



Alınış tarihi (Received): 19.09.2022

Kabul tarihi (Accepted): 12.07.2023

Yeniden Silolamanın Mısır Silajlarının Fermantasyon Kalitesi ve Yem Değeri Üzerine Etkileri

Kadir ERTEN^{1,*} Fisun KOÇ¹

¹Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 59030 Süleymanpaşa/Tekirdağ,

*Sorumlu yazar: kerten.nku.edu.tr@nku.edu.tr

ÖZET: Bu çalışmada, yeniden silolamanın mısır silajlarının fermantasyon kalitesi ve yem değeri üzerine etkileri araştırılmıştır. Fermantasyon döneminin 150. gününde açılan mısır silajı 24 saat süre ile oksijene maruz bırakılmış ve sonrasında 60 gün süre ile yeniden silolanmıştır. Yeniden silolama öncesi ve sonrası silajlarda kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Silajların *in vitro* gaz üretimleri *in vitro* gaz üretim (Hohenheim) tekniği ile belirlenmiştir. Yeniden silolan silajların pH, ham protein (HP), ham yağ (HY), suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) ve laktik asit (LA) içeriklerinin düştüğü, kuru madde (KM), ham kül (HK), amonyak azotu/total nitrojen (NH₃-N/TN), asetik asit (AA), propiyonik asit (PA), laktik asit bakterileri (LAB) ve maya içeriklerinin ise arttığı belirlenmiştir (P<0.000). Silajların yeniden silolanma sonrası nötral çözücülerde çözünmeyen lif (NDF), asit çözücülerde çözünmeyen lif (ADF), asit çözücülerde çözünmeyen lignin (ADL), hemiselüloz (HSEL) değerleri artmıştır (P<0.000). Mısır silajlarının inkübasyonun 3. saatinden 96. saatine kadar *in vitro* gaz ve metan üretimleri, metabolik enerji (ME), net enerji laktasyon (NE_L) ve organik madde sindirilebilirliği (OMS) değerleri yeniden silolama ile düşmüştür (P<0.000). Yeniden silolama mısır silajının kuru madde tüketimi (KMT), kuru madde sindirimi (KMS) ve nispi yem değerini (NYD) önemli düzeyde düşürmüştür (P<0.000). Sonuç olarak hayvancılık işletmeleri besin madde kayıplarının fazla olması nedeniyle yeniden silolanmış mısır silajlarını satın almaktan kaçınmalıdır. Silajın satın alınmasının zorunlu olduğu durumlarda ise, KM içeriği yüksek (>%30) mısır silajlarını tercih edilmelidir. Besin madde kayıplarını azaltmak için ise, siloyu açma ve yeniden silolama arası geçen süre mümkün olduğunca kısa olmalıdır.

Anahtar Kelimeler – Mısır silajı, Yeniden silolama, *In vitro* gaz üretimi, metan

Effects of Re-ensilage on Fermentation Quality and Feed Value of Corn Silage

ABSTRACT: In this study, the effects of re-ensilaging on the fermentation quality and feed value of corn silages were investigated. Corn silage opened on the 150th day of the fermentation period was exposed to oxygen for 24 hours and then re-ensilaged for 60 days. Silages were evaluated by chemical and microbiological analysis both before and after re-ensilage. *In vitro* gas production of silages was determined by *in vitro* gas production (Hohenheim) technique. The pH, crude protein (CP), ether extract (EE), water-soluble carbohydrates (WSC), and lactic acid (LA) contents of silages decreased after re-ensilage, while dry matter (DM), ash, ammonia-N/total nitrogen (NH₃-N/TN), acetic acid (AA), propionic acid (PA), lactic acid bacteria (LAB), and yeast contents increased significantly (P<0.000). Neutral detergent fiber; (NDF), acid detergent fiber; (ADF), acid detergent lignin (ADL), hemicellulose (HCell) values increased (P<0.000). *In vitro* gas and methane productions, metabolic energy (ME), net energy lactation (NE_L) and organic matter digestibility (OMD) values of corn silages from the 3rd to the 96th hour of incubation decreased with re-ensilage (P<0.000). Re-ensilage significantly reduced dry matter intake (DMI), dry matter digestibility (DMD) and relative feed value (RFV) of corn silage (P<0.000). Livestock enterprises should avoid purchasing re-ensilaged corn silages due to the high nutrient losses. In situations where silage purchase is essential, corn silages with a high DM content (>30%) should be preferred. To minimize nutritional losses, the period between opening the silo and re-ensilaging should be as short as possible.

Keywords – Corn silage, Re-ensilage, *In vitro* gas production, methane

1. Giriş

Günümüzde silaj yapımındaki teknolojik ilerlemeler özellikle balya silaj yapımının artması, silajın alınıp satılabilmesine yol açmıştır. Büyük ölçekli çiftliklerde yapılan silajlar başka işletmelere nakledilmekte ve nakledildiği çiftliklerde yeniden silolanabilmektedir. Uygulamada bank tipi silolarda, silolanan materyaller ya balya silaj haline getirilmekte ya da yeniden bir bank siloda silolanmaktadır. Bu işlem (açma ve yer değiştirme) silajın belli bir süre havaya maruz kalmasına sebep olmaktadır. Son zamanlarda yeniden silolama ile ilgili Brezilya'da, İsrail'de ve dünyanın diğer bölgelerinde uygulamalar yapılmaktadır (Chen ve Weinberg, 2014; Lima ve ark. 2016; Michel ve ark. 2017; Dos Anjos ve ark. 2018; Faria ve ark. 2020; Erten ve ark., 2022; Medeiros ve ark. 2022). Yeniden silolama, ekim için uygun bir alanı veya ekim ve hasat için makineleri olmayan üreticiler için de avantajlıdır. Ayrıca sulama olanağı ve verimli arazilere sahip üreticiler de silaj satışını ticari bir stratejiye dönüştürebilirler (Lima ve ark. 2016). Yeniden silolamanın silajın kalitesi üzerindeki etkilerine ilişkin çalışma sayısı oldukça sınırlı olup, bu çalışmalarda kaba yem kalitesine olumsuz bir etki yapmadan silajların yeniden silolanabileceği bildirilmektedir (Michel ve ark. 2017; Dos Anjos ve ark. 2018; Faria ve ark. 2020; Erten ve ark., 2022).

Mısır silajı, çiftlikler arasında en çok alım satımı yapılan kaba yemdir. Türkiye'de 2022 yılı itibariyle yaklaşık 28.5 milyon ton silajlık mısır üretilmiş ve bunun yaklaşık %40'ını ikinci ürün mısır oluşturmuştur (Anonim, 2022). Bazı bölgelerde özellikle ikinci ürün olarak yetiştirilen mısır silajlarının bir bölümü bank tipi silolarda silolandıktan sonra işletmenin ihtiyacından fazla olması durumunda kamyonlara yüklenerek ya başka bir bank tipi siloda ya da balya silaj haline getirilerek yeniden silolanmaktadır. Silajlar, yeniden silolanana kadar da ortalama 1-2 gün havaya maruz kalmaktadır (Erdoğan ve Koç, 2020). Ülkemizde genellikle silajlık mısır, buğday hasadından sonra temmuz ayında ekilmekte ve ekim sonu bazen kasım ayının ilk haftalarında biçilmektedir (Okumuş, 2021). Bu dönemde hasat zamanının yağışların yüksek olduğu döneme gelmesi nedeni ile silajlar genellikle %23-25 KM ile hasat edilmekte ve silolanmaktadır (Okumuş, 2021). Bu durum, daha yüksek KM içeriğinde silolamaya kıyasla silajların besin madde içeriğini olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Araştırmada II. ürün mısır silajının 24 saat havaya maruz kaldığı süre sonunda yeniden silolanmasının, silaj kalitesi ve yem değeri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Mısır silajının açma ve yer değiştirme sırasında oksijene maruz kalması ve yeniden silolanması sırasında, besleme değerinin düşebileceği ve kuru madde içeriğinin düşük olmasının, yem değerini olumsuz yönde etkileyeceği hipotezi ile bu çalışma planlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın bitkisel materyalini Tekirdağ ilinde II. ürün olarak yetiştirilen (DKC6777) mısır silajı oluşturmuştur. Fermantasyonun 150. gününde açılan bank tipi silodan yaklaşık 120 kg örnek laboratuvar ortamına getirilmiştir. Yeniden silolama öncesi materyalden kimyasal ve mikrobiyolojik analizlere ilişkin örnek alınmıştır. Daha sonra materyaller temiz bir örtü üzerine serilip, tüm yüzeyleri 24 saat süre ile havaya maruz bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda materyalden 500 g'lık 10 adet paket silaj yapılarak 60 gün laboratuvar koşullarında fermantasyona tabi tutulmuştur. Örneklerin vakumlanarak paketlenmesi amacıyla CAS CVP 260 PD marka vakum makinesi kullanılmıştır.

Kimyasal ve Mikrobiyolojik Analizler

Araştırmada, silaj örneklerinde yeniden silolamanın başlangıcında ve yeniden silolamanın 60. gününde kimyasal ve mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Araştırma süresince örnekler üzerinde pH Chen ve ark. (1994), kuru madde (KM), ham protein (HP), ham kül (HK) ve ham yağ (HY) Akyıldız (1984); laktik asit (LA) Koç ve Coşkuntuna (2003)'nın bildirdikleri spektrofotometrik yöntem ile saptanmıştır. Asetik asit (AA), propiyonik asit (PA) ve bütirik asit (BA) Supelco (1998); suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) Dubois ve ark. (1956); amonyak azotu (NH₃-N) Anonim (1986); nötral çözücülerde çözünmeyen lif (NDF) ve asit çözücülerde çözünmeyen lif (ADF), asit çözücülerde çözünmeyen lignin (ADL) Van Soest ve ark. (1991), laktik asit bakterileri (LAB), maya ve küf sayımları Seale ve ark. (1990) tarafından bildirilen yöntemler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

In Vitro Gaz Üretimi

Silaj örneklerinin *in vitro* koşullarda sindirilebilirlik özelliklerinin değerlendirilmesinde Menke ve Steingass (1988) tarafından bildirilen Gaz Üretim (Hohenheim) Tekniği kullanılmıştır. Yöntemde yemlerin gaz üretimini saptayabilmek için 100 ml hacimli özel cam şiringalar kullanılmış ve yaklaşık 0.200±0.010 g yem örneği cam şiringaların dibine konulmuştur. Gaz üretim miktarlarının düzeltilmesi için kör grup ve standart yem de dahil edilmiştir. Bütün yemler üç tekerrürlü olarak test edilmiştir. Gaz oluşumunu sağlamak amacıyla tüplerin içerisine 10 ml rumen sıvısı ve 20 ml tampon çözeltisi karışımı eklenmiştir. Bu işlemde sonra tüpler 39 °C'deki su banyosunda inkübasyona bırakılmıştır. Daha sonra sırasıyla inkübasyonun 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96. saatlerinde tüpler içerisinde oluşan gaz miktarları ölçülmüştür. Şiringalarda oluşan gazlar farklı bir enjektör ile alınarak metan üretimi "Sensors Europe Analysentechnik GmbH, Erkath, Germany" adlı metan analizörü ile ölçülmüştür. Yemlerin metabolik enerji (ME) ve net enerji laktasyon (NE_L) düzeyleri Blümmel ve Ørskov (1993), sindirilebilir organik madde derecesi (OMS) ise Menke ve ark. (1979) tarafından geliştirilen formüle göre aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned} \text{ME (MJ kg}^{-1}\text{, KM)} &= 2.20 + 0.136 \times \text{GÜ} + 0.0057 \times \text{HP} + 0.00029 \times \text{HY}^2 \\ \text{NE}_L \text{ (MJ kg}^{-1}\text{, KM)} &= 0.1149 \times \text{GÜ} + 0.0054 \times \text{HP} + 0.0139 \times \text{HY} - 0.0054 \times \text{HK} - 0.36 \\ \text{OMS (\%)} &= 14.88 + 0.8893 \times \text{GÜ} + 0.0448 \times \text{HP} + 0.0651 \times \text{HK} \end{aligned}$$

GÜ: 24 saatte üretilen gaz üretim miktarı (ml); HP: Yem örneklerindeki ham protein (g kg⁻¹ KM); HY: Yem örneklerindeki ham yağ (g kg⁻¹ KM); HK: Yem örneklerindeki ham kül içeriği (g kg⁻¹ KM).

Nispi Yem Değerinin Saptanması

Nispi yem değeri Rohweder ve ark. (1978) tarafından geliştirilen aşağıdaki eşitlikler ile hesaplanmıştır. Nispi yem değerini hesaplanmasında öncelikle kuru madde sindirilebilirliği (KMS %) ADF değerinden hesaplanmaktadır. Hayvanın canlı ağırlığına bağlı olarak kuru madde tüketimi (KMT, % CA) NDF değerinden hesaplanmaktadır. Nispi yem değerini hesaplamak için %KMS ve KMT % CA değerleri formülde yerine konulmaktadır.

$$\begin{aligned} \text{KMS, \%} &= 88.9 - (0.779 \times \% \text{ADF}) \\ \text{KMT, \%CA} &= 120 / (\% \text{NDF}) \\ \text{NYD} &= (\text{KMS} \times \text{KMT}) / 1.29 \end{aligned}$$

İstatistiksel Analizler

Araştırmada elde edilen verilerde t-testi uygulanmış ve Statistica 7 paket programı kullanılarak, mısır silajının yeniden silolama öncesi ve sonrası sonuçları arasındaki farklılıkların, önemli olup olmadığı P<0.05 seviyesinde test edilerek belirlenmiştir (Efe ve ark. 2000).

3. Bulgular

Mısır silajının yeniden silolama öncesi ve sonrası kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine ilişkin analiz sonuçları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1 incelendiğinde yeniden silolanan mısır silajlarının pH, HP, HY, SÇK ve LA içeriğinin önemli düzeyde düştüğü KM, HK, NH₃-N/TN, AA, PA, LAB ve maya içeriklerini ise önemli düzeyde arttığı tespit edilmiştir (P<0.000).

Tablo 1. Mısır silajlarının yeniden silolama öncesi ve sonrası kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları

Table 1. Chemical and microbiological analysis results of corn silages before and after re-ensilage

Parametreler	Yeniden Silolama Öncesi \bar{x}	Yeniden Silolama Sonrası \bar{x}	P
pH	3.73±0.024	3.59 ±0.024	0.000
KM, %	24.20±0.000	25.07±0.082	0.000
HP, g kg ⁻¹ KM	79.27±0.095	72.43±0.173	0.000
HK, g kg ⁻¹ KM	40.52±0.006	44.56±0.017	0.000
HY, g kg ⁻¹ KM	37.19±0.343	27.77±0.177	0.003
NH ₃ -N/TN, g kg ⁻¹ KM	56.49±0.147	59.73±0.355	0.003
SÇK, g kg ⁻¹ KM	4.43±0.016	4.10±0.760	0.432
LA, g kg ⁻¹ KM	11.04±0.125	10.11±0.033	0.000
AA, g kg ⁻¹ KM	6.49±0.000	14.11±3.195	0.003
PA, g kg ⁻¹ KM	0.28±0.000	2.26±0.957	0.006
BA, g kg ⁻¹ KM	0.00±0.000	0.00±0.000	-
LAB, kob g ⁻¹ KM	4.08±0.368	6.04±0.068	0.019
Maya, kob g ⁻¹ KM	4.61±0.280	5.44±0.436	0.000

KM: Kuru madde, HP: Ham protein, HK: Ham kül, HY: Ham yağ, NH₃-N: Amonyak azotu, TN: Toplam nitrojen, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat, LA: Laktik asit, AA: Asetik asit, PA: propiyonik asit, BA: Bütirik asit, LAB: Laktik asit bakterisi, \bar{x} : Standart hata.

Mısır silajlarının yeniden silolama öncesi ve sonrası hücre çeperi içeriklerine ilişkin analiz sonuçları Tablo 2’de verilmiştir. Mısır silajlarının yeniden silolama sonrası NDF, ADF, ADL ve HSEL değerleri artmış (P<0.000), selüloz içeriği ise önemli düzeyde düşmüştür (P<0.036).

Tablo 2. Mısır silajlarının yeniden silolama öncesi ve sonrası hücre çeperi içerikleri, g kg⁻¹ KM
Table 2. Cell wall contents of corn silages before and after re-ensilage, g kg⁻¹ DM

Parametreler	Yeniden Silolama Öncesi \bar{x}	Yeniden Silolama Sonrası \bar{x}	P
NDF	444.79±0.059	507.08±0.009	0.000
ADF	269.62±0.110	274.94±0.145	0.001
ADL	28.03±0.124	35.26±0.065	0.000
HSEL	175.17±0.132	232.14±0.154	0.000
Selüloz	241.60±0.118	239.68±0.080	0.036

NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin, HSEL: Hemi-Selüloz, \bar{x} : Standart Hata.

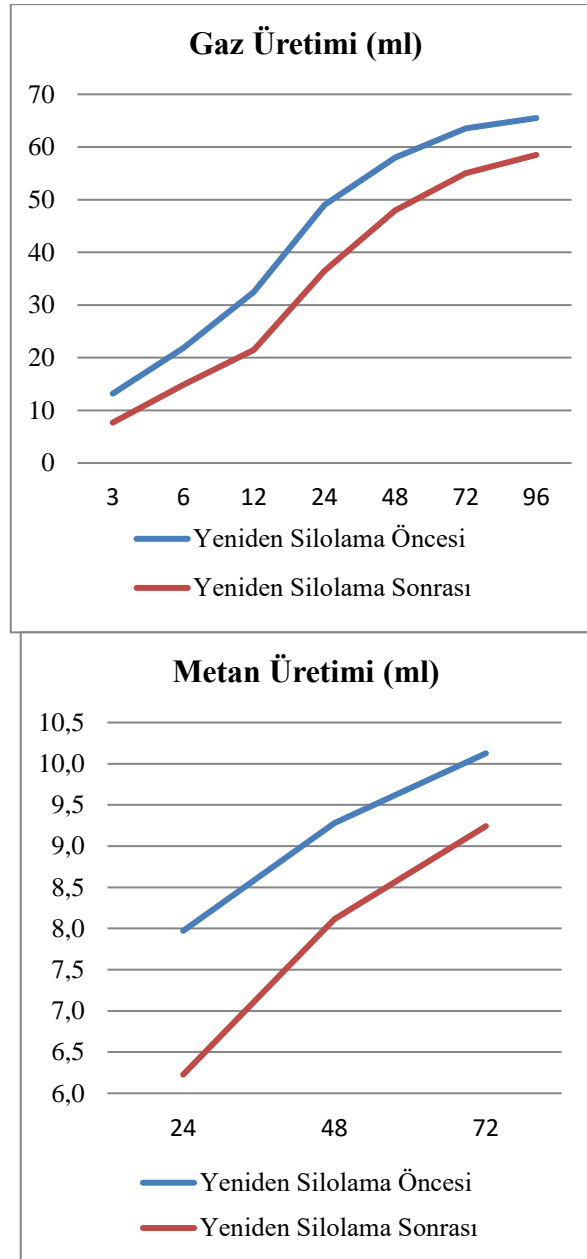
Mısır silajlarının yeniden silolama öncesi ve sonrası *in vitro* gaz üretim parametrelerine ilişkin analiz sonuçları Tablo 3 ve Şekil 1’de verilmiştir.

Mısır silajlarının inkübasyonun 3. saatinden 96. saatine kadar *in vitro* gaz ve metan üretimleri yeniden silolama ile düşmüştür ($P<0.000$). Silajların yeniden silolama öncesi ME, NE_L ve OMS değerleri sırasıyla 8.95 MJ kg⁻¹ KM, 5.36 MJ kg⁻¹ KM ve %59.11 olarak tespit edilmiş, yeniden silolama sonrasında silajların ME, NE_L ve OMS değerleri 7.23 MJ kg⁻¹ KM, 3.92 MJ kg⁻¹ KM ve % 47.93 olarak bulunmuştur, yeniden silolama sonrası silajların ME, NE_L ve OMS değerleri düşmüştür ($P<0.000$).

Tablo 3. Mısır silajlarının *in vitro* gaz parametreleri ml 200 mg⁻¹
Table 3. *In vitro* gas parameters of corn silages, ml 200 mg⁻¹

Parametreler	İnkübasyon Süresi (saat)	Yeniden Silolama Öncesi	Yeniden Silolama Sonrası	P
GÜ	3	13.17±0.408	7.67±0.000	0,000
	6	21.83±0.408	14.83±0.408	0,000
	12	32.50±0.408	21.50±2.041	0,000
	24	49.12±0.000	36.52±1.225	0,000
	48	58.08±0.000	48.04±0.816	0,000
	72	63.54±0.408	55.06±0.816	0,000
	96	65.52±1.225	58.53±0.408	0,000
CH ₄	24	7.98±0.109	6.21±0.300	0,000
	48	9.30±0.305	8.15±0.274	0,001
	72	10.15±0.368	9.22±0.240	0,007
ME		8,95±0,001	7.23±0.167	0.000
NE _L		5,36±0,005	3.92±0.142	0.000
OMS		59,11±0,004	47.93±1.095	0.000

GÜ: Gaz üretimi, CH₄: Metan üretimi ME: Metabolik enerji, NE_L: Net enerji laktasyon, OMS: Organik madde sindirilebilirlikleri



Şekil 1. Mısır silajının yeniden silolama öncesi ve sonrası *in vitro* gaz ve metan üretimleri
Figure 1. *In vitro* gas and methane productions of corn silage before and after re-ensilage

Mısır silajının yeniden silolama öncesi ve sonrası KMS, KMT (%CA) ve NYD içeriklerine ilişkin analiz sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Mısır silajlarının yeniden silolama öncesi KMS, KMT ve NYD değerleri sırası ile %67.90, 2.70 % CA ve 141.96 iken yeniden silolama sonrası %67.48, %2.37 %CA ve 123.77 olarak tespit edilmiş. Yeniden silolama, silajların KMS, KMT ve NYD değerlerinin önemli düzeyde düşmesine neden olmuştur ($P < 0.000$).

Tablo 4. Mısır silajının yeniden silolama öncesi ve sonrası kuru madde sindirimi, kuru madde tüketimi ve nispi yem değerleri

Table 4. Dry matter digestion, dry matter intake and relative feed values of corn silage before and after re-ensilage

Parametreler	Yeniden silolama öncesi \bar{x}	Yeniden silolama sonrası \bar{x}	P
KMS,%	67.90±0.085	67.48±0.113	0.001
KMT,% CA	2.70±0.004	2.37±0.000	0.000
NYD	141.96±0.240	123.77±0.185	0.000

KMS: Kuru madde sindirimi, KMT: Kuru madde tüketimi, CA: Canlı ağırlık, NYD: Nispi yem değeri

4. Tartışma ve Sonuç

Silajların besin değeri, silolanan materyalin agronomik özellikleri ve depolanma yöntemleri ile yakından ilişkilidir. Bu yöntemlerin başarısı, silodaki pH'nın ve özellikle de oksijensiz koşulların sağlanmasına bağlıdır (Ashbell ve ark. 1990). Silaj kalitesine etki eden ana faktörlerden olan pH değerinin fermantasyon süresince hızlı bir şekilde 4.2-4.0'ın altına düşmesi arzu edilir (Polat ve ark. 2005). Kaliteli bir silaj için ise pH değerinin 3.70-4.20 arasında olması gerektiği bildirilmektedir (Kung ve Shaver, 2001). Mevcut çalışmada pH değerleri kaliteli bir silaj için önerilen aralıklarda tespit edilmiş (3.79-3.59), hatta yeniden silolama sonrası silajların pH değerleri düşmüştür. Yeniden silolama ile birlikte AA miktarı ve LAB sayısının artması pH'nın düşmesine neden olmuştur. Bu konuda yapılan benzer çalışmalar yeniden silolamanın silajların pH değerini etkilemediği yönündedir (Chen ve Weinberg, 2014; Lima ve ark. 2016; Michel ve ark. 2017; Dos Anjos ve ark. 2018; Faria ve ark. 2020; Medeiros ve ark. 2022).

Silajlık materyallerin KM içeriği de silaj kalitesi ve KM kayıplarını etkilemektedir. Mısır silajında aerobik kayıplar, silaj kuru maddesinde %20'ye varan azalmaya neden olabilir (Tabacco ve ark. 2009). Bu nedenle silolanacak tüm bitkisel materyaller silolanırken, %25-45 arası KM içeriği ile silolandıkları zaman, aktif fermantasyonun 7-14 gün içerisinde tamamlandığı kabul edilmektedir. Bu noktada şekerlerin LAB tarafından fermantasyonu durur. Çünkü, artık pH ya 4.0-4.2'nin altına düşmüştür ya da fermantasyon olayı için gereksinim duyulan şeker tükenmiştir (Bolsen ve ark. 1995). Düşük KM silajlarda, besin madde kayıplarını ve aerobik stabilite özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Nitekim araştırma sonuçları değerlendirildiğinde yeniden silolanan silajların KM kayıplarına bağlı olarak HP, HY değerleri düşmüştür. Bu konuda yapılan benzer çalışmaların bir kısmında yeniden silolamanın, silajların HP ve HY içeriğini etkilemediği bildirilmiştir (Dos Anjos ve ark. 2018; Lima ve ark. 2016; Medeiros ve ark. 2022).

Silajlarda NH₃-N oluşumu protein parçalanma düzeyini gösteren önemli bir parametredir. McDonald ve ark. (2002), kaliteli bir silajda NH₃-N içeriğinin 100 g kg⁻¹ TN (toplam nitrojen)'den yüksek olmaması gerektiğini bildirmektedir. Araştırmadan elde edilen bulgular, silajların NH₃-N/TN içerikleri bakımından iyi kalitede olduğunu göstermekle birlikte yeniden silolama sonrası silajların NH₃-N/TN değerleri yükselmiştir. Yeniden silolama sonrası silajların HP değerlerinin düşmesi, NH₃-N/TN artışını destekler niteliktedir.

Yeniden silolanan silajların LA içerikleri düşerken AA ve PA değerleri yükselmiştir. Medeiros ve ark. (2022)'nin yaptıkları benzer bir çalışmada yeniden silolamanın mısır silajlarının LA içeriğini düşürdüğü, AA değerini ise artırdığı yönünde bulgular elde edilmiştir. Yeniden silolanmış silajlarda daha yüksek AA içeriğinin sebebi, asetik asit bakterilerin ve fakültatif heterofermentatif laktik asit bakterilerinin gelişimi ile ilgili

olabilir. Silajların oksijene maruz kalmaları AA üreten mikroorganizmaların büyümesine uygun ortam hazırlamaktadır. Ayrıca, fakültatif heterofermentatif laktik asit bakterileri de AA üretmektedir (Pahlow ve ark. 2003).

Silajlarda yeniden silolama öncesi ve sonrası BA bulunmamıştır. Clostridia türü bakteriler silajlarda bulunan şekerleri ve organik asitleri fermente ederek BA üretirler (McDonald ve ark., 1991). Dolayısıyla BA clostridial aktivitenin önemli bir göstergesidir (Heron ve ark., 1986).

Yeniden silolama ile silajların LAB ve maya değerleri artmış, silajlarda küf tespit edilmemiştir. LAB silaj fermantasyonunda en önemli mikroorganizmalardır. Silajlar, LAB'nin ürettiği LA tarafından korunmaktadır (McDonald ve ark., 1991). Laktik asit bakterilerinin sayılarındaki artış silajların kalitesi açısından önemli bir kriter olup, LAB sayısı ile silaj kalitesi arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır (Kurtuluş, 2011). Mayalar anaerobik ve aerobik koşullarda büyüebilir ve şekerleri etanole fermente edebilirler (Pahlow ve ark., 2003). Wilkinson ve Davies (2012) tarafından maya sayısının $5 \log_{10}$ kob g^{-1} 'in üzerindeki silajların aerobik stabilitesinde azalma olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada da yeniden silolanan mısır silajlarında bu eşik değerini aştığı ve dolayısıyla aerobik stabilitelelerinin daha düşük olabileceği söylenebilir.

Mısır silajlarının *in vitro* gaz ve metan üretimleri yeniden silolama ile düşmüştür. Silolama öncesi mısır silajının 24 saat süre ile oksijene maruz kalması KM kayıplarına neden olmuştur, buna bağlı olarak silajın NDF, ADF ve ADL içerikleri artmıştır. Bu artış ile rumen mikrobiyal fermantasyonu sınırlandığı için OMS değeri düşmüştür. Araştırmadan elde edilen veriler bu konuda çalışan Kızılsimşek ve ark. (2016)'nın bildirdikleri değerlerden daha düşük, Okumuş (2021)'in değerlerine ise benzer bulunmuştur.

Mısır silajlarının yeniden silolanması KMS, KMT ve NYD değerlerinin önemli düzeyde düşmesine neden olmuştur. Kuru madde sindirim düzeyleri ADF içeriklerinden yararlanılarak hesaplandığından dolayı ADF'deki artış ile ters orantılı olarak düşmüştür. Yemlerin yapısında yer alan ve sindirimi yavaşlatan NDF, ADF ve ADL düzeylerinin artmasının, hayvanın fiziksel olarak tokluk hissetmesine neden olmakta ve bunun da hayvanların yem tüketimini sınırladığı bildirilmektedir (Yavuz, 2005, Canbolat ve Karaman, 2009). Silajların yeniden silolama öncesi NYD değeri 141.96 olarak tespit edilmiş, yeniden silolama sonunda silajların NYD değerleri 123.77 olarak bulunmuştur. Amerika Birleşik Devletleri'nde yonca bitkisinde kalite kontrolü için geliştirilen NYD metodu, bütün yem bitkilerinin kalitesinin belirlenmesinde bir ölçüt olarak kullanılmaktadır. Nispi yem değeri hesabında, yemlerin ADF ve NDF içeriklerinden yararlanılmaktadır. Nispi yem değeri tam çiçekteki yonca kuru otunun içerdiği ADF ve NDF oranından yararlanılarak hesaplanan 100 indeksini temel almaktadır. Bu değer altına düştükçe yem kalitesi düşmekte, yükseldikçe ise artmaktadır. Bu sınıflandırma kapsamında, NYD 150'nin üzerinde ise en iyi kalite, 125-150 ise 1. kalite, 103-124 ise 2. kalite, 87-102 ise 3. kalite, 75-86 ise 4. kalite ve 75'in altında ise 5. kalite olarak kabul edilmektedir (Rohweder ve ark. 1978). Araştırma verileri değerlendirildiğinde NYD açısından yeniden silolama öncesi 1. kalite olarak değerlendirilen mısır silajı, yeniden silolama sonrası 2. kalite yem kategorisinde yer almıştır.

Genel olarak, bu çalışmada elde edilen sonuçlar; yeniden silolama işleminin silajların besin değerini olumsuz yönde etkilediğini bildiren Medeiros ve ark. (2022)'yi destekler nitelikte olup, yeniden silolama işleminin silaj kalitesini önemli ölçüde etkilemediği konusunda yayınlanmış çoğu çalışmaların (Chen ve Weinberg, 2014; de De Lima ve ark. 2020; Michel ve ark. 2017) ise aksi yönündedir. Bu çalışmada yeniden silolama işlemi, mısır silajlarının besin madde içeriğinin önemli ölçüde düşmesine neden olmuştur. Bu nedenle silaj satın

almayı düşünen hayvancılık işletmelerinin besin madde kayıplarının fazla olması nedeniyle yeniden silolanmış mısır silajlarını satın almaktan kaçınmaları, satın almak zorunda kaldıklarında ise, KM içeriği yüksek (>%30) mısır silajlarını tercih etmeleri önerilmektedir. Ayrıca, yeniden silolama uygulanacağı durumlarda ise besin madde kayıplarını azaltmak için, siloyu açma ve yeniden silolama arasındaki süresinin mümkün olduğunca kısa tutulması tavsiye edilmektedir.

5. Kaynaklar

- Akyıldız, A. R. 1984. Yemler bilgisi laboratuvar kılavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 895.
- Anonim. 1986. The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: pp. 427, 428, London.
- Anonim. 2022. Yem bitkisi istatistikleri. [https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr-\(Erişim tarihi: 14.4.2023\)](https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr-(Erişim tarihi: 14.4.2023)).
- Ashbell, G., Weinberg, Z. G., Azriel, A., Hen, Y., Horev, B. 1991. A simple system to study the aerobic deterioration of silages. *Can. Agric. Eng.*, 33, 391–393.
- Blümmel, M., Ørskov, E. R. 1993. Comparison of *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting of food intake in cattle. *Anim Feed Sci Technol*, 40,109-119.
- Bolsen, K. K., Ashbell, G., Wilkinson, J. M. 1995. Silage additives. *Biotechnology in animal feeds and animal feeding.*, 33-54.
- Canbolat, O., Karaman, Ş. 2009. Bazı baklagil kaba yemlerinin *in vitro* gaz üretimi, organik madde sindirimi, nispi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması. *Tarım Bilim Derg.* 15 (2): 188-195.
- Chen, J., Stokes, M. R., Wallace, C. R. 1994. Effects of enzyme-inoculant systems on preservation and nutritive value of haycrop and corn silages. *Journal of Dairy Science*, 77(2), 501-512.
- Chen, Y., Weinberg, Z. G. 2014. The effect of relocation of whole-crop wheat and corn silages on their quality. *Journal of Dairy Science*, 97(1), 406-410.
- De Lima, T. O., De Almeida Lino, A., Sanches, L. A., Brito, V. M., Dos Santos-Araujo, S.N., Sant'Anna, M. A. C. and de Araujo, L. C. 2020. Quality of re-ensiled sorghum silages after prolonged periods of environmental exposure. *Semina: Ciências Agrárias*, 41(1), 357-362.
- Dos Anjos, G. V. S., Gonçalves, L. C., Rodrigues, J. A. S., Keller, K. M., Coelho, M. M., Michel, P. H. F., Ottoni, D., Jayme, D. G. 2018. Effect of re-ensiling on the quality of sorghum silage. *Journal of Dairy Science*, 101(7), 6047-6054.
- Dubois, M., Giles, K., Hamilton, J. K., Rebes, P. A., Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28: 350-356.
- Efe, E., Bek, Y., Şahin, M. 2000. SPSS'te çözümleri ile istatistik yöntemler II. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü Yayınları, Kahramanmaraş, s. 223.
- Erdoğan, A., Koç, F. 2020. Evaluation of the changes in microbial composition in farm conditions during aerobic stability using thermal camera imaging technique, *J. Anim. Prod.*, 61 (1): 9-16.
- Erten, K., Kaya, A., & Koç, F. 2022. Bakteriyel İnokulant ve Organik Asit İlavesi ile Yeniden Silolamanın Mısır Silajının Aerobik Stabilitesi ve In Vitro Gaz Üretim Parametreleri Üzerine Olan Etkileri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 12(4), 2568-2580.
- Faria, E. F. S., Da Silva, T. C., Pina, D. D. S., Santos, E. M., De Araújo, M. L. G. M. L., Da Silva, L. O., & De Carvalho, G. G. P. 2020. Do re-ensiling time and application of *lactobacillus buchneri* alter the characteristics of sugarcane silage? *The Journal of Agricultural Science*, 158(5), 438-446.
- Heron, S. J., Edwards, R. A., & McDonald, P. 1986. Changes in the nitrogenous components of gamma-irradiated and inoculated ensiled ryegrass. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 37(10), 979-985.
- Kızılışımşek, M., Mokhtari, N. E. P., Adem, E. R. O. L., Öztürk, Ç., & Gürkan, L. 2016. Laktik asit üretme yeteneklerinin yüksek olduğu bilinen izolatların mısır silajının *in vitro* gaz üretim değerleri ve yem kalitesi özelliklerine etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(ÖZEL SAYI-2), 285-288.
- Koç, F., Coşkuntuna, L. 2003. Silo yemlerinde organik asit belirlemede iki farklı metodun karşılaştırması. *Hayvansal Üretim*, 44(2), 37-46.
- Kung Jr, L., Shaver, R. 2001. How good is your silage making. *Hoard's Dairyman*, 146, 597.
- Kurtoğlu, V. 2011. *Silage and Silage Additives*. Aybil Publishing; Konya. Turkey: p. 356.

- Lima, E. M. D., Gonçalves, L. C., Keller, K. M., Rodrigues, J. A. D. S., Santos, F. P. C., Michel, P. H. F., & Jayme, D. G. 2016. Re-ensiling and its effects on chemical composition, *in vitro* digestibility, and quality of corn silage after different lengths of exposure to air. *Canadian Journal of Animal Science*, 97(2), 250-257.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D. 2002. *Animal Nutrition*. 6th Edition. Longman, London and New York. 543 p.
- McDonald, P., Henderson, A. R., Heron, S. J. E. 1991. *The Biochemistry of Silage*. Second Edition. Chalcombe Publication, Marlow, England. 340 p.
- Medeiros, P. H. A., de Oliveira, A. F., de Lima, E. M., Gonçalves, L. C., dos Santos Rodrigues, J. A., Keller, K. M., da Glória, J. R., Borges, A. L. C. C., Lana, Â. M. Q., Jayme, D. G. 2022. Re-ensiling and microbial inoculant use effects on the quality of maize silages exposed to air. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 12(1), 19-28.
- Menke, K. H., & Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Develop.*, 28: 7-55.
- Menke, K. H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., Schneider, W. 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *The Journal of Agricultural Science*, 93(1), 217-222.
- Michel, P. H. F., Gonçalves, L. C., Rodrigues, J. A. S., Keller, K. M., Raposo, V. S., Lima, E. M., Jayme, D. G. 2017. Re-ensiling and inoculant application with *Lactobacillus plantarum* and *propionibacterium acidipropionici* on sorghum silages. *Grass and Forage Science*, 72(3), 432-440.
- Okumuş, A. 2021. İkinci ürün mısır silajına fındık zurufu ilavesinin silaj fermantasyonu, aerobik stabilite ve *in vitro* gaz üretimi üzerine etkileri. Yüksek lisans tezi, UÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Bursa.
- Pahlow, G., Muck, R. E., Driehuis, F., Elferink, S. J. O., Spoelstra, S. F. 2003. *Microbiology of ensiling*. *Silage Science and Technology*, 42, 31-93.
- Polat, C., Koç, F., Özdüven, M.L. 2005. Mısır silajında laktik asit bakteri ve laktik asit bakteri+enzim karışımı inokulantların fermantasyon ve toklularda ham besin maddelerinin sindirilme dereceleri üzerine etkileri. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 2(1): 13-22.
- Rohweder D.A., Barnes, R.F, Jorgensen, N.1978. Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *J Anim Sci*, 47, 747-759.
- Seale, D. R., Pahlow, G., Spoelstra, S. F., Lindgren, S., Dellaglio, F., & Lowe, J. F. (1990). *Methods for the microbiological analysis of silage*. Grovfoder (Sweden).
- Supelco. 1998. *Solid phase microextraction: Solventless sample preparation for monitoring flavor compounds by capillary gas chromatography*. Bulletin 869A. Belefonte, PA.
- Tabacco, E., Piano, S., Cavallarin, L., Bernardes, T. F., & Borreani, G. 2009. Clostridia spore formation during aerobic deterioration of maize and sorghum silages as influenced by *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* inoculants. *Journal of Applied Microbiology*, 107(5), 1632-1641.
- Van Soest, P. V., 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(10), 3583-3597.
- Wilkinson, J. M., Davies, D. R. 2013. The aerobic stability of silage: key findings and recent developments. *Grass and Forage Science*, 68(1), 1-19.
- Yavuz, M. 2005. Bazı ruminant yemlerinin nispi yem değeri ve *in vitro* sindirim değerlerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2005(1).