock Sci 2010; 128(1-3): 87-91.
4. Babayemi OJ, Demeyer D, Fievez V. Nutritive value and qualitative assessment of secondary compounds in seeds of eight tropical browse, shrub and pulse legumes. Commun Agric Appl Biol Sci 2004; 69(1): 103-10.
5. Bagheripour E, Rouzbehan Y, Alipour D. Effects of ensiling, air-drying and addition of polyethylene glycol on in vitro gas production of pistachio by-products. Anim Feed Sci Technol 2008; 146(3-4): 327-36.
6. Barry TN, Manley TR. Interrelationships between the concentrations of total condensed tannin, free condensed tannin and lignin in *Lotus* sp. and their possible consequences in ruminant nutrition. J Sci Food Agric 1986; 37(3): 248-54.
7. Barry TN. Secondary compounds of forages. Hacker JB, Ternouth JH eds. In: Nutrition of Herbivores. First Edition. Sydney: Academic Press, 1987; pp. 91-120.
8. Barszcz M, Skomial J. Possibilities of tannins utilization in the protection of animals and human health. Post Nauk Roln 2011; 2: 95-110.
9. Boga M, Guven I, Atalay AI, Kaya E. Effect of varieties on potential nutritive value of pistachio hulls. Kafkas Univ Vet Fak Derg 2013; 19(4): 699-703
10. Bohluli A, Naserian AA, Valizadeh R, Shahroodi FE. Proceedings of British Society of Animal Science. Scarborough, UK: BSAS, 2007; p. 223.
11. Broderick GA, Kang JH. Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. J Dairy Sci 1980; 63(1): 64-75.
12. Carpintero CM, Henderson AR, McDonald P. The effect of some pre-treatments on proteolysis during the ensiling of herbage. Grass For Sci 1979; 34(4): 311-5.
13. Cortes JE, Morenob B, Pabon ML, Avila P, Kreuzer M, Hess HD, Carulla JE. Effects of purified condensed tannins extracted from *Calliandra*, *Flemingia* and *Leucaena* on ruminal and post-ruminal degradation of soybean meal as estimated in vitro. Anim Feed Sci Technol 2009; 151(3-4): 194-204.
14. Davies DR, Merry RJ, Williams AP, Bakewell EL, Leemans DK, Tweed JKS. Proteolysis during ensilage of forages varying in soluble sugar content. J Dairy Sci 1998; 81(2): 444-53.
15. Dubois M, Gilles KA, Hamilton JK, Rebers PA, Smith F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal Chem 1956; 28(3): 350-6.
16. El-Waziry AM, Nasser MEA, Sallam SMA, Abdallah AL, Bueno ICS. Processing methods of soybean meal, 2. Effect of autoclaving and Quebracho tanin treated-soybean meal on gas production and rumen fermentation in vitro. J Appl Sci Res 2007; 3(1): 17-24
17. Ghasemi S, Naserian AA, Valizadeh R, Tahmasebi AM, Vakili AR, Behgar M, Ghovvati S. Inclusion of pistachio hulls as a replacement for alfalfa hay in the diet of sheep causes a shift in the rumen cellulolytic bacterial population. Small Rumin Res 2012; 104(1): 94-8.
18. Goel G, Makkar HPS. Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins. Trop Anim Health Prod 2012; 44(4): 729-39.
19. Goel G, Puniya AK, Singh K. Xylanolytic activity of ruminal *Streptococcus bovis* in presence of tannin acid. Ann Microbiol 2005; 55(4): 295-7.
20. Kumar R, Singh M. Tannins: Their adverse role in ruminant nutrition. J Agr Food Chem 1984; 32(3): 447-53.
21. Kung LJR, Shaver RD. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. Foc Forag 2001; 3(13): 1-5.
22. Kung LJR. Silage fermentation end products and microbial populations: their relationships to silage quality and animal productivity. Annual Conference of the American Association of Bovine Practitioners. September, 25-27, 2008; Charlotte; NC-USA.
23. Kung LJR. Understanding the biology of silage preservation maximize quality and protect the environment. Proceedings. California Alfalfa-Forage Symposium and Corn/Cereal Silage Conference. 2010; Visalia; CA-USA.
24. Leterme P, Thewis A, Culot M. Supplementation of pressed sugar beet pulp silage with molasses and urea, laying hen excreta or soybean meal in ruminant nutrition. Anim Feed Sci Technol 1992; 39(3-4): 209-25.

25. Lopez S, Makkar HPS, Soliva CR. Screening plants and plant products for methane inhibitors. Vercoe PE, Makkar HPS, Schlink A, eds. In: *In vitro* Screening of Plant Resources for Extra Nutritional Attributes in Ruminants. New York: USA: Nuclear and Related Methodologies, 2010; p. 191.
26. Makkar HPS, Blümmel M, Becker K. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility in *in vitro* techniques. *Br J Nutr* 1995; 73(6): 897-913.
27. Makkar HP. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Rumin Res* 2003; 49(3): 241-56.
28. Menke KH, Steingass H. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim Res Dev* 1988; 28: 7-55.
29. Menke KH, Raab L, Salewski A, Steingass H, Fritz D, Schneider W. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding-stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor. *J Agric Sci* 1979; 93(1): 217-22.
30. Mohammadabadi T, Chaji M. The influence of the plant tannins on *in vitro* ruminal degradation and improving nutritive value of sunflower meal in ruminants. *Pak Vet J* 2012; 32(2): 225-8.
31. Mokhtarpour A, Naserian AA, Tahmasbi AM, Valizadeh R. Effect of feeding pistachio by-products silage supplemented with polyethylene glycol and urea on Holstein dairy cows performance in early lactation. *Livestock Sci* 2012; 148(3): 208-13.
32. Moss AR, Jouany JP, Newbold J. Methane production by ruminants: Its contribution to global warming. *Ann Zootechnol* 2000; 49(3): 231-53.
33. Muhammed S, Stewart CS, Acamovic T. Effects of tannic acid on cellulose degradation, adhesion and enzymic activity of rumen microorganisms. *Proc Soc Nutr Physiol* 1994; 3: 25.
34. Patra AK, Saxena J. Dietary phytochemicals as rumen modifiers: A review of the effects on microbial populations. *Anton Leeuw* 2009; 96(4): 363-75.
35. Playne MJ, Mc Donald P. The buffering constituent of herbage and of silage. *J Sci Food Agric* 1966; 17(6): 264-8.
36. Polan CE, Stieve D, Garrett J. Protein preservation and ruminal degradation of ensiled forage treated with heat, formic acid, ammonia or microbial inoculant. *J Dairy Sci* 1998; 81(3): 765-76.
37. Santos GT, Oliveira RL, Petit HV, Cecato U, Zeoula LM, Rigolon LP, Damasceno JC, Branco AF, Bett V. Effect of tannic acid on composition and ruminal degradability of Bermuda grass and alfalfa silages. *J Dairy Sci* 2000; 83(9): 2016-20.
38. SPSS. Inc. Statistical package for the social sciences (SPSS/PC+), 1991, Chicago, IL.USA
39. Suzuki M, Lund CW. Improved gas-liquid chromatography for simultaneous determination of volatile fatty acids and lactic acid in silage. *J Agric Food Chem* 1980; 28(5): 1040-1.
40. Oruç Ş. Antep Fıstığı Sektör Etüdü, İstanbul Ticaret Borsası, <https://slidex.tips/download/antepfistii-sektr-etd-aban-oru-do-ticaret-ubesi-mart-2003>, Erişim tarihi: 15.08.2017.
41. Tavendale MH, Meagher LP, Pacheco D, Walker N, Attwood GT, Sivakumaran S. Methane production from *in vitro* rumen incubation with *Lotus pedunculatus* and *Medicago sativa*, and effects of extractable condensed tannin fractions on methanogenesis. *Anim Feed Sci Technol* 2005; 123-124(1): 403-19.
42. Türkiye İstatistik Kurumu. Türkiye Antep Fıstığı Üretimi İstatistikleri, www.tuik.gov.tr, Erişim tarihi: 15.07.2017.
43. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 1991; 74(10): 3583-97.
44. Waghorn GC. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production-progress and challenges. *Anim Feed Sci Technol* 2008; 147(1-3): 116-39.