



Determination of The Effects of Apple Pomace Addition on Alfalfa Silage Quality

Yücel Ünal^{1,a}, Behlül Sevim^{2,b,*}, Erinç Gümüş^{3,c}, Selim Sırakaya^{2,d}, Tuğay Ayaşan^{4,e}, Yusuf Cufadar^{5,f}, Osman Olgun^{5,g}, Asuman Arlan Duru^{6,h}

¹Aksaray Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Aksaray, Türkiye

²Aksaray Üniversitesi Teknik Bilimler MYO, Gıda İşleme Bölümü, Aksaray, Türkiye

³Aksaray Üniversitesi Eski MYO, Veterinerlik Bölümü, Aksaray, Türkiye

⁴Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Kadiri Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Osmaniye, Türkiye

⁵Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Konya, Türkiye

⁶Uşak Üniversitesi Ziraat fakültesi Zootečni Bölümü, Uşak, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 09.03.2024 Accepted : 04.04.2024</p> <p>Keywords: Apple pulp Fermentation Quality Silage Alfalfa</p>	<p>This study was carried out to examine the chemical composition, fermentation profile, microbiological properties, digestibility, and energy values of alfalfa silages with the addition of different doses of apple pomace. Within the scope of the study, the alfalfa silages, which were chopped in 1-3 cm length, were ensiled in anaerobic plastic jars without any additive in the control group and with 5% (EP5) and 10% (EP10) apple pomace in the treatment groups. At the end of the study, addition of apple pomace decreased the dry matter, ethanol, acetic acid, propionic acid, butyric acid content and pH values of alfalfa silages, while it increased Neutral Detergent Insoluble Crude Protein (NDICP), lactic acid and yeast count. It was determined that there was no significant difference in digestibility, energy values, crude protein, ether extract, crude ash, starch, NDF, ADF, ADL, Acid Detergent Insoluble Crude Protein (ADICP) and lactic acid bacteria contents of alfalfa silages with apple pomace treatment. No mold content was detected in the apple pomace supplemented groups, while Clostridia was observed only in the EP10 group. As a result, it was concluded that apple pomace, which is a by-product of the food industry, can be used to reduce the negative environmental effects, to reduce feed costs and to positively affect the quality of alfalfa silages.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(7): 1190-1196, 2024

Elma Posası İlavesinin Yonca Silaj Kalitesine Etkilerinin Belirlenmesi

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 09.03.2024 Kabul : 04.04.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Elma posası Fermentasyon Kalite Silaj Yonca</p>	<p>Bu çalışma, farklı dozlarda elma posası ilavesinin yonca silajlarının kimyasal kompozisyonu, fermentasyon profili, mikrobiyolojik özellikleri, sindirilebilirlik ve enerji değerlerinin incelenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışma kapsamında, 1-3 cm boyutlarında parçalanmış yoncalar anaerob plastik kaplara, kontrol grubuna herhangi bir katkı eklenmeden, muamele gruplarında ise %5 (EP5) ve %10 (EP10) oranlarında elma posası ilave edilerek silolanmıştır. Araştırma sonunda, elma posası ilavesi yonca silajlarının kuru madde, etanol, asetik asit, propiyonik asit, bütirik asit içeriği ve pH değerini düşürürken, Nötral Deterjanda Çözülmeyen Ham Protein (NDICP), laktik asit ve maya sayısını artırmıştır. Yonca silajlarının sindirilebilirlik, enerji değerleri, ham protein, ham yağ, ham kül, nişasta, NDF, ADF, ADL, Asit Deterjanda Çözülmeyen Ham Protein (ADICP) ve laktik asit bakterileri içeriklerine elma posası muamelesiyle önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Elma posası katkılı gruplarda küf içeriği saptanmamış, Clostridia ise sadece EP10 grubunda gözlemlenmiştir. Sonuç olarak gıda sanayi yan ürünü olan elma posasının çevresel etkilerinin azaltılması, yem maliyetlerinin ucuzlatılması ve yonca silajlarının kalitesine pozitif yönde etkisi nedeniyle kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.</p>

^a yucelunal@aksaray.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-6343-3546>

^c erincgumus@gmail.com

^d <https://orcid.org/0000-0003-2996-3241>

^e erincgumus@gmail.com

^f <https://orcid.org/0000-0002-6839-8428>

^g selimsirakaya@hotmail.com

^h <https://orcid.org/0000-0003-2733-1726>

^f ayasan@gmail.com

^g <https://orcid.org/0000-0001-7397-6483>

^h yucufadar@selcuk.edu.tr

^h <https://orcid.org/0000-0001-9606-791X>

^g oolgun@seluk.edu.tr

^h <https://orcid.org/0000-0002-3732-1137>

^f duru.asuman@gmail.com

^h <https://orcid.org/0000-0002-7290-1719>



This work is licensed under Creative Commons Attribution 4.0 International License

Giriş

Silaj, su içeriği zengin yemlerin havasız ortamda laktik asit bakterilerinin etkinliği sayesinde ruminantların beslenmesinde kullanılan önemli bir fermente kaba yem kaynağıdır. Ruminantların yem gereksinimlerinin karşılanması noktasında besleme maliyetlerinin pahalılığı, son yıllarda ucuz maliyetli yem kaynaklarına olan ilgiyi artırmıştır. Yapılan çalışmalarda kullanılan katkı maddelerinin silaj kalitesine olan etkileri konusunda farklı birçok araştırmalara da devam edilmektedir.

Yonca, hayvan beslemede, olmazsa olmaz çok yıllık bir baklagil yem kaynaklarından birisi olup; besin ve protein değerinin yüksek olması, yıllık 6-7 biçim alınabilmesi, lezzetli olması, sindirilebilirliğinin iyi olması gerek kuru ot gerekse de silajın yapılabilmesi nedeniyle dikkat çeken bir yem hammaddesidir. Yüksek besin kalitesi, verim ve adaptasyon yeteneği nedeniyle dünyadaki en önemli yem hammaddelerinden olan yonca hayvan beslemede genellikle kuru ot olarak kullanılmaktadır. Bazı hasat dönemlerinde uygun olmayan iklim koşullarından (yağmur vs.) dolayı kurutmada son yıllarda güçlükler yaşanmaktadır. Üreticiler bu durumda pazarlama sıkıntısı çekebilmektedir. Bu gibi durumlarda yoncanın silaj olarak değerlendirilmesi farklı bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte, yoncanın yüksek tamponlanma kapasitesi, düşük kuru madde (KM) ve suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) içeriği silolanmasını zorlaştırıcı niteliktedir (Gao ve ark., 2021; Kang ve ark., 2021; Boğa ve Ayaşan, 2022). Bu durum, yoncanın silolamada fermentasyon süreci iyi olamayan yemler sınıfına dahil edilmesine sebep olmaktadır. Yonca silajının kalitesinin artırılması noktasında, zaman zaman bazı katkı maddelerinin kullanımı kaçınılmaz bir durum olmaktadır.

Meyve suyu ve sirke endüstrisinin ana girdilerinden olan elmanın işlenmesi sonrasındaki elde edilen yan ürünü, suda çözünebilir karbonhidratlar bakımından zengin olması nedeniyle, hayvan besleme için önemli bir ürün olma potansiyeline sahiptir. Bu ürünün düşük pH aralığı (3.4 – 4.2), silaj asidite gelişimi noktasında katkı maddesi olarak kullanım potansiyelini ortaya çıkarmaktadır. Yonca silajının fermentasyon prosesini iyileştirmek için mikrobiyal inokulantlar, enzim, gıda sanayii yan ürünleri ve farklı karbonhidrat kaynakları kullanılmaktadır. Meyve suyu endüstrisinden elde edilen posalar, pektin ve şeker içeriğinin yüksek olması nedeniyle uzun süredir geviş getiren hayvanların beslenmesinde kullanılmaktadır (Arthington ve ark., 2002). Meyve suyu sanayii yan ürünlerinden elma posasının da bu kaynaklardan birisi olduğu düşünülmektedir (Ülger ve ark., 2018). Elma posası %14.57 KM, %0.42 ham kül (HK), %1.04 ham protein (HP), %3.65 ham yağ (HY), %33.35 ham selüloz (HS) ve %14.15 organik madde (OM) içermektedir (Yalçınkaya ve ark., 2012). Ayrıca Gharehbagh ve ark., (2020), kuru elma posasının %7 HP, %5 HY, 1.86 Mcal/kg KM Metabolik enerji (ME), 1.12 Mcal/kg KM Net enerji (NE) içerdiğini; Kengoo ve ark. (2022), elma posasının %80,65 KM, %7.27 HP, %0.91 HY, %33.52 HS, %60.60 NDF ve %37.95 ADF içerdiğini ifade etmişlerdir.

Bu çalışmada, yoncaya farklı düzeylerde ilave edilen elma posasının kimyasal kompozisyon, fermentasyon, mikrobiyolojik, sindirilebilirlik özellikleri ve enerji değerlerine olan etkisi araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Silaj Örneklerinin Hazırlanması

Çiçeklenme döneminde ve kuru madde değeri yaklaşık %20 seviyelerinde hasadı yapılan taze yonca (*Medicago sativa L.*) örnekleri laboratuvara getirilerek, bir gün soldurulmuş ve doğrama makinesi ile 1-3 cm uzunluğunda parçalanmıştır. Doğranan yoncaya, elma posası (EP) 3 paralel olacak şekilde, Kontrol-Katkısız (KNTRL), %5 EP (EP 5) ve %10 EP (EP10) oranlarında ilave edilmiştir. Homojen dağılımı sağlanarak 1 kg'lık plastik ağzı kapaklı anaerob bidonlarda iyice sıkıştırılarak oksijensiz bir ortam sağlanarak silolama gerçekleştirilmiştir. Ağzı sıkıca kapatılan örnekler, 60 gün süre ile fermentasyona bırakılmıştır. Silolama dönemi sonunda, örnekler açılarak aşağıda belirtilen analizler yapılmıştır.

Kimyasal Analizler

Silolama dönemi sonunda, açılan örnekler kimyasal analizler için hazırlanmıştır. Kitleyi temsil edecek şekilde alınan silaj örnekleri ve taze yoncanın hava sirkülasyonlu etüvde 60°C'de 48 saatte kurutularak kuru madde içerikleri belirlenmiştir. Kuru madde analizinden sonra örnekler, 1 mm elek çapından geçecek şekilde laboratuvar değirmeninde (IKA MF.10) öğütülmüştür. Öğütülen örneklerin Dumas yöntemiyle ham protein (HP), 550°C'de 3-5 saat kül fırınında yakılarak ham kül (HK), petrol eteri ile ekstraksiyon yöntemiyle ham yağ (HY) ve ham selüloz (HS) analizleri AOAC (1999) belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır. Nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF) ve asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF), asit deterjanda çözünmeyen lignin (ADL), ham selüloz (HS), asit deterjanda çözünmeyen ham protein (NDICP) ve nötr deterjanda çözünmeyen ham protein (NDICP) analizleri Van Soest (1982) bildirdiği metoda göre Ankom Fiber Analyzer'da yapılmıştır. Araştırma silajlarının nişasta içerikleri polarimetrik yöntemle belirlenmiştir.

Sindirilebilirlik ve Enerji Hesaplamaları

Araştırmaya ait silaj örneklerinin ve taze yoncanın kimyasal kompozisyon analizlerine göre sindirilebilirlik ve enerji değerleri hesaplanmıştır. Bu kapsamda, toplam sindirilebilir besinler (TDN_{1X}), metabolik enerji (ME), net enerji yaşam (NE_M), net enerji gain (NE_G), net enerji laktasyon (NEL_{3X}) değerleri NRC (2001) bildirişindeki formüllerle; fiber olmayan karbonhidrat (NFC) ise, NFC = 100 – (HP+HY+HK+NDF) denklemiyle hesaplanmıştır. Bununla birlikte, sindirilebilir kuru madde (SKM), kuru madde tüketimi (KMT % vücut ağırlığına göre) ve nispi yem değeri (NYD) Van Dayke ve Anderson (2000) tarafından bildirilen aşağıda belirtilen formülasyonlar ile silajların NDF ve ADF içerikleri üzerinden hesaplanmıştır.

- $KMT = 120 / NDF$ (% vücut ağırlığı)
- $NYD = \% SKM \times \% KMT \times 0,775$
- $SKM = 88,89 - (0,779 \times ADF)$ formülü ile belirlenmiştir.

Fermentasyon Özellikleri

Altmış günlük fermentasyon sonunda; numunelerin pH, asetik, propiyonik, bütirik ve laktik asit düzeyleri belirlenmiştir. Bunun için 40 g silaj örneği 360 ml saf su ilave edilerek blenderde karıştırılmış ve 400 ml'ye tamamlanmıştır. Bu sıvı tekrar filtre kâğıdından (Whatman

54) süzülerek santrifüj edilmiştir. Örnekler analiz edilene kadar -20°C'de saklanmıştır. Laktik asit analizi için Lepper'in kısaltılmış metodu kullanılmıştır (Akyıldız, 1984). Asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asitleri analizleri gaz kromatografisinde (Model, Agilent, 7890, ABD) belirlenmiştir.

Mikrobiyolojik Analizler

Maya küf, Enterobakteri ve laktik asit bakteri kolonilerinin tespiti Sırakaya (2023)'e göre yapılmıştır. Numuneler açılır açılmaz maya-küf analizine tabi tutulmuştur. Maya-küf analizi için, Potato Dextrose Agar (PDA) besi yeri kullanılmış ve yayma plak yöntemi tercih edilmiştir. Araştırma silajlarından 10 g numune 90 ml peptonlu su ile karıştırılarak 10⁻¹ dilüsyonu hazırlanmıştır. Bu dilüsyondan 10⁻⁴'e kadar seyreltilmiştir. Sonrasında bu dilüsyonlardan petri kaplarına ekim yapılmıştır. Petri kapları etüvde (25 ±1°C) 5 gün boyunca inkübasyona bırakılmış ve sonrasında maya-küf sayımı yapılmıştır. Enterobakteri analizleri için Violet Red Bile Agar with Glucose (VRBG) besi yeri (Condalab) kullanılmıştır. Besiyeri üretici uygulama talimatındaki yöntem takip edilmiş ve numuneler 37°C'de 48 saat inkübasyona bırakılarak sonuçlar belirlenmiştir.

Clostridia analizleri için Reinforced Clostridial Agar (Condalab) kullanılmıştır. Besiyeri hazırlama yönergesi doğrultusunda numuneler 35 ±2°C'de 40-48 saat arasında inkübasyona bırakılarak mikroorganizma sayımı yapılmıştır.

Laktik asit bakterileri tespiti için MRS agar (Merc) kullanılmıştır. Besi yeri hazırlama talimatına göre numuneler 37°C'de 72 saat inkübasyona tabi tutulmuş ve bu süre sonunda besi yeri üzerinde oluşan laktik bakteri kolonileri sayılarak sonuçlar belirlenmiştir.

İstatistik Analizler

Çalışmaya ilişkin istatistikler, tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) prosedürü kullanılarak Minitab 16.1 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Homojen alt kümelerdeki gruplar için farklılık tespiti %95 güven aralığında Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılarak yapılmıştır. Tüm veriler ortalama ve standart hata (ortalama±sh) olarak ifade edilmiştir. Karşılaştırmalarda hesaplanan P değeri, P≤0,05 olduğunda farklar anlamlı olarak kabul edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Kimyasal Kompozisyon

Silolama öncesi taze yoncanın kimyasal kompozisyonu sindirilebilirlik ve enerji değerlerine ait sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir.

Taze yoncanın KM'sinin %18,69, HP değerinin %23,55, HY düzeyinin %3,17, HK değerinin %13,55, nişasta değeri %3,11, NDF ile ADF değeri sırasıyla %31,30 ve %25,11 olarak tespit edilmiştir.

Canbolat ve ark. (2010), taze yoncanın KM, HK, NDF, ADF, HP, HY değerlerinin sırasıyla %25,10; 7,13; 53,70; 37,81; 19,35 ve 6,34 olduğunu ifade ederken; Agarussi ve ark. (2019), soldurulmamış yoncanın KM'sini %13,04; soldurulmuş yoncanını %23,54 olarak tespit etmişlerdir. Ertekin ve Kızılsimşek (2020), silaj yapılmadan önceki yoncanın HP, HK, NDF, ADF ve pH'ını sırasıyla %18,33; %8,24; %49,86; %31,17 ve 6,06

olarak tespit ederken; Huo ve ark. (2021), taze yoncanın %32,5 KM, %31,6 organik madde, %17,3 HP, %42,3 NDF, %23,7 ADF, %5,97 ADL, %0,98 HY içerdiğini belirlemişlerdir. Kang ve ark. (2021), silolama öncesi yoncanın %17 HP, %26,3 HS, %46,0 NDF, %39,9 ADF ve 16,92 MJ/kg toplam enerji içerdiğini ifade ederken; Lazarević ve ark. (2023), taze yoncanın %33,90 KM, %20,46 HP içerdiğini belirtmişlerdir. Çalışmalar arasındaki farklılıkların çeşit, biçim zamanı, soldurma süresi vb. faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Taze yonca için fiber olmayan karbonhidrat (NFC) değeri % 28,51, sindirilebilir kuru madde (SKM) düzeyi %59,01, vücut ağırlığına göre kuru madde tüketimi (KMT) %3,83'dir. Nispi yem değeri (NYD) 206, toplam sindirilebilir besinler (TDN_{1X}), metabolik enerji (ME), net net enerji laktasyon (NEL_{3X}) ve net enerji gain (NE_M) değerleri ise sırasıyla %59,05, 2,7 Mcal/kg, 1,3 Mcal/kg ve 1,2 Mcal/kg olarak saptanmıştır.

Farklı oranlarda elma posası ilavesinin yonca silajlarının kimyasal kompozisyonuna etkisi Çizelge 2'de verilmiştir.

Kuru madde bakımından, kontrol grubu %18,95, %5 ve 10 elma posası gruplarında ise sırasıyla %18,70 ve 17,37 olarak belirlenmiş ve gruplar arasındaki bu fark önemli bulunmuştur (P<0,05). Kontrol grubu silajlarının kuru madde (% 18,95) içeriğinin taze yoncayla (%18, 69) ile kıyaslandığında kuru madde kaybının düşük düzeyde olduğu anlaşılmaktadır. Yüksek kaliteli silaj eldesi için gerekli fermentasyon koşulları sağlanmadığında, istenmeyen mikroorganizmalar ortamda çoğalmakta ve sonuç olarak kuru madde kayıpları meydana gelmektedir (Bolsen ve ark., 1996). Sonuç olarak, elma posasındaki suda çözünebilir karbonhidrat içeriğinin silajları koruyacak kadar ortamda var olduğunu ve bunu tüketen laktik asit bakterilerinin silajda istenmeyen unsurların gelişimini durdurarak kuru madde kayıplarını azalttığı söylenebilir.

Çizelge 1. Silolama öncesi taze yoncanın kimyasal kompozisyonu, sindirilebilirlik ve enerji değerleri
Table 1. Chemical composition, digestibility and energy values of fresh alfalfa before ensiling

Kimyasal Analiz Değerleri	
Kuru Madde %	18,69
Ham Protein %	23,55
Ham Yağ %	3,17
Ham Kül %	13,55
Nişasta %	3,11
ADF %	25,11
NDF %	31,30
Hesaplanan Değerler	
NFC %	28,51
SKM%	59,01
KMT % (Vücut ağırlığına göre)	3,83
NYD	206
TDN _{1X} %	59,05
ME (Mcal/kg)	2,70
NEL _{3X} (Mcal/kg)	1,30
NE _M (Mcal/kg)	1,20

ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif; NDF: Nötral deterjanda çözünmeyen lif; ADL: Asit deterjanda çözünmeyen lignin; NFC: Fiber olmayan karbonhidratlar; SKM: Sindirilebilir kuru madde; KMT: Kuru madde tüketimi (vücut ağırlığı yüzdesine göre); NYD: Nispi yem değeri, TDN: Toplam sindirilebilir besin madde; ME: Metabolik enerji; NE_L: Net enerji laktasyon; NE_M: Net enerji yaşama payı.

Çizelge 2. Elma posası katkısının yonca silajlarının kimyasal kompozisyonuna etkisi
Table 2. Effect of apple pomace additive on the chemical composition of alfalfa silages

Parametreler	Yonca Silajlarına İlave Edilen Elma Posası Düzeyleri			P Değeri
	KNTRL	EP 5	EP10	
Kuru Madde %	18,95 ^a ±0,081	18,70 ^{ab} ±0,045	17,37 ^b ±0,542	0,026
Ham Protein % KM	23,56±0,711	23,59±0,333	23,46±0,175	0,980
Ham Yağ % KM	3,14±0,291	3,28±0,155	3,07±0,300	0,855
Ham Kül % KM	13,86±0,103	13,58±0,127	13,47±0,137	0,148
Nişasta % KM	3,66±0,137	3,34±0,165	3,20±0,296	0,354
NDF % KM	31,62±1,131	30,35±0,467	30,79±0,355	0,507
ADF % KM	24,28±0,233	24,45±0,463	24,48±0,219	0,895
ADL % KM	6,96±0,739	5,83±0,553	6,07±0,249	0,377
ADICP, KM	2,29±0,692	2,44±0,199	2,48±0,023	0,597
NDICP % KM	2,15 ^a ±0,041	2,16 ^{ab} ±0,020	2,55 ^a ±0,152	0,033

ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, NDF: Nötral deterjanda çözünmeyen lif, ADL: Asit deterjanda çözünmeyen lignin, ADICP: Asit deterjanda çözülmeyen ham protein, NDICP: Nötr deterjanda çözülmeyen ham protein, EP: Elma posası, KNTRL: Kontrol grubu

Çizelge 3. Elma posası katkısının yonca silajının sindirilebilirlik ve enerji değerlerine etkisi
Table 3. Effect of apple pomace additive on digestibility and energy values of alfalfa silage

Besin Değerleri	Muamele Grupları			P Değeri
	KNTRL	EP5	EP10	
NFC %	27,79±0,821	29,30±0,945	29,07±0,912	0,361
SKM %	58,60±1,015	59,40±1,042	59,66±1,051	0,385
KMT% (%Vücut Ağırlığı)	3,80±0,231	3,95±0,189	3,90±0,195	0,412
NYD	206±0,928	214±0,985	211±0,932	0,392
TDN _{1X} %	58,61±1,033	60,40±0,935	59,66±0,161	0,354
ME (Mcal/kg)	2,16±0,050	2,21±0,029	2,18±0,012	0,537
NE _{L3X} (Mcal/kg)	1,33±0,035	1,37±0,020	1,34±0,001	0,464

NFC: Fiber olmayan karbonhidratlar, SKM: Sindirilebilir kuru madde, KMT: Kuru madde tüketimi (vücut ağırlığı yüzdesine göre), NYD: Nispi yem değeri, TDN_{1X}: Toplam sindirilebilir besinler, ME: Metabolik enerji, NE_L: Net enerji laktasyon, EP: Elma posası, KNTRL: Kontrol grubu

Ayrıca fermentasyon özelliklerindeki parametrelere ait bulgular bu görüşü destekler niteliktedir. Böylece, elma posasının kuru madde içeriğinin yoncadan daha düşük olması silajların kuru madde içeriğini düşürmüş olabilir. Besharati ve ark. (2021) elma posası katkısının yonca silajlarının kuru madde içeriğini azalttığını ifade etmişlerdir. Erişçi ve ark. (2022) samanla muamele edilmiş elma ilavesi ve Çiftçi ve ark. (2005) elma ilavesinin yonca silajlarının kuru madde içeriklerini değiştirmediklerini belirtmişlerdir. Farklı posaların yonca silajlarına ilavesine yönelik bazı çalışmalarda, Canbolat ve ark. (2010), üzüm posası ilavesinin ve Arslan Duru (2020), lavanta posası ilavesinin yonca silajlarının KM içeriğini artırdığını bildirmişlerdir.

Mevcut çalışmada kontrol grubunda yonca silajının HP değeri %23,56, %5 ve %10 elma posası katılan gruplarda ise HP seviyesi sırasıyla, %23,46 ve 23,59 olarak tespit edilmiş, gruplar arasında fark istatistik olarak önemsiz olmuştur (P>0,05). Besharati ve ark. (2019), silajdaki elma posasının artışına bağlı olarak HP içeriğinin düştüğünü ve Erişçi ve ark. (2022) elma katkısının silajların HP içeriğinin değişmediğini bildirmişlerdir. Çalışmalar arasında görülen bu farklılıklar, elma posasının HP düzeyinin düşük olması ve kullanılan dozlarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Elma posası muamelesi yonca silajlarının ham yağ, ham kül, NDF, ADF, ADL, ADICP ve nişasta düzeyleri bakımından gruplar arasında istatistik bir fark görülmemiştir (P>0,05). Bu durumun nedeni, elma posası katkılı silajlarda laktik asit bakterilerinin faaliyetlerinin hücre duvarı bileşiklerinin parçalanabilirliklerini artıracak

şekilde hızlanmadığı başka bir deyişle silaj fermentasyonu sırasında mikroorganizmalar tarafından asidik hidroliz ve/veya fibrinolitik enzim üretiminin istenen seviyede olmamasından kaynaklandığı söylenebilir. Elma posası ilavesiyle silajların Doğan (2019), ADF içeriğinin düştüğünü; Rodrigues ve ark. (2008) elma posasına saman eklenmesinin ADF içeriğini önemli ölçüde artırdığını ve Ke ve ark. (2015) elma posası ve üzüm posasının silajların NDF ve ADF içeriğini artırdığını belirtmişlerdir.

Araştırmada, kontrol grubunda NDICP değeri yonca silajında %2,15 çıkarken; elma posası katılan gruplarda %2,16 ve %2,55 çıkmıştır. Gruplar arası istatistik bir farklılığa neden olan NDICP değeri, yonca silajına elma posası katılmasıyla artış göstermiştir (P<0,05). Yapılan bir araştırmada 29 adet yonca silajının NDICP değeri ortalama %2,81 olarak bulunurken; minimum-maksimum %1,71-4.12 arasında değerler almıştır (Sırakaya, 2017). Sırakaya ve Beyzi (2022), yonca silajlarının NDICP değerini %1,99 olarak saptamışlardır.

Sindirilebilirlik ve Enerji Değerleri

Elma posası ilave edilen yonca silajlarının bazı sindirilebilirlik özellikleri ve enerji değerlerine ait sonuçlar Çizelge 3'te sunulmuştur.

Kontrol ve muamele grupları sindirilebilirlik ve enerji düzeylerine ilişkin sonuçların verildiği Çizelge 3 incelendiğinde gruplar arasında istatistiksel bir farklılık olmadığı görülmektedir (P>0,05). NFC değeri kontrol grubunda %27,79, %5 ve %10 elma posası katılan gruplarda ise sırasıyla %29,07 – 29,30 olarak tespit edilmiştir. Yonca silajına elma posası katkısı, silajların

NFC değerinde sayısal düzeyde artışa yol açmıştır. Bu konuda yapılan bir araştırmada, yonca silajının NFC değeri %23,93 olarak belirlenmiştir (Sırakaya, 2017).

Kontrol grubunun SKM'si %58,60 olarak bulunurken, muamele grupları SKM içeriklerinde artış olsa da (%59,40-59,66) gruplar arasında önemli bir farklılık tespit edilememiştir ($P>0.05$). Bu konuda yapılan bir araştırmada yonca silajının SKM değeri %62,60 olarak tespit edilmiştir (Sırakaya, 2017). Canbolat ve ark., (2010), yonca silajındaki SKM düzeyini %60,62 olarak saptarken; Kang ve ark., (2021), bu değeri %64.04 olarak tespit etmiştir.

Nispi yem değeri (NYD), tam çiçekteki yonca kuru otunun NDF'sini %53, ADF'sini %41 olarak hesaplanan 100 indeksini esas almaktadır. Bu değer altını inildikçe yem kalitesi düşmektedir. Yemlerin NYD'nin saptanmasında kullanılan KMT, yemdeki NDF ile ters orantılıdır. Bu bağlamda NDF değeri yüksek olan yonca silajında, KMT'i düşük çıkmıştır. NYD mevcut çalışmada, katkısız yonca silajında 206 olarak tespit edilmiş, yonca silajına elma posası katılması ise silajın NYD'yi artırmıştır. Yonca silajlarında NYD'ni Kang ve ark., (2021), 133,86; Kepekci ve Arslan Duru (2020), 289,73 olduğunu bildirmişlerdir. Canbolat ve ark. (2010), üzüm posası katkısının yonca silajlarının NYD'nin arttığını belirtmişlerdir.

Toplam sindirilebilir besinler (TDN_{1x}), kontrol grubunda %58,61 iken, yonca silajına elma posası katılması, silajın TDN_{1x} değerini yükseltmiş fakat gruplar arası farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Bu konuda yapılan bir araştırmada (Sırakaya, 2017), yonca silajının TDN_{1x} değerini %53,07 olarak tespit etmiştir. Sırakaya ve Beyzi (2022), bu değeri %56,86 olarak saptamıştır. Kontrol ve iki seviye muamele gruplarında ME değerleri bakımından önemli bir farklılık bulunmamıştır ($P>0,05$). NEL değeri, yonca silajında, elma posası katılan gruplara göre daha düşük bulunmuştur. Sırakaya (2017), yonca silajının NEL değerini 1,22 Mcal/kg bulması, denemede elde ettiğimiz sonuçlardan düşük çıktığını göstermektedir. Sırakaya ve Beyzi (2022), bu değeri 4.21 MJ/kg olarak tespit etmiştir.

Fermentasyon Özellikleri

Yonca silajlarına farklı düzeylerde ilave edilen elma posasının organik asit, etanol ve pH değerlerine etkisi Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4 incelendiğinde, elma posası katkısı yonca silajlarının laktik asit içeriğini artırmış ($P<0,001$), etanol ($P<0,05$), asetik asit ($P<0,05$), propiyonik asit ($P<0,001$), bütirik asit ($P<0,01$) ve pH değerlerini ($P<0,001$) düşürmüştür.

Asetik asit, bütirik asit, propiyonik asit kısa zincirli yağ asitleri olup; silajdaki küf ve mantar gelişimini azaltarak silajda oluşan/oluşacak aerobik bozulmayı önlemektedir. Laktik asit üretimi ve toplam asit içindeki laktik asit oranı, silajın yem değerini değerlendirmek için önemli parametrelerdir. Mevcut araştırmada, laktik asit düzeyi, diğer organik asitlerin tersine, elma posası katılan silajlarda, kontrol grubu yonca silajına göre daha yüksek bulunmuş, gruplar arasında da farklılık önemli çıkmıştır. Elma posası ilavesinin yonca silajlarının fermentasyon profilini iyileştirmede etkili olabileceği ancak fermentasyon hızının yavaş olduğu söylenebilir. Silo ortamının pH'sı asitliğin yeterince ilerleyip ilerlemediğinin en önemli göstergesidir. Mevcut çalışmada kontrol grubu yonca silajı pH'sı 5,35 iken elma posası katılması silajların pH'sının azalmasına neden olmuştur. Silajlardaki pH'nın düşüşü, elma posası ilave edilen gruplarda olan laktik asit, asetik asit ve propiyonik asitlerinin ortamda baskın olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca azalan asetik asit içeriği, elma posası muamelesiyle homofermentatif fermentasyon sürecini de teşvik ettiği söylenebilir. Silajların bütirik asit içeriği düşse de fermentasyonun yeterince hızlı şekillenememesi nedeniyle, başka bir deyişle pH'nın hızla istenen seviyelere düşmemesi nedeniyle laktik asitlerin bütirik aside dönüşümünün engellenmediği anlaşılmıştır (Kung ve ark., 2018). Doğan (2019), araştırmada elde edilen bulguyu destekler nitelikte, silajdaki elma posasının katılmasına bağlı olarak pH değerinin düştüğünü ifade etmiştir. Erişçi ve ark. (2022), yonca silajlarına elma katkısının pH değerini değiştirmediği sonucuna varmışlardır. Ke ve ark. (2015) elma posası katkısının laktik asit içeriğini arttırdığını, asetik asit içeriğini düşürdüğünü saptamışlardır.

Mikrobiyolojik Özellikler

Farklı düzeylerde elma posası ilave edilen yonca silajlarının mikrobiyolojik özellikleri Çizelge 5'te sunulmuştur.

Araştırma silajlarında Clostridia içeriğine kontrol ve EP5 gruplarında tespit edilmemiş, EP10 grubunda 3,35 düzeyinde saptanmıştır. Enterobakter sayısı, sayıca en yüksek düzeyde kontrol grubunda bulunurken; laktik asit bakterisi bakımından gruplar arasında sayıca önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Maya sayısı, en yüksek EP10 grubunda görülürken en düşük kontrol grubunda bulunduğu sonucuna varılmıştır. Elma posası ilave edilen gruplarda küf içeriğine rastlanmazken, kontrol grubunda 3,15 düzeyinde içerdiği belirlenmiştir. Silolama, mikroorganizmalar tarafından başlatılan kompleks bir süreçtir.

Çizelge 4. Elma posası katkısının yonca silajlarının bazı fermentasyon özelliklerine etkisi

Table 4. The effect of apple pomace addition on some fermentation characteristics of alfalfa silages

Parametreler	Kontrol	EP5	EP10	P değeri
Etanol, g/kg KM	27,44 ^A ±0,746	22,66 ^B ±0,341	24,58 ^B ±0,575	0,003
Asetik Asit, g/kg KM	13,76 ^A ±0,904	12,81 ^{AB} ±0,345	10,89 ^B ±0,202	0,031
Propiyonik Asit, g/kg KM	1,02 ^A ±0,006	0,89 ^B ±0,005	0,84 ^B ±0,029	0,001
Bütirik Asit, g/kg KM	4,13 ^A ±0,012	3,58 ^B ±0,120	3,81 ^B ±0,020	0,004
Laktik Asit, % KM	0,66 ^B ±0,061	1,14 ^A ±0,014	1,26 ^A ±0,038	0,000
pH	5,35 ^A ±0,002	5,15 ^C ±0,002	5,19 ^B ±0,001	0,000

EP; Elma posası

Çizelge 5. Elma posası katkısının yonca silajlarının mikrobiyolojik özelliklerine etkisi

Table 5. Effect of apple pomace additive on microbiological properties of alfalfa silages

Parametreler	Kontrol	EP5	EP10
Clostridia	ND	ND	3,35
Enterobakter	3,76	3,53	3,57
Laktik Asit Bakterileri	3,69	3,70	3,70
Maya	1,47	3,43	3,79
Küf	3,15	ND	ND

* Sonuçlar log 10 cfu g⁻¹ olarak verilmiştir. ND; Tespit edilemedi EP; Elma posası

Silajlarda istenen tek mikroorganizma grubu laktik asit bakterileridir (Basmacıoğlu ve Ergül (2002)). Silajlardaki yüksek sayıda maya genellikle yüksek etanol konsantrasyonları (>%3-4) ile ilişkilendirilmekte ve bu tür silajlar genellikle oksijene maruz kaldığında kolayca bozulmaktadır. Çünkü bazı mayalar bu koşullar altında laktik asidi asimile edebilmektedir (Kung ve ark., 2018). Araştırma silajlarında katkı maddesinin silajların mikrobiyolojik özelliklerini küf içeriği dışında herhangi etkisinin olmadığı söylenebilir. Ke ve ark. (2015), kurutulmuş elma posası ile muamele edilen silajlarda daha fazla laktik asit bakterisi, daha az küf ve maya gözlemlenmiştir.

Sonuç

Son yıllarda gıda sanayii sektöründe ortaya çıkan yan ürünler ve/veya atıkların alternatif yem kaynağı olarak kullanımı gündeme gelmiştir. Ülkemizin kalkınmasında bölgesel potansiyellerden faydalanılmasının büyük önem kazandığı günümüzde bu yan ürünlerin önemi daha da ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmada, elma posasının yonca ile silolanabilmesi ve fermentasyon artırıcı olarak silaj kalitesinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde, farklı düzeylerde elma posası ilavesiyle yonca silajlarının kuru madde, pH, etanol, asetik asit, laktik asit, asetik asit, bütirik asit, propiyonik asit ve küf gelişiminde azalmaların olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, silajların sindirilebilirlik, enerji değerleri, kimyasal kompozisyonu, laktik asit bakterileri ve Enterobakter bakımından önemli farklılıklara yol açmadığı, hatta Clostridia sayısında artış olduğu gözlenmiştir. Araştırmada, yonca silajı kalitesine pozitif yönde etkisi nedeniyle gıda sanayi yan ürünü olan elma posasının silajlara ilavesinin olumsuz çevresel etkilerinin azaltılması ve yem maliyetlerinin ucuzlatılmasına katkı sağlaması noktasında yonca silajına katılarak kullanılabilirliği sonucuna varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma Aksaray Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje numarası: BAP 2022-001)

Kaynaklar

Agarussi, M. C. N., Pereira, O. G., da Silva, V. P., Leandro, E. S., Ribeiro, K. G., Santos, S. A. (2019). Fermentative profile and lactic acid bacterial dynamics in non-wilted and wilted alfalfa silage in tropical conditions. *Molecular Biology Reports*, 46, 451-460. <https://doi.org/10.1007/s11033-018-4494-z>

- Akyıldız, A.R. (1984). *Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu*. Yayınları: 895, Ders Kitabı: 213, s. 236, Fakültesi Yayınları. Ankara
- Arslan Duru, A. A. (2020). The effect of lavender pomace on chemical composition, microbiological and some fermentation characteristics of alfalfa silages. *European International Journal of Science and Technology*, 9(2): 1-8.
- Arthington, J. D., Kunkle, W. E., Martin, A. M. (2002) Citrus pulp for cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food and Animal Practice*, 18: 317-326. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(02\)00023-3](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(02)00023-3)
- Basmacıoğlu, H., Ergül, M. (2002). Silaj mikrobiyolojisi. *Hayvansal Üretim*, 43(1): 12-24.
- Besharati, M., Ghozalpour, V., Nemat, Z., Karimi, A. (2019). Effect of adding a combination of essential oils to alfalfa silage with different levels of apple pulp on degradability using nylon bag technique. *Animal Production Research*, 8(3): 61-72.
- Besharati, M., Palangi, V., Ghozalpour, V., Nemat, Z., Ayaşan, T. (2021). Essential oil and apple pomace affect fermentation and aerobic stability of alfalfa silage. *South African Journal of Animal Science*, 51(3): 371-377. <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v51i3.11>
- Boğa, M., Ayaşan, T. (2022). Determination of nutritional value of alfalfa varieties and lines by using the in vitro method and gas production technique. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 73(1): 3613-3620. <https://doi.org/10.12681/jhvms.24674>
- Bolsen K. K., Ashbell G., Weinberg Z. G. (1996). Silage fermentation and silage additives. *Ajas*, 9 (5): 483-493.
- Canbolat, Ö., Yıldırım, H. K., Karaman, Ş., Filya, İ. (2010). Üzüm posasının yonca silajlarında karbonhidrat kaynağı olarak kullanılması olanakları. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(2): 269-276. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2009.679>
- Çiftçi, M., Çerçi, H. İ., Dalkılıç, B., Güler, T., Ertaş, O. N. (2005). Elmanın karbonhidrat kaynağı olarak yonca silajına katılma olanağının araştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(2): 93-98.
- Doğan, C. (2019). Yonca (*Medicago sativa* L.) Silajına farklı oranlarda ilave edilen limon ve elma posalarının silaj kalitesi üzerine etkilerinin incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*.
- Erişçi, D., Bingöl, T., Avci, A. (2022). Elma (*Malus Pumila*) Katkısının Yonca Silaj Kalitesi Üzerine Etkisi. *Van Veterinary Journal*, 33(3): 135-140. <https://doi.org/10.36483/vanvetj.1185934>
- Ertekin İ., Kızılsimşek M (2020). Effects of lactic acid bacteria inoculation in pre-harvesting period on fermentation and feed quality properties of alfalfa silage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 33(2): 245-253. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0801>
- Gao, R., Wang, B., Jia, T., Luo, Y., Yu, Z. (2021). Effects of different carbohydrate sources on alfalfa silage quality at different ensiling days. *Agriculture*, 11(1), 58. <https://doi.org/10.3390/agriculture11010058>

- Gharehbagh, A. G., Pirmohammadi, R., Alijoo, Y. A., Behroozyar, H. K. (2020). Investigating the effect of apple pomace silage as fodder source on performance and residues of its toxins in milk and some rumen fermentation in Mahabadi lactation goats in early lactation period. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(1): 241-245.
- Huo, W., Wang, X., Wei, Z., Zhang, H., Liu, Q., Zhang, S., Guo, G. (2021). Effect of lactic acid bacteria on the ensiling characteristics and in vitro ruminal fermentation parameters of alfalfa silage. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1): 623-631. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1906167>
- Kang, J., Tang, S., Zhong, R., Tan, Z., Wu, D. (2021). Alfalfa silage treated with sucrose has an improved feed quality and more beneficial bacterial communities. *Frontiers in Microbiology*, 12, 670165. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.670165>
- Ke, W. C., Yang, F. Y., Undersander, D. J., Guo, X. S. (2015). Fermentation characteristics, aerobic stability, proteolysis and lipid composition of alfalfa silage ensiled with apple or grape pomace. *Animal Feed Science and Technology*, 202: 12-19. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.01.009>
- Kengoo, N., Bishist, R., Devi, S., Gautam, K. L., Khalandar, S. (2023). Qualitative analysis of apple pomace based maize silage for animal feeding. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 42(3): 292-297. <https://doi.org/10.18805/ajdfr.DR-1878>
- Kepekci, S., Arslan Duru, A. (2020). The effect of anise seed (*Pimpinella anisum* L.) on some quality parameters of alfalfa silages. *International Journal Agriculture Forestry and Life Sciences*, 4(1): 29-33.
- Kung Jr, L., Shaver, R. D., Grant, R. J., Schmidt, R. J. (2018). Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*, 101(5): 4020-4033. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909>
- Lazarević, Đ., Stevović, V., Lugić, Z., Tomić, D., Marković, J., Zormić, V., Prijović, M. (2023). Quality of alfalfa (*Medicago Sativa* L.) and red clover (*Trifolium Pratense* L.) mixture silages depending on the share in the mixture and additives. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 51(1): 12954-12954.
- Polan C. E., Stive D. E., Garrett J. L. (1998). Protein preservation and ruminal degradation of ensiled forage treated with heat, formic acid, ammonia, or microbial inoculant. *Journal of Dairy Science*, 81: 765-776.
- Rodrigues, M. A. M., Guedes, C. M., Rodrigues, A., Cone, J. W., Van Gelder, A. H., Ferreira, L. M. M. (2008). Evaluation of the nutritive value of apple pulp mixed with different amounts of wheat straw. *Livestock Research for Rural Development*, 20(1).
- Sengul, Ö., Sengul, A., Kokten, K., Cacan, E., Beyzi, S. (2022). Possibilities of using dried mulberry pulp as an additive in alfalfa silage. *Medycyna Weterynaryjna-Veterinary Medicine-Science and Practice*, 78(7), 347-350.
- Sırakaya S., (2017). Teoride Hazırlanan Rasyonların Pratik Uygulamadaki Varyasyonlarının Altı Sigma Metodolojisi İle Araştırılması. Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme Ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Doktora Tezi, S: 249, Kayseri.
- Sırakaya, S., Beyzi, S. B. (2022). Treatment of alfalfa silage with chitosan at different levels to determine chemical, nutritional, fermentation, and microbial parameters. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 31(1): 73-80. <https://doi.org/10.22358/jafs/147014/2022>
- Ülger, I., Küçük, O., Kaliber, M., Ayaşan, T. (2018). Chemical composition, organic matter digestibility and energy content of apple pomace silage and its combination with corn plant, sugar beet pulp and pumpkin pulp. *South African Journal of Animal Science*, 48(3): 497-503.
- Van Dyke N. J., Anderson P. M. 2000. Interpreting a forage analysis. Alabama cooperative extension. Circular ANR-890.
- Van Soest P. J. 1982. Analytical systems for evaluation of feeds. In: P.J. Van Soest (Editor), *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Cornell University Press, Ithaca, NY.
- Yalçınkaya, M. Y., Baytok, E., Yörük, M. A. (2012). Değişik meyve posası silajlarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 9(2): 95-106.