

Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (2):297-312

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.963959>

Mehmet Efe DENEN¹ 

Hatice BASMACIOĞLU MALAYOĞLU² 

¹ Denen Food Farm Management, İzmir-Ankara Asfaltı 35.km, 35730, Kemalpaşa-İzmir, Türkiye

² Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, 35100, Bornova-İzmir, Türkiye

* Sorumlu yazar (Corresponding author):

hatice.basmacioglu@ege.edu.tr

Anahtar sözcükler: Aerobik stabilite, buğday kepeği, buğday samanı, ot tipi yem şalgamı, pancar talaşı, silaj fermantasyonu

Keywords: Aerobic stability, wheat bran, wheat straw, forage turnip, dried sugar beet pulp, silage fermentation

Ot tipi yem şalgamı (*Brassica rapa* L.) silajında soldurmanın ve farklı katkıların fermantasyon ve aerobik stabilite üzerine etkileri*

The effects of wilting and different additives on fermentation and aerobic stability in forage turnip (*Brassica rapa* L.) silage

* Bu makale birinci sıradaki yazarın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

Received (Alınış): 07.07.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 26.10.2021

ÖZ

Amaç: 'Lenox' çeşidi ot tipi yem şalgamı (*Brassica rapa* L.) silajında soldurmanın ve farklı katkıların (buğday samanı, buğday kepeği ve pancar talaşı) silaj fermantasyonu ve aerobik stabilite üzerine etkilerini ortaya koymaktır.

Materyal ve Yöntem: Çalışmada, yem şalgamının soldurulmadan veya katkı ilave edilmeden, soldurularak veya sırasıyla buğday samanı, buğday kepeği ve pancar talaşı ilave edilerek silolanması şeklinde beş farklı deneme grubu oluşturulmuştur. Altmış günlük fermantasyon süreci sonunda silajlarda kimyasal, mikrobiyolojik ve fiziksel analizler yapılmıştır. Ayrıca silajlara 7 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmıştır.

Araştırma Bulguları: Soldurma ve katkı maddeleri bütün silajların KM içeriğini önemli düzeyde artırmıştır. Soldurma silajların NH₃-N içeriğini ve maya sayısını düşürmüştür, SÇK içeriği, *Lactobacillus* sayısı ve aerobik stabilitesini artırmıştır. Saman ilavesi silajların HP, SÇK, NYD ve ME değerleri (ME_{HBM}, ME_{NDF}) düşürmüştür; AA, NDF, hemiselüloz ve selüloz içeriğini artırmıştır. Kepek ilaveli silajların HK, NH₃-N, ADF içeriğinde ve maya sayısında düşüş; HP içeriği, *Lactobacillus* sayısı, aerobik stabilitesi, NYD, ME değerinde (ME_{HBM}, ME_{ADF}) ise artış saptanmıştır. Pancar talaşı ilaveli silajlarda en yüksek SÇK içeriği, KMT, NYD, ME değeri (ME_{NDF}, ME_{ADL}), en düşük NH₃-N, NDF, ADF, ADL ve hemiselüloz içerikleri ile maya sayısı elde edilmiştir. Ayrıca, pancar talaşı ilavesi silajların aerobik stabilitesini düşürmüştür.

Sonuç: Soldurma, buğday kepeği ve pancar talaşı ilavesi 'Lenox' çeşidi yem şalgamı silajların fermantasyon özelliklerini ve yem değerini iyileştirmiş, aerobik stabilitesini (pancar talaşı hariç) artırmıştır.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to determine the effects of wilting and different additives (wheat straw, wheat bran and dried sugar beet pulp) on silage fermentation and aerobic stability of forage turnip (*Brassica rapa* L.) variety 'Lenox'.

Material and Methods: In the study, five different experimental groups were formed by ensiling of forage turnip unwilted or without additives, wilted, with straw, wheat bran and dried sugar beet pulp respectively. The chemical, microbiological and physical analysis were performed in silages at the end of 60 days fermentation period. In addition, aerobic stability test was applied to silages for 7 days.

Results: It was found that wilting and additives significantly increased DM content of all silages. Wilting decreased NH₃-N content and yeast count, and increased in WSC content, *Lactobacillus* count and aerobic stability of silages. The straw supplementation decreased CP, WSC, RFV and ME value (ME_{CN}, ME_{NDF}), and increased AA, NDF, hemicellulose and cellulose of silages. An increase in CP content, *Lactobacilli* count, aerobic stability, RFV, ME value (ME_{CN}, ME_{ADF}), and decrease in CA, NH₃-N, ADF content and yeast count of silages supplemented wheat bran were determined. The highest WSC content, DMI, RFV, ME value (ME_{NDF}, ME_{ADL}), and the lowest NH₃-N, NDF, ADF, ADL, hemicellulose contents and yeast count obtained in silages supplemented with dried sugar beet pulp. Moreover, dried sugar beet pulp decreased aerobic stability of silages.

Conclusion: Wilting, wheat bran and dried sugar beet supplementation improved fermentation characteristics and increased aerobic stability (except for dried sugar beet) of forage turnip variety 'Lenox' silages.

GİRİŞ

Alternatif yem bitkisi olarak Brassica türleri dünyanın birçok bölgesinde kaba yem üretiminin kısıtlı olduğu dönemlerde yem açığını kapatmak amacıyla yetiştirilmektedir. Brassica türü yem bitkilerinin başında yem şalgamı (*Brassica rapa* L.), yem kolzası (*Brassica napus* ssp. *oleifera*) ve yem lahanası (*Brassica oleracea*) gelmektedir. Turpgiller grubunda yer alan yem şalgamı tek yıllık ve kışlık bir bitkidir. Yüksek protein, enerji ve sindirilebilir besin maddesi içermektedir (Rao & Horn, 1995; Geren vd., 2002; Olmstead, 2006). Dünyanın birçok yerinde yaygın olarak yetiştirilen yem şalgamının yaprakları, yumruları ve sapları hayvan beslemede kullanılmaktadır. Türkiye’de yem şalgamının ekim alanı 46.568 dekar ve üretim miktarı 237.491 tondur (TÜİK, 2020).

Dünya’da *Brassica rapa* L. türü yem şalgamının ‘Agressa’, ‘Buko’, ‘Hanko’, ‘Lenox’, ‘Malvira’, ‘Polybra’, ‘Silogonova’ ve ‘Volenda’ gibi çeşitlerinin ekimi yaygındır (Sincik vd., 2014). Türkiye’de yem şalgamının özellikle ‘Lenox’ çeşidinin Ege ve Akdeniz Bölgesinde alternatif yem bitkisi olarak ekimi yaygınlaşmaya başlamış olup, ‘Ot Tipi Yem Şalgamı’, ‘Yemlik Şalgam Otu’ ve ‘Şalgam Otu’, şeklinde isimlendirilmektedir. Hem kurak hem de sulak arazilerde kolaylıkla yetiştirilebilen yem şalgamının ‘Lenox’ çeşidi için yaklaşık olarak dekardan 10-15 ton verim alındığı; %5’inin kök, %95’inin ise yapraklardan oluştuğu; kış soğuklarında -10°C sıcaklığa kadar dayanabildiği; %18-22 ham protein (HP) içeriği ile yoncaya eşdeğer tek yıllık yem bitkisi ve veriminin Macar ile Adi fiğ’den yüksek olduğu; ruminantlar tarafından kolay sindirildiği ve düşük maliyetlerle üretildiği bildirilmiştir (Anonymous, 2019a). Türkiye’de ‘Lenox’ çeşidi yem şalgamı ‘Ağustos sonu ile Ekim başına kadar kışlık ekilir ve yaklaşık 1.5-2.5 m boya ulaştığı dönem (çiçeklenme ortasında) hasat edilir (Anonymous, 2019b). Özellikle sulama imkanı olmayan bölgelerde yoncaya alternatif kaliteli kaba yem bitkisi olarak ot tipi yem şalgamının yaygın olarak yetiştirilmeye başlandığı görülmektedir. Bununla birlikte ot tipi yem şalgamının kuraklığa dayanıklı bir bitki olması nedeniyle önümüzdeki yıllarda havza bazlı planlamalarda iklim değişikliğine uyumlu yem bitkilerinin desteklenmesi ve ekiminin yaygınlaştırılmasında önemli bir yere sahip olacağı düşünülmektedir.

Sincik vd. (2007) tarafından Brassica türü yem şalgamının yüksek yaprak oranı ve HP içeriği açısından çiçeklenmenin tamamlandığı dönemde hasat edilmesi gerektiği bildirilmekle birlikte kış mevsimi ılıman geçen bölgelerde erken ilkbahar döneminde (çiçeklenme ortası) bitkinin hasadı yapılmaktadır. Ancak her iki dönemde de kullanımını sınırlandıran en önemli faktör içermiş olduğu yüksek su (%20-24 kuru madde) içeriğidir. Hasat sonrasında besin madde kayıplarını engellemek ve bitkinin daha uzun süre kullanımı açısından bitkinin soldurulması veya kuru madde (KM) içeriğini artıracak çeşitli katkılarla (buğdaygıl kırmacı ve saman gibi) silajının yapılması önerilmiştir (Koch & Karakaya, 1998; Anonymous, 2018). Ot tipi yem şalgamının ‘Lenox’ çeşidine farklı miktarlarda (KM bazında %27.7 ve %49.7) buğday samanı ilavesi ile hazırlanan silajların besin madde içerikleri ile *in vivo* sindirim değerlerinin araştırıldığı bir çalışmada (Hart & Horn, 1987), düşük miktarda buğday samanı ilavesi ile hazırlanan silajın kaliteli silaj olarak değerlendirilebileceği, ancak silajın sindirilebilirliğinin azaldığı bildirilmiştir. Türkiye’de son yıllarda ot tipi yem şalgamının ‘Lenox’ çeşidi silajlık kaba yem kaynağı olarak değerlendirilmeye başlanmasına rağmen taze veya silajının yem kalitesini ve değerini ortaya koyan bilimsel çalışmalar sınırlı sayıdadır (Çetin, 2017; Doğan-Daş, 2019; Gümüş vd., 2020). Yem şalgamı (*Brassica rapa* L.) bitkisinin ‘Lenox’ çeşidine ilave edilen farklı katkıların (%6 mısır kırmacı, %6 buğday kırmacı ve %3 melas) silajın bazı kimyasal, fermentasyon, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir diğer çalışmada (Çetin, 2017) mısır ve buğday kırmacı ilavesi ile silajların KM içeriği önemli düzeyde artarken melas ilavesi ile silajların HP içeriği düşmüştür. Araştırmacı tarafından farklı katkıların silaj kalitesi üzerinde olumlu etkilerinin bulunmasına rağmen katkı maddesi kullanılmadan da ot tipi yem şalgamının silolanarak kaliteli silaj elde edilebileceği, bu silajların süt ve besi sığırlarının beslenmesinde kullanılabileceği bildirilmiştir. Doğan-Daş (2019) tarafından yapılan bir çalışmada ise aynı çeşit (Lenox) yem şalgamına %7 ve %10 düzeyinde buğday samanı ve %1, %2 ve %3 düzeyinde melas ilavesi ile hazırlanan silajların genel anlamda kaliteli silaj özelliğinde olduğu ortaya konmuş ve ruminantların beslenmesinde alternatif bir kaba yem kaynağı olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Farklı katkı maddelerinin (%10 arpa, %0.5 formik asit, %5 şeker ve %5 melas) Lenox silajının fermentasyon ve fiziksel özellikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; melas ilavesi ile silajların KM içeriğinin ve Flieg puanının arttığı ve pH değerinin düştüğü bildirilmiştir (Gümüş vd., 2020).

Bu çalışmada; düşük KM içeriğine sahip ot tipi yem şalgamı bitkisinin doğrudan veya kuru madde içeriğini artırmak amacıyla soldurarak veya farklı katkılarla (buğday samanı, buğday kepeği ve pancar talaşı) silolanmasının silaj fermentasyonu ve aerobik stabilite üzerine etkileri araştırılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırmada silajlık materyal olarak ot tipi yem şalgamı (*Brassica rapa* L.)'nın 'Lenox' çeşidi, silaj katkıları olarak buğday samanı, buğday kepeği ve pancar talaşı (kuru şeker pancarı posası) kullanılmıştır. Denemede kullanılan yem şalgamı (YŞ) bitkisi, Menemen-İzmir bölgesinde bulunan bir tarım işletmesinden temin edilmiştir. Bitkinin ekiminden hasat zamanına kadar olan gelişimi düzenli olarak takip edilmiş ve çiçeklenme sonunda (Nisan-2018) hasadı gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, yeşil yem bitkisinin soldurulmadan veya katkısız doğrudan (kontrol), soldurularak (soldurma), buğday samanı (YŞ+Saman), buğday kepeği (YŞ+Kepek) ve pancar talaşı (YŞ+Pancar talaşı) ilave edilerek silolanması şeklinde beş farklı deneme grubu oluşturulmuştur. Denemede kullanılan katkıların dozu silolanacak materyalin KM içeriği 30 ± 0.5 olacak şekilde belirlenmiştir. Buna göre buğday samanı, buğday kepeği ve pancar talaşı silajlık taze materyale 120 g/kg düzeyinde ilave edilmiştir.

Yöntem

Çiçeklenme döneminin sonunda biçilen ve silaj makinası ile 1.5-2.0 cm boyutlarında parçalanmış yem şalgamı bitkisi laboratuvarında açık havada KM içeriği yaklaşık %30 olacak şekilde 14 saat solmaya bırakılmıştır. Bu amaçla, soldurma grubu silaj örnekleri sabit ağırlığına gelinceye kadar 2 saat aralıklarla tartılmışlardır. Kontrol ve soldurma grubu dışındaki her bir katkılı deneme grubu için düz bir zemine (1x2m) silajlık yem bitkisi serilerek katkılar (buğday samanı, buğday kepeği ve pancar talaşı) ilave edilmiştir. Kullanılan pelet formda pancar talaşı homojen silaj karışımı hazırlayabilmek için öğütülerek taze materyale ilave edilmiştir. Karışımlar homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Daha sonra taze materyal, soldurulan materyal ve katkılı karışımlar ağız kapaklı 1L'lik cam kavanozlara 5'er tekerrürlü olarak elle sıkıştırılarak silolanmıştır. Hazırlanan materyal 60 gün süreyle fermentasyon oluşumuna bırakılmıştır. Başlangıç yeşil yem materyali, katkılar ve silaj örneklerinin KM, ham kül (HK), HP, ham yağ (HY) ve ham selüloz (HS) içerikleri Weende analiz yöntemine (AOAC, 2000) göre saptanmıştır. Yemin organik madde (OM) miktarı ise, KM ile HK arasındaki farktan hesaplanmıştır. Silolama öncesi taze materyal ve katkılar ile silaj örneklerinin hücre duvarı bileşenleri (nötr deterjanda çözünmeyen lif, asit deterjanda çözünmeyen lif, asit deterjanda çözünmeyen lignin) Goering & Van Soest (1970) tarafından bildirilen Van Soest analiz yönteminin modifiye edilmesiyle geliştirilen Filtre Torba yöntemi (Filter Bag Method) ile saptanmıştır. Hemiselüloz ve selüloz hesap yolu ile bulunmuştur. Silolama öncesi taze materyalin ve açım sonrası elde edilen silaj örneklerinin pH değerleri Chen et al. (1994), silolanacak yem bitkisinin tamponlama kapasitesi (Tk) ise Playne & McDonald (1966) tarafından bildirilen yöntemlere göre saptanmıştır. Silolanmış yeşil yem bitkisi ve kullanılan katkılar (saman, kepek ve pancar talaşı) ile silaj örneklerinde suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) içeriği Anonymous (1986) tarafından bildirilen antron-tioüre yöntemi ile spektrofotometre cihazında saptanmıştır. Silaj örneklerinde amonyak azotu ($\text{NH}_3\text{-N}$) analizi, silaj örneklerinden elde edilen ekstraktlarda mikro distilasyon yöntemine (Anonymous, 1986) göre yapılmıştır. Silajların laktik asit (LA), asetik asit (AA) ve bütirik asit (BA) içeriği destilasyon yöntemine (Naumann & Bassler, 1993) göre belirlenmiştir. Laktik asit bakterileri (LAB), maya ve küf sayımları Seale et al. (1990) tarafından bildirilen yöntemler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Buna göre, ekim ortamı olarak LAB için MRS agar kullanılmıştır. Örneklere ait LAB sayımları 30°C sıcaklıkta 3 günlük inkübasyon dönemlerini takiben yapılmıştır ve elde edilen sonuçlar daha sonra logaritma koliform ünite (kob/g)'ye çevrilmiştir. Silajların renk, koku ve strüktür gibi fiziksel özelliklerine göre değerlendirilmesinde, Alman Tarım Örgütü (DLG) tarafından önerilen değerlendirme anahtarı kullanılmıştır (DLG, 1987). Silajların kuru madde içeriği ve pH değeri arasındaki ilişkinin esas alındığı regresyon eşitliği [Flieg puanı = $220 + (2 \times \% \text{KM} - 15) - 40 \times \text{pH}$] ile Flieg puanı hesaplanarak kalite sınıflandırması yapılmıştır (Kılıç, 1986). Ashbell et al. (1991) tarafından geliştirilen yöntemle göre 7 gün süreyle silaj örneklerinde aerobik stabilite testi yapılmıştır. Bu

amaçla 7. gün sonunda silaj örneklerinin CO₂ üretimleri saptanmıştır. Bununla birlikte, aerobik stabilite testi sonunda Filya vd. (2001) tarafından geliştirilen yöntemle göre görsel küflenme değerlendirilmesi yapılmıştır. Silajların kuru madde kayıpları (KMK), silolamanın 60. gününde açılan kavanozlardan alınan örneklerin KM ağırlığının, kavanozlara konulan materyalin KM ağırlığına oranlanması ile hesaplanmıştır (Kleinschmit & Kung, 2006). Kaba yemlerin tüm değerinin tanımlanmasında nispi yem değeri (NYD) indeksi kullanılmış ve bu değer SKM ve KMT değerlerinden yararlanılarak hesaplanmıştır. Silajların %SKM, %KMT ve NYD Van Dyke and Anderson (2000) tarafından geliştirilen ve aşağıda verilen eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\%SKM = 88.9 - (0.779 \times \%ADF)$$

$$\%KMT = 120/\%NDF$$

$$NYD = \%SKM \times \%KMT \times 0.775$$

Silajların ham besin madde (HP, HY ve HS, g/kg OM) ve hücre duvarı bileşenleri (NDF, ADF ve ADL, %) içeriğine ait verilerden yararlanılarak *in vitro* Metabolik Enerji (ME) değerleri aşağıdaki eşitliklerle hesaplanmıştır.

$$ME_{HBM}, \text{ kcal/kg OM} = 3260 + (0.455 \times HP + 3.517 \times HY) - 4.037 \times HS \text{ (TSE, 1991)}$$

$$ME_{NDF}, \text{ kcal/kg KM} = 3381.9 - 19.98 \times NDF$$

$$ME_{ADF}, \text{ kcal/kg KM} = 14.70 - 0.150 \times ADF$$

$$ME_{ADL}, \text{ kcal/kg KM} = 2764.4 - 102.73 \times ADL$$

Deneme her bir grup için beş tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları SPSS 15.0 paket programı kullanılarak tek yönlü ANOVA ve Duncan çoklu karşılaştırma metotları ile P<0.05 önem seviyesinde değerlendirilmiştir (SPSS, 2007).

ARAŞTIRMA BULGULARI

Araştırmada kullanılan başlangıç materyali ile buğday samanı, buğday kepeği ve pancar talaşı silaj katkılarına ait kimyasal kompozisyonu ve mikrobiyolojik özellikleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Başlangıç materyali ve silaj katkılarının kimyasal kompozisyonu ve mikrobiyolojik özellikleri

Table 1. Chemical composition and microbiological characteristics of initial material and silage additives

Parametre	Başlangıç materyali	Silaj katkıları		
		Buğday samanı	Buğday kepeği	Pancar talaşı
pH	4.24	-	-	-
Tk, mEq NaOH kg/KM	132.83	-	-	-
SÇK, g/kg KM	44.10	14.0	27.0	41.0
KM, g/kg DH	215	-	-	-
KM, g/kg	948.6	927.5	908.3	936.6
OM, g/kg KM	907.7	893.2	932.9	939.5
HK, g/kg KM	92.3	106.8	67.0	60.5
HP, g/kg KM	127.6	33.9	172.9	120.1
HY, g/kg KM	36.5	9.7	36.2	4.4
HS, g/kg KM	335.5	395.1	146.6	174.2
NDF, g/kg KM	480.3	748.0	594.0	453.8
ADF, g/kg KM	378.5	464.0	175.4	219.7
ADL, g/kg KM	121.2	163.5	98.1	128.7
Hemiselüloz, g/kg KM	101.8	284.0	418.6	234.1
Selüloz, g/kg KM	257.3	300.5	77.3	91.0
ME, kcal/kg OM	1972	1529	2846	2586
<i>Lactobacilli</i> , log ₁₀ kob/g KM	3.44	1.05	1.30	1.51
Maya, log ₁₀ kob/g KM	6.61	3.95	2.28	2.26

Tk: Tamponlama kapasitesi, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat, KM: Kuru madde, DH: Doğal halde, OM: Organik madde, HK: Ham kül, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, HS: Ham selüloz, NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, ADL: Asit deterjanda çözünmeyen lignin, ME: Metabolik Enerji.

Silolamanın 60. gününde açılan silajların besin madde içeriklerine ilişkin sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Kontrol grubu silaj örnekleri 201.68 g/kg ile en düşük KM değerine sahip olmuştur. Soldurma (267.66 g/kg), saman, kepek ve pancar talaşı ilaveli gruplara ait ortalama KM değerleri (sırasıyla; 288.24, 296.87 ve 299.30 g/kg KM) kontrol grubuna ait ortalama KM değerinden (201.68 g/kg) önemli düzeyde ($P<0.05$) daha yüksek iken saman, kepek ve pancar talaşı ilaveli gruplara ait ortalama KM değerleri arasındaki farklılıklar önemsiz düzeydedir ($P>0.05$). Kepek veya pancar talaşı ilaveli silaj örneklerinin HK içerikleri (sırasıyla; 82.29 ve 85.52 g/kg KM) kontrol, soldurma ve YŞ+Saman grubu silaj örneklerinin HK içeriklerine (sırasıyla; 96.29, 99.99 ve 98.80 g/kg KM) göre önemli düzeyde düşük saptanmıştır. Soldurma ve saman ilavesi silajların HK içeriğinde kontrole göre önemli düzeyde ($P<0.05$) artışa neden olmuştur. Gruplara ait ortalama HP değerleri arasında farklılıklar önemli düzeyde bulunmuştur ($P<0.05$). Saman ilavesi (100.18 g/kg KM) kontrole (132.39 g/kg KM) göre silajların HP içeriğini önemli düzeyde ($P<0.05$) düşürürken, kepek ilavesi (160.30 g/kg KM) silajların HP içeriğini artırmıştır. Soldurma ve YŞ+Pancar talaşı grubu silaj örneklerine ait ortalama HP değerleri (sırasıyla; 141.65 ve 137.32 g/kg KM) ile kontrol grubu silaj örneklerinin ortalama HP değeri (132.39 g/kg KM) arasında istatistiksel bir farklılık saptanmamıştır ($P>0.05$). Kepek ve pancar talaşı ilaveli gruplara ait silaj örneklerinin HS içerikleri (sırasıyla; 248.04 ve 264.38 g/kg KM) kontrol, soldurma ve YŞ+Saman grubu silaj örneklerinin HS içeriklerine (sırasıyla; 349.54, 345.66 ve 378.22 g/kg KM) göre önemli düzeyde ($P<0.05$) düşük saptanmıştır. Kontrol, soldurma ve YŞ+Saman gruplarına ait HS ortalamaları benzerlik göstermiştir. Yem Şalgamına pancar talaşı ilavesi ile silajların NDF içeriği (465.93 g/kg KM) önemli düzeyde düşerken saman ilavesi (607.11 g/kg KM) ile önemli düzeyde artmıştır ($P<0.05$). Soldurma ve kepek ilaveli gruplara ait silajların ortalama NDF değerleri kontrol grubu silajların ortalama NDF değeri ile benzerlik göstermiştir ($P>0.05$). Kepek veya pancar talaşı ilaveli gruplara ait silaj örneklerinin ADF içerikleri sırasıyla 315.52 ve 322.85 g/kg KM olup bu ortalama değerler kontrol, soldurma ve YŞ+Saman gruplarına ait silaj örneklerine ait ortalama değerlerden (sırasıyla; 416.12, 403.02 ve 440.72 g/kg KM) önemli düzeyde ($P<0.05$) daha düşüktür. Deneme gruplarından YŞ+Pancar talaşı grubu silaj örneklerinin ADL içeriği (92.59 g/kg KM) kontrol, soldurma, YŞ+Saman ve YŞ+Kepek gruplarına ait silaj örneklerinin ADF içeriklerinden (sırasıyla; 137.72, 137.00, 110.41 ve 115.33 g/kg KM) istatistiksel olarak önemli düzeyde ($P<0.05$) daha düşük saptanmıştır. Silolamanın 60. gününde açılan silajların fermantasyon ve mikrobiyolojik özelliklerine ilişkin sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir. Silaj örneklerinin ortalama pH değerleri arasındaki farklılıklar rakamsal düzeyde olmakla birlikte saman ilaveli silaj örneklerinin 4.28 ile en yüksek, pancar talaşı ilaveli silaj örneklerinin ise 3.84 ile en düşük pH değerine sahip olduğu görülmektedir. Kontrol ve YŞ+Saman grubu silaj örneklerinin $\text{NH}_3\text{-N}$ içerikleri (sırasıyla; 130.65 ve 138.39 g/kg TN) diğer grup (soldurma, YŞ+Kepek, YŞ+Pancar talaşı) silaj örneklerinin $\text{NH}_3\text{-N}$ içeriklerine (sırasıyla; 81.17, 85.91 ve 65.44 g/kg TN) göre önemli düzeyde ($P<0.05$) daha yüksek saptanmıştır. Soldurma ve kepek ilaveli gruba ait silaj örneklerinin $\text{NH}_3\text{-N}$ içerikleri sırasıyla 81.17 g/kg TN ve 85.91 g/kg TN değerleri ile benzerlik göstermiştir. Bununla birlikte en düşük $\text{NH}_3\text{-N}$ içeriği YŞ+Pancar talaşı grubu silaj örneklerinde (65.44 g/kg TN) saptanmıştır. Soldurma, kepek ve pancar talaşı ilaveli silajların SÇK içeriği (sırasıyla; 11.71, 17.53 ve 18.87 g/kg KM) kontrol grubu silajların SÇK içeriğinden (9.94 g/kg KM) yüksek saptanırken, saman ilaveli silajların SÇK içeriği ise düşük bulunmuştur ($P<0.05$). Soldurmanın ve farklı katkıların yem şalgamı silajların LA ve AA içeriği üzerine etkisinin önemli düzeyde ($P\leq 0.05$), BA içeriği üzerine etkisinin ise önemsiz düzeyde ($P>0.05$) olduğu görülmektedir (Çizelge 3). Soldurma, kepek ve pancar talaşı ilavesi ile silajların LA içeriği (sırasıyla; 47.46, 47.38 ve 46.95 g/kg KM) kontrol grubu silajların LA içeriğine (40.84 g/kg KM) göre artarken saman ilavesi ile silajların LA içeriği (39.05 g/kg KM) azalmıştır. Ancak kontrole göre bu artış ve düşüşler rakamsal düzeyde olmuştur. Silajlara ait ortalama LA değerleri arasındaki istatistiksel farklılık YŞ+Saman grubu ile soldurma, YŞ+Kepek ve YŞ+Pancar talaşı grupları arasında belirlenmiştir ($P\leq 0.05$). Çalışmada, soldurmanın veya katkı maddesi ilavesinin silo asitlerinden AA üzerine etkisi önemli düzeyde ($P<0.05$) saptanmıştır. Saman ilaveli silaj örneklerinin AA içeriği (14.24 g/kg KM) kontrol grubu silaj örneklerinin AA içeriğinden (9.06 g/kg KM) önemli düzeyde ($P<0.05$) yüksek yüksek saptanmıştır. Soldurma, YŞ+Kepek ve YŞ+Pancar talaşı grubu silaj örneklerinin AA içerikleri ise sırasıyla; 9.58 g/kg

KM, 7.72 g/kg KM ve 9.34 g/kg KM olarak belirlenmiştir. Silajların BA içerikleri bakımından deneme grupları arasında istatistiksel bir farklılık olmamakla birlikte saman ilavesi ile silajların BA içeriğinde (0.30 g/kg KM) kontrole göre (0.15 g/kg KM) artış, soldurma, kepek ve pancar talaşı ilavesi ile de silajların BA içeriğinde (sırasıyla; 0.02, 0.04 ve 0.06 g/kg KM) düşüş görülmektedir. Soldurmanın ve kullanılan katkıların silajların *Lactobacilli*, maya ve küf içerikleri üzerine etkisi önemli düzeyde ($P<0.05$) olmuştur. Kontrol grubu silaj örneklerinde *Lactobacilli* sayısı 4.01 log₁₀ kob/g KM, soldurma, YŞ+Saman, YŞ+Kepek ve YŞ+Pancar talaşı grubu silaj örneklerinde ise sırasıyla 4.13, 4.20, 4.42, 4.30 log₁₀ kob/g KM olarak belirlenmiştir. Bu elde edilen değerlere göre, en düşük *Lactobacilli* sayısı kontrol grubu silaj örneklerinde, en yüksek *Lactobacilli* sayısı ise kepek ilaveli silaj örneklerinde bulunmuştur. Silaj örneklerinde en yüksek maya sayısı (4.85 log₁₀ kob/g KM) kontrol grubu silaj örneklerinde saptanırken en düşük maya sayısı (3.68 log₁₀ kob/g KM) pancar talaşı ilaveli silaj örneklerinde saptanmıştır. Silajlarda küf gelişimi sadece saman (1.87 log₁₀ kob/g KM) ve pancar talaşı (1.00 log₁₀ kob/g KM) ilaveli silaj örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 3). Silajların DLG değerlendirme anahtarına ve Flieg puanlamaya göre değerlendirilmesine ilişkin sonuçlar Çizelge 4'te verilmiştir. Silaj örneklerinin koku, renk ve strüktür gibi fiziksel özelliklerine göre yapılan değerlendirme sonucunda en yüksek puanı (19) kepek ilaveli silaj örnekleri, en düşük puanı (13) ise soldurulmayan veya katkı ilave edilmeyen kontrol grubu ve saman ilaveli silaj örnekleri almıştır. Soldurma ve YŞ+Pancar talaşı gruplarına ait silaj örnekleri sırasıyla 17 ve 18 puan ile değerlendirilmiştir. DLG puantajına göre yapılan fiziksel değerlendirmede kontrol ve YŞ+Saman grubu silajları 'memnuniyet verici' kalite sınıfında yer alırken diğer gruplara ait silajlar 'pekiyi' kalite sınıfında yer almıştır. Silajların pH ve KM içeriğine göre hesaplanan Flieg puanları ise kontrol, soldurma, YŞ+Saman, YŞ+Kepek ve YŞ+Pancar talaşı için sırasıyla; ortalama 83.09, 97.66, 88.03, 105.66 ve 111.52 bulunmuştur. Flieg puanlama sistemine göre yapılan değerlendirmede tüm gruplara ait silaj örnekleri 'çok iyi' sınıfında yer almıştır. Silolamanın 60. gününde açılan silajlara ait 7 günlük aerobik stabilite test sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir. Yedi günlük test sonunda en yüksek CO₂ üretimi pancar talaşı ilaveli (111.84 g/kg KM) silaj örneklerinde, en düşük CO₂ üretimi ise kepek ilaveli (41.00 g/kg KM) silaj örneklerinde saptanmıştır. Aerobik stabilite testinin sonunda yapılan görsel değerlendirmeye göre tüm deneme grubu silaj örneklerinde küflenme gözlemlenirken YŞ+Pancar talaşı grubu silaj örneklerinde 4 (yüzeyi kısmen küf ile kaplı, bölge küflenmiş yüzeyleri olan silaj) ile en yüksek, en düşük ise 2 (noktalar halinde yüzeye yayılmış bir şekilde küf içeren silaj) ile soldurma ve YŞ+Kepek grubu silaj örneklerinde gözlemlenmiştir. Kontrol ve saman ilaveli gruplara ait silaj örneklerinde ise 3 yani noktalar halinde yüzeye yayılmış bir şekilde küflenme gözlemlenmiştir. Fermantasyonun 60. gününde açılan silajların SKM, KMT ve NYD'ne ilişkin sonuçlar Çizelge 6'da verilmiştir. Deneme gruplarına ait silajların ortalama SKM, KMT ve NYD arasında istatistiksel farklılık saptanmıştır ($P<0.05$). Ot tipi yem şalgamına pancar talaşı ve kepek ilavesi NYD artırırken, saman ilavesi düşürmüştür, soldurma ise etkilememiştir.

Çizelge 2. Silajların besin madde içeriği ve hücre duvarı bileşenleri

Table 2. Nutrient content and cell wall components of silages

Parametre	Kontrol	Soldurma	YŞ+Saman	YŞ+Kepek	YŞ+Pancar talaşı	SEM	P değeri
KM (g/kg)	201.68 ^c	267.66 ^b	288.24 ^a	296.87 ^a	299.30 ^a	4.61	<0.001
HK (g/kg KM)	96.29 ^b	99.99 ^a	98.80 ^{ab}	82.29 ^c	85.52 ^c	1.13	<0.001
HP (g/kg KM)	132.39 ^b	141.65 ^b	100.18 ^c	160.30 ^a	137.32 ^b	3.04	<0.001
HS (g/kg KM)	349.54 ^a	345.66 ^a	378.22 ^a	248.04 ^b	264.38 ^b	10.85	<0.001
NDF (g/kg KM)	507.53 ^b	506.30 ^b	607.11 ^a	512.27 ^b	465.93 ^c	6.63	<0.001
ADF (g/kg KM)	416.12 ^{ab}	403.02 ^b	440.72 ^a	315.52 ^c	322.85 ^c	10.52	<0.001
ADL (g/kg KM)	137.72 ^a	137.00 ^a	110.41 ^{ab}	115.33 ^{ab}	92.59 ^b	9.80	0.019
Hemiselüloz (g/kg KM)	91.41 ^c	103.27 ^c	166.40 ^b	196.75 ^a	143.08 ^b	9.97	<0.001
Selüloz (g/kg KM)	278.40 ^b	266.02 ^{bc}	330.31 ^a	200.19 ^d	230.26 ^{cd}	13.91	<0.001

KM: Kuru madde, HK: Ham kül, HP: Ham protein, HS: Ham selüloz, NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif; ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif; ADL: Asit deterjanda çözünmeyen lignin, Hemiselüloz: NDF-ADF; Selüloz: ADF-ADL, SEM: Ortalamanın standart hatası. ^{a-d}Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P\leq 0.05$).

Çizelge 3. Silajların fermentasyon ve mikrobiyolojik özellikleri

Table 3. Fermentation and microbiological characteristics of silages

Parametre	Kontrol	Soldurma	YŞ+Saman	YŞ+Kepek	YŞ+Pancar talaşı	SEM	P değeri
KM (g/kg)	201.68 ^c	267.66 ^b	288.24 ^a	296.87 ^a	299.30 ^a	4.61	<0.001
pH	4.03	4.00	4.28	3.95	3.84	0.13	0.236
NH ₃ -N (g/kg TN)	130.65 ^a	81.17 ^b	138.39 ^a	85.91 ^b	65.44 ^c	2.82	<0.001
SÇK (g/kg KM)	9.94 ^d	11.71 ^c	3.67 ^e	17.53 ^b	18.87 ^a	0.39	<0.001
LA (g/kg KM)	40.84 ^{ab}	47.46 ^a	39.05 ^b	47.38 ^a	46.95 ^a	2.39	0.049
AA (g/kg KM)	9.06 ^b	9.58 ^b	14.24 ^a	7.72 ^b	9.34 ^b	1.03	0.003
BA (g/kg KM)	0.15	0.02	0.30	0.04	0.06	0.13	0.588
<i>Lactobacilli</i> , log ₁₀ kob/g	4.01 ^e	4.13 ^d	4.20 ^c	4.42 ^a	4.30 ^b	0.012	<0.001
Maya, log ₁₀ kob/g	4.85 ^a	4.67 ^b	4.00 ^d	4.46 ^c	3.68 ^e	0.010	<0.001
Küf, log ₁₀ kob/g	0.00 ^c	0.00 ^c	1.87 ^a	0.00 ^c	1.00 ^b	0.28	<0.001
KMK (%)	1.01	1.03	1.06	1.03	1.03	0.03	0.778

KM: Kuru madde, NH₃-N:Amonyak azotu, SÇK: Suda çözülebilir karbonhidrat, LA: Laktik asit, AA: Asetik asit, BA: Bütirik asit, KMK:Kuru madde kaybı. SEM: Ortalamanın standart hatası. ^{a-e}Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P \leq 0.05$).

Çizelge 4. Silajların DLG ve Flieg puanlama sistemine göre değerlendirilmesi

Table 4. Evaluation of silages on DLG and Flieg pointing system

	Kontrol	Soldurma	YŞ+Saman	YŞ+Kepek	YŞ+Pancar talaşı
DLG değerlendirme anahtarına göre değerlendirme*					
Koku	10	14	10	14	14
Strüktür	2	2	2	4	2
Renk	1	1	1	1	2
Toplam puan	13	17	13	19	18
Kalite Sınıfı	Memnuniyet verici	Pekiyi	Memnuniyet verici	Pekiyi	Pekiyi
Flieg puanlamaya göre değerlendirme**					
Flieg puanı	83.09±5.678 ^b	97.66±5.678 ^{ab}	88.03±5.678 ^b	105.66±5.678 ^a	111.52±5.678 ^a
Kalite sınıfı	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi	Çok iyi

*:DLG değerlendirme anahtarına göre, 16-20:Pekiyi; 10-15:Memnuniyet verici; 5-9: Orta; 0-4: İşe yaramaz. **:Flieg puanına göre; 81-100:Pekiyi, 61-80:İyi, 41-60: Memnuniyet verici, 21-40: Orta, 20-0:Kötü. Değerlendirme üç kişi tarafından yapılmış ve ortalama değerler verilmiştir.

Çizelge 5. Silajlarda aerobik stabilite test sonuçları

Table 5. Results of aerobic stability test in silages

	Kontrol	Soldurma	YŞ+Saman	YŞ+Kepek	YŞ+Pancar talaşı	SEM	P değeri
CO₂ g/kg KM	78.70 ^b	42.64 ^d	63.78 ^c	41.00 ^d	111.84 ^a	2.39	<0.001
Görsel küflenme*	3	2	3	2	4		

SEM: Ortalamanın standart hatası. ^{a-d}Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P < 0.05$). * 1: hiç küf içermeyen silaj. 2: noktalar halinde çok az düzeyde küf içeren silaj. 3: noktalar halinde yüzeye yayılmış bir şekilde küf içeren silaj. 4: yüzeyi kısmen küf ile kaplı, bölge küflenmiş yüzeyleri olan silaj. 5: yüzeyi tamamen küf ile kaplı, ağır bir kokuya sahip ve partikülleri birbirine yapışmış silaj. Değerlendirme üç kişi tarafından yapılmış ve ortalama değerler verilmiştir.

Çizelge 6. Silajların SKM (%), KMT (%) ve NYD değerleri

Table 6. DDM (%), DMI (%) and RFV values of silages

	Kontrol	Soldurma	YŞ+Saman	YŞ+Kepek	YŞ+Pancar talaşı	SEM	P değeri
SKM	58.35 ^{bc}	59.49 ^b	56.22 ^c	65.85 ^a	65.16 ^a	0.80	<0.001
KMT	2.51 ^b	2.53 ^b	2.08 ^c	2.50 ^b	2.73 ^a	0.04	<0.001
NYD	113.68 ^c	116.87 ^c	90.48 ^d	127.54 ^b	138.04 ^a	2.74	<0.001

SKM: Sindirilebilir kuru madde; KMT: Kuru madde tüketimi; NYD: Nispi yem değeri. SEM: Ortalamanın standart hatası. ^{a-d}Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P < 0.05$).

Fermantasyonun 60. gününde açılan silaj örneklerinin HBM, NDF, ADF ve ADL içerikleri dikkate alınarak hesap yolu ile bulunan ME değerleri Çizelge 7’de verilmiştir. Elde edilen ortalama değerlere göre, en yüksek ME_{HBM} değeri (2425 kcal/kg OM) kepek ilaveli silaj örneklerinde saptanırken, en düşük değer (1736 kcal/kg OM) saman ilaveli silaj örneklerinde saptanmıştır. En yüksek ME_{NDF} değeri (2503 kcal/kg KM) pancar talaşı ilaveli silaj örneklerine ait iken en düşük değer (2227 kcal/kg KM) saman ilaveli silaj örneklerine aittir. Soldurmanın ve kepek ilavesinin ME_{NDF} değeri üzerine etkisi saptanmamıştır. En yüksek ME_{ADF} değeri (2451 kcal/kg KM) kepek ilaveli silaj örnekleri için hesaplanırken, en düşük değer (2008 kcal/kg KM) saman ilaveli silaj örnekleri için hesaplanmıştır. Soldurmanın, ME_{NDF} değeri üzerinde olduğu gibi, ME_{ADF} değeri üzerinde etkisi görülmezken YŞ bitkisine kepek ve pancar talaşı ilavesi kontrole göre silajların ME_{ADF} değerinde önemli düzeyde ($P<0.05$) artışa neden olmuştur. En düşük ME_{ADL} değeri (1432 kcal/kg KM) soldurulmayan veya katkı ilavesiz silaj örneklerinde, en yüksek değer (1865 kcal/kg KM) ise YŞ+Pancar talaşı grubu silaj örneklerinde bulunmuştur. Çalışmada, soldurma ve farklı katkıların ilavesi ME_{ADL} değerini artırırken, sadece YŞ+Pancar talaşı grubuna ait silaj örneklerinde kontrol grubu silaj örneklerine göre ME_{ADL} değeri önemli düzeyde ($P<0.05$) yüksek bulunmuştur.

Çizelge 7. Silajların *in vitro* ME değerleri

Table 7. *In vitro* ME values of silages

	Kontrol	Soldurma	YŞ+Saman	YŞ+Kepek	YŞ+Pancar talaşı	SEM	P değeri
ME _{HBM} *	1933 ^c	1938 ^c	1736 ^d	2425 ^a	2266 ^b	49.88	<0.001
ME _{NDF} **	2426 ^b	2434 ^b	2227 ^c	2421 ^b	2503 ^a	14.79	<0.001
ME _{ADF} **	2106 ^{bc}	2158 ^b	2008 ^c	2451 ^a	2419 ^a	36.81	<0.001
ME _{ADL} **	1432 ^b	1448 ^b	1685 ^{ab}	1654 ^{ab}	1865 ^a	93.24	0.019

* kcal/kg OM, ** kcal/kg KM. SEM: Ortalamanın standart hatası. ^{a-d}Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P<0.05$).

TARTIŞMA

Silaj kalitesi ve buna bağlı olarak yem değeri üzerinde birçok faktör etkili olmakla birlikte başlangıç materyalinin bazı özelliklerinin etkisi yüksek düzeydedir. Bu açıdan bitkinin pH’sı, tamponlama kapasitesi, SÇK ve KM içeriği, besin madde kompozisyonu ile epifitik mikroorganizma yoğunluğu ön plana çıkmaktadır. Çiçeklenme dönemi sonunda hasat edilen ot tipi YŞ bitkisinin başlangıç pH değeri 4.24, tamponlama kapasitesi 132.83 mEq NaOH kg/KM, SÇK içeriği ise 44.10 g/kg KM’dir. Doğan-Daş (2019) tarafından yürütülen çalışmanın birinci denemesinde silaj materyali olarak kullanılan ot tipi YŞ bitkisinin Tk ve SÇK değerleri sırasıyla 184 mEq/kg KM ve 81.6 g/kg KM; ikinci denemesinde ise TK ve SÇK değerleri sırasıyla 220 mEq/kg KM ve 71.9 g/kg KM olarak belirlenmiştir. Suca zengin YŞ bitkisi bu çalışmada çiçeklenme dönemi sonunda hasat edilmiş ve KM içeriği 215 g/kg DH olarak bulunmuştur. Bu bulgu Çetin (2017)’nin çiçeklenme sonunda hasat edilen ot tipi yem şalgamı bitkisi için bildirdiği %23.3 KM oranı ile benzerlik göstermiştir. Bununla birlikte elde edilen bu bulgu aynı bitki çeşidinin kullanıldığı ve iki deneme olarak yürütülen bir başka çalışmanın (Doğan-Daş, 2019) birinci denemesinde saptanan %18.06 KM oranından yüksek, çalışmanın ikinci denemesinde saptanan %25.08 KM oranından düşüktür. Araştırmacı her iki deneme için farklı KM düzeylerinin elde edilmesinde toprak yapısının, gübrelemenin, vejetasyon döneminin ve biçim zamanının etkili olabileceğini bildirmiştir. Kaliteli bir silaj için pH değerinin hızlı bir şekilde düşmesi gerekmektedir. Ancak tamponlama kapasitesi yüksek ve SÇK içeriği yetersiz bazı baklagil yem bitkilerinin silolanmasında ortam pH’sı hızlı bir şekilde düşmez ve LAB’lerinin gelişimi yetersiz kalarak arzulan yönde silaj fermantasyonu gerçekleşmeyebilmektedir. Silaj kalitesi açısından önemli olan bir diğer etken de silajlık bitkinin besin madde kompozisyonudur. Bu çalışmanın silajlık materyalini oluşturan YŞ bitkisinin HP, NDF, ADF, ADL içeriği sırasıyla 127.6, 480.3, 378.5 ve 121.2 g/kg KM düzeyindedir. Ham protein için elde edilen bulgu Doğan-Daş (2019)’ın çiçeklenme dönemi sonunda hasat ettiği ve farklı katkıları ilave ederek silajını yaptığı ot tipi YŞ bitkisinin birinci deneme için bildirdiği %10.35 HP değerinden yüksek, ikinci deneme için bildirdiği %15.13 HP değerinden düşüktür. Aynı

araştırıcı birinci ve ikinci deneme için NDF değerlerini sırasıyla %42.14 ve %67.06, ADF değerini ise sırasıyla %38.71 ve %46.99 olarak bildirmiş olup sadece ikinci dönem NDF değeri ile her iki dönem ADF değerleri bu çalışmadan elde edilen NDF ve ADF değerlerinden yüksektir. Literatürde bitkilerin HP içeriklerinin varyete, toprak yapısı ve tarlaya atılan gübre (azot) miktarına bağlı olarak değişebileceği bildirilmiştir (Levendoğlu & Karslı, 2010; Doğan-Daş, 2019). Bu çalışmada kullanılan katkılardan buğday samanı, buğday kepeği ve pancar talaşının SÇK, HP, NDF, ADF ve ADL içerikleri buğday samanı için sırasıyla 14.0, 33.9, 748.0 ve 464.0 ve 163.5 g/kg KM; buğday kepeği için sırasıyla 27.0, 172.9, 594.0, 175.4 ve 98.1 g/kg KM; pancar talaşı için sırasıyla 41.0, 120.01, 453.8, 219.7 ve 128.7 g/kg KM olarak saptanmıştır. Elde edilen bulgular literatürde incelenen söz konusu katkılar için bildirilen sonuçlarla uyumlu bulunmuştur (Cummins et al., 2007; Malhatun-Çotuk, 2016; Sargın & Denek, 2017; Doğan-Daş, 2019). Silolamada silaj fermentasyonunun seyri ve elde edilen silajın fermentasyon özellikleri açısından silolanacak materyalin epifitik mikroorganizma yoğunluğu ve kompozisyonu önemli bir etkidir. Silolanacak yeşil materyalin epifitik mikroorganizma yoğunluğu üzerinde sadece LAB değil aynı zamanda diğer istenmeyen mikroorganizmalarda etkilidir. Bu çalışmada, başlangıç silajlık materyalde *Lactobacilli* ve maya sayısı 3.44 ve 6.61 log₁₀ kob/g KM, YŞ bitkisinin KM içeriği yükseltmek amacıyla kullanılan buğday samanı, buğday kepeği ve pancar talaşında ise sırasıyla 1.05 ve 3.95, 1.30 ve 2.18, 1.51 ve 2.26 log₁₀ kob/g KM olarak saptanmıştır. Sıcaklık, nispi nem, UV radyasyon ve bitki ile ilgili özelliklere bağlı olarak epifitik mikroorganizma yoğunluğunun 1.0–6.0 log₁₀ kob/g KM sınırları arasında olabileceği bildirilmektedir (McDonald et al., 1988; Petterson, 1988; Merry et al., 1993). Bu bildirişe göre silolama öncesi silajlık materyal ve katkılar için saptanan epifitik mikroorganizma yoğunluklarının sınırlar içerisinde kaldığını söylemek mümkündür. Soldurma hasat edilen bitkisel materyalin tarlada bir müddet suyunun uçurulması şeklinde tanımlanacağı ve soldurma işleminin su içeriği yüksek olan materyallerde en azından KM içeriğinin %30 olacak şekilde yapılmasının silaj fermentasyonu açısından önemli olduğu bildirilmektedir (McDonald et al., 1991). Nitekim bu çalışmada su içeriği yüksek olan YŞ bitkisine %30±0.5 KM içerecek şekilde soldurma işlemi uygulanmış ve beklenen bir bulgu olarak soldurularak hazırlanan silajların KM içeriği (267.66 g/kg KM) kontrol grubu silajların KM içeriğine (210.68 g/kg KM) göre yüksek saptanmıştır. Bu bulgu Dumlu-Gül vd. (2015)'nin silolama öncesi tarla koşullarında soldurularak hazırlanan yonca silajlarının önemli düzeyde KM içeriğinin artış gösterdiği şeklindeki bildirişi ile uyumludur. Çalışmada saman, kepek ve pancar talaşı gibi katkılar silaj karışımının KM içeriğini (%30±0.5) artırmak amacıyla %12 düzeyinde kullanılmıştır. Altmış günlük silaj fermentasyonu sonunda farklı katkıların ilavesi ile hazırlanan YŞ silajlarının KM içeriği kontrol ve soldurma grubu silajların KM içeriğine göre önemli düzeyde artmıştır. Nitekim saman, kepek ve pancar talaşı ilaveli silaj örneklerinin 60 günlük fermentasyon sonundaki KM içerikleri kontrol grubu silaj örneklerine göre sırasıyla %42.92, %47.20 ve %48.40 oranında artış göstermiştir. Hart & Horn (1987) KM içeriği %20.9 olan YŞ (*Brassica rapa* L.) bitkisinin 'Lenox' çeşidine KM bazında %30.50 ve %49.70 düzeyinde buğday samanı ilavesi ile hazırlanan silajların KM içeriklerini sırasıyla %26.90 ve %34.40 saptarken bu çalışmada %21.5 KM içeriğine sahip aynı YŞ çeşidine %12 buğday saman ilavesi ile silajların KM içeriği %28.8 KM düzeyine ulaşmıştır. Yem şalgamının aynı çeşidinin (%23.33 KM içeriğine sahip) kullanıldığı bir başka çalışmada, %6 mısır kırmacı, %6 buğday kırmacı ve %3 oranında melas ilavesi ile hazırlanan silajların KM içerikleri sırasıyla %25.29, %28.33, % 27.91 ve %25.86 olarak belirlenmiştir (Çetin, 2017). Kaliteli bir silajın pH değerinin 3.5-4.2 aralığında olması gerekirken baklagil yem bitkileri silajlarında kalite açısından pH değerinin 4.0-5.0 aralığında olması kabul edilebilir değer olarak bildirilmektedir (Rondahl et al., 2011). Bu çalışmada kontrol, soldurma, YŞ+Saman, YŞ+Kepek ve YŞ+Pancar talaşı grubu silaj örneklerinin pH değerleri 3.84-4.28 arasında değişim göstermiştir. Çalışmadan elde edilen bu pH değerleri aynı bitki çeşidinin kullanıldığı bazı çalışmalarda (Çetin, 2017; Doğan-Daş, 2019;) bildirilen 4.23-4.61 ve 3.80 pH değerleri ile benzer iken Hart & Horn (1987)'un bildirdiği pH değerinden (5.80-6.00) düşüktür. Bu çalışmada, soldurularak ve katkı ilave edilerek hazırlanan silajların KM içerikleri kontrole göre artarken, silajların pH değerleri (YŞ+Saman hariç) ise silaj yapımında arzu edildiği üzere azalış göstermiştir. Nitekim bu bulgu Kurtoğlu (2011)'nin KM ile pH değeri arasında ters bir ilişki olduğu şeklindeki bildirişi ile uyumludur. Yem şalgamına kepek ilavesi ile silaj örneklerinin HP içeriği (160.30 g/kg KM) diğer deneme grubu (kontrol,

soldurma, YŞ+Saman, YŞ+Pancar talaşı) silaj örneklerin HP içeriklerine (sırasıyla 132.39, 141.65, 100.18 ve 137.32 g/kg KM) göre daha yüksek düzeyde saptanırken YŞ+Saman grubu silaj örneklerinin HP içeriği (100.18 g/kg KM) diğer gruplara ait silaj örneklerin HP içeriklerine göre daha düşük düzeyde saptanmıştır. Kullanılan katkılardan buğday kepeğinin yüksek protein içeriği ile buğday samanının düşük protein içeriğine bağlı olarak elde edilen bu bulgular tahmin edilen bulgulardır. Bununla birlikte, her ne kadar deneme gruplarına ait silaj örneklerinin ortalama pH değerleri arasında önemli düzeyde bir farklılık saptanmasa da YŞ+Kepek grubu silaj örneklerinin ortalama pH değeri (3.95) kontrol grubu silaj örneklerinin ortalama pH değerinden (4.03) rakamsal olarak daha düşüktür. Bu şekildeki bir bulgu, fermantasyon sırasında pH değerindeki düşüşlerin bitki proteazlarını inaktif ederek deaminasyonu engellediği ve böylece HP içeriğindeki düşüşlerin azalması şeklindeki literatür bildirişi (Okuyucu, 2018) desteklemektedir. Kontrol grubu silajının HP içeriği; Hart & Horn (1987) ve Çetin (2017)'nin YŞ bitkisi ile hazırlanan silajlar için sırasıyla KM'de %15 ve %18.28 HP olarak bildirdikleri bulgularla uyumludur. Bu çalışmada, YŞ bitkisine buğday kepeği ve pancar talaşı ilavesi ile hazırlanan silajların HS ve HK içerikleri, kontrol grubu silajların HS ve HK içeriklerine göre önemli düzeyde düşük saptanmıştır. Nitekim başlangıç materyal YŞ bitkisinin HS ve HK içeriğinin sırasıyla 335.5 ve 92.3 g/kg KM, buna karşılık buğday kepeği ve pancar talaşının HS ve HK içeriğinin sırasıyla 146.6 ve 174.2 g/kg KM ile 67.0 ve 60.5 g/kg KM düzeyinde olması, bu silaj örneklerinde saptanan düşük HS ve HK içeriğinin beklenen bir bulgu olduğunu gösterir. Yaş şeker pancarı posasına saman ilavesi ile hazırlanan silajlarda da benzer bulgular elde edilirken (Levendoglu & Karanlı, 2010) yoncaya kepek ilavesinin yapıldığı bir başka çalışmada (Malhatun-Çotuk, 2016) ise HK bakımından benzer ancak HS bakımından farklı bulgular elde edilmiştir. Araştırmacı tarafından, yoncaya kepek ilavesi (100 g/kg) ile hazırlanan silajların HS miktarındaki artış kepeğin yüksek HS içeriğine (%13.34) dayandırılmıştır. Silajlık bitkinin hasat edilmesinden sonra gerçekleşen proteolisis silaj kalitesi açısından istenmeyen bir olaydır. Bu olayda bitki içeriğindeki proteinler proteaz tarafından başlıca aminoasitler ve amonyak olmak üzere peptid ve amidlere parçalanır (Filya, 2001). Silajda NH₃-N birkaç gün içerisinde oluşur ve silaj pH'sı 6'dan 4'e ininceye kadar protein parçalanması devam eder. Dolayısıyla silajda NH₃-N içeriği protein parçalanma düzeyini gösteren önemli bir parametredir. Bu çalışmada Soldurma, YŞ+Kepek ve YŞ+Pancar talaşı gruplarına ait silaj örneklerinin NH₃-N içeriği (sırasıyla 81.17, 85.91 ve 65.44 g/kg TN), kontrol (130.65 g/kg TN) grubu silaj örneklerinin NH₃-N içeriğine göre önemli düzeyde düşüktür. Soldurma, YŞ+Kepek, YŞ+Pancar talaşı gruplarına ait silaj örneklerinin SÇK içeriği kontrol grubu silaj örneklerinin SÇK içeriğine göre önemli düzeyde yüksek iken saman ilaveli silaj örneklerinde düşüktür. Dolayısıyla kontrol ve YŞ+Saman grubu silaj örneklerinin yüksek düzeyde NH₃-N içermesi söz konusu silaj örneklerinin SÇK yetersizliğine dayandırılabilir. Bu çalışmada, soldurma, YŞ+Kepek ve YŞ+Pancar talaşı grubu silaj örneklerinin NH₃-N/TN içerikleri, silaj kalite değerlendirmesinde 'çok iyi' kalite sınıfı için bildirilen <100 g/kg TN düzeyinin altında yer almıştır. Soldurulmayan ve katkı içermeyen kontrol grubu silaj örnekleri için belirlenen NH₃-N/TN değeri (130.65 g/kg KM) ise 'iyi' kalite sınıfı için bildirilen 110-150 g/kg KM (Catchpole & Henzell, 1971; Elferink et al., 1999; Ergül, 2008) sınırları içerisinde yer almaktadır. Soldurma, kepek ve pancar talaşı ilavesi silajların SÇK içeriğini kontrole göre artırmıştır. Nitekim kontrol, soldurma, YŞ+Kepek ve YŞ+Pancar talaşı gruplarına ait silajlarda SÇK içeriği sırasıyla 9.94, 11.71, 17.53 ve 18.87 g/kg KM saptanmıştır. Oysa saman ilavesi silaj SÇK içeriğinde (3.67 g/kg KM) düşüşe neden olmuştur. Silolanan materyalin içerdiği NDF, nişasta, yağlar ve mineraller mikroorganizmalarca siloda fermente edilmediğinden taze materyal ile silajı arasında belirlenen besin madde içerikleri bakımından belirgin bir farklılık olmadığı; oluşabilecek muhtemel farklılıkların da asit ortamda bir miktar hemiselülozun hidrolizi dolayısıyla silajın NDF değerindeki azalmadan kaynaklandığı bildirilmektedir (Keleş, 2017). Nitekim bu çalışmada buğday kepeği ve pancar talaşı ilave edilen silajlarda hemiselülozun hidrolize olarak SÇK oranını artırdığı düşünülmektedir. Suda çözünebilir karbohidratın bir bölümü kullanılmadan kalmış ve silolama döneminin sonunda bu silajların SÇK içerikleri diğer silajlarınkinden önemli düzeyde daha yüksek olmuştur. Çalışmada, deneme gruplarına ait silaj örneklerinin LA içerikleri 39.05-47.46 g/kg KM arasında değişmiştir. Literatürde kaliteli yonca ve diğer baklagil silajlarında LA içeriğinin %2'nin veya 20 g/kg KM değerinin üzerinde olması gerektiği bildirilmekle (Seglar, 2003; Campbell, 2014) birlikte bu değerlerin kabul edilebilir sınırlar

içerisinde yer aldığını söylemek mümkündür. Bu çalışmada YŞ bitkisine saman (39.05 g/kg KM) ilavesi silajın LA içeriğini düşürürken soldurma (47.46 g/kg KM), buğday kepeği (47.38 g/kg KM) veya pancar talaşı (46.95 g/kg KM) ilavesi LA içeriğini kontrole göre (40.84 g/kg KM) artırmıştır. Ancak kontrole göre düşüş ve artış şeklindeki bu etkiler rakamsal düzeyde olmuştur. Kepek ve pancar talaşı ilaveli silajların LA içeriği saman ilaveli silajların LA içeriğinden önemli düzeyde daha yüksek saptanmıştır ($P<0.05$). Tyrolová & Výborná (2011) soldurulan ve farklı silaj katkıları ile hazırlanan bezelye silajlarında LA üretiminin soldurmanın ve silaj katkı maddeleri ilavesinin birlikte uygulanması durumunda önemli düzeyde arttığını ortaya koymuşlardır. Doğan-Daş (2019) tarafından yapılan çalışmada, 'Lenox' çeşidi YŞ bitkisine %0, %7, %10 ve %15 düzeylerinde buğday samanı ilavesi ile hazırlanan silajların LA içeriği sırasıyla 56.74, 43.49, 38.85 ve 32.35 g/kg KM saptanmıştır. Araştırmacının, %10 düzeyinde saman ilavesi ile hazırladığı silajlar için bildirdiği LA içeriği (37.05 g/kg KM) bu çalışmadan elde LA içeriği (39.05 g/kg KM) ile her ne kadar uyumlu olsa da bu çalışmada saman ilavesi ile görülen düşüş daha düşük oranda kalmıştır. Daha yüksek oranlarda (KM bazında %27.7 ve %49.7) buğday samanının kullanıldığı bir başka çalışmada (Hart & Horn, 1987) ise saman ilaveli silajlarda LA üretimi katkısız silajlara göre önemli düzeyde azalmıştır. Filya (2001)'nin bildirdiğine göre silolanan materyalin bozulmaması için ortamda yeterli sayıda *Lactobacilli* ve bunların LA üretebilmeleri için de yeterli düzeyde SÇK bulunması gerekmektedir. Silaj fermantasyonu açısından AA istenmeyen asittir. Ancak AA silajlarda maya ve küf gelişimini önleyerek silajların aerobik stabilitelerini artırmaktadır. Silajda AA'ler aerobik bozulmanın üzerinde etkili AA bakterileri grubuna bağlıdır. Bu bakterilerin silajlarda maya gelişimi üzerinde engelleyici özellikleri olduğu da bildirilmektedir (Basmacıoğlu & Ergül, 2002; Ergün vd., 2016). Bu çalışmada, saman ilaveli silaj örneklerinin AA içeriği (14.24 g/kg KM) diğer deneme grubu (kontrol: 9.06 g/kg KM), soldurma: 9.58 g/kg KM), YŞ+Kepek:7.72 g/kg KM), YŞ+Pancar talaşı: 9.34 g/kg KM) silaj örneklerin AA içeriklerine göre istatistiksel olarak önemli düzeyde daha yüksek saptanmıştır. Çalışmada YŞ+Saman grubu silaj örneğinin AA içeriğinin yüksekliğine bağlı olarak maya sayısı bu deneme grubunda ($4.00 \log_{10}$ kob/g) diğer kontrol ($4.85 \log_{10}$ kob/g), soldurma ($4.67 \log_{10}$ kob/g), YŞ+Kepek ($4.46 \log_{10}$ kob/g) grubu silaj örneklerinin AA içeriğine göre önemli düzeyde düşüktür. Anaerob bakterilerden sakkarolitik *Clostridialar* SÇK'ları yıkımlayarak BA'e, proteolitik *Clostridialar* ise aminoasitleri parçalayarak AA, PA ve BA ile aminlere dönüştürürler (Basmacıoğlu & Ergül, 2002). Silaj pH değerinin 3.80-4.20 olması durumunda ortamda LA bakterileri baskın olur ve BA üreten bakteriler gelişim gösteremez. Mevcut çalışmada, silaj örneklerinin pH değeri 3.84-4.28 arasında değişim göstermiştir. Silaj örneklerinin BA içerikleri oldukça düşük düzeyde (0.02–0.30 g/kg KM) saptanmış olup, silajların BA içeriklerinin kabul edilebilir sınırlar (<0.5) içerisinde olması silaj fermantasyonunda bir sorunun olmadığını göstermektedir.

Hücre duvarı bileşenleri (NDF, ADF ve ADL) yemin sindirilebilirliğinin azalmasına, hayvanın fiziksel olarak tokluk hissetmesine ve yem tüketiminin sınırlanmasına neden olur (Van Soest, 1994). Fermantasyonunun 60. gününde açılan silaj örneklerinin hücre duvarı bileşenleri (NDF, ADF ve ADL) içeriği incelendiğinde; pancar talaşı ilaveli silaj örneklerinin hücre duvarı bileşenlerinin (sırasıyla, 465.93, 322.85 ve 92.59 g/kg KM) kontrol grubu silaj örneklerinin hücre çeperi bileşenlerine (507.53, 416.12 ve 137.72 g/kg KM) göre önemli düzeyde düşük olduğu görülmektedir ($P<0.05$). Bunun nedeninin katkı maddesi olarak kullanılan pancar talaşındaki bu değerlerin düşüklüğüne bağlanabilir. Doğan-Daş (2019) YŞ bitkisine melas ilavesi ile silajların NDF ve ADF içeriklerinin kontrol grubu silaj örneklerinin NDF ve ADF içeriklerine göre azaldığını bildirmiş ve bu azalmanın nedenini de melasın NDF ve ADF içermemesine dayandırmıştır. Bir başka araştırmacı grubu (Bolsen et al., 1996) tarafından ise melas ilaveli silajlarda LAB ile diğer bazı anaerob bakterilerinin sayısındaki artışa bağlı olarak NDF, ADF ve hemiselüloz yıkımlanmasının artışın NDF ve ADF içeriğinin düşmesinde etkili olabileceği bildirilmiştir. Nitekim diğer çalışmalardan (Koç et al., 2008; Canbolat vd., 2010; Özdüven & Çelebi Çam, 2017) elde edilen sonuçlar da Bolse et al. (1996)'un bildirişi ile uyumludur. Bu çalışmada, soldurmanın silajların hücre duvarı bileşenleri içeriğinde etkili olmadığı, kepek ilavesinin ise sadece silajların ADF içeriğinde önemli düzeyde düşüşe neden olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte YŞ bitkisine saman ilavesi ile hazırlanan silajlarda sadece NDF içeriğinde önemli düzeyde artış görülürken ADF ve ADL içeriklerinde

kontrol ile benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yem şalgamı bitkisinin KM içeriğini artırmak amacıyla saman ilavesi silajların ADL içeriğinde kontrole göre rakamsal düşüşe neden olmakla birlikte bu düşüşün göreceli olduğu söylenebilir. Bu çalışmadan elde edilen bu bulgu ile uyumlu olarak Dumlu Gül vd. (2015) tarafından yonca bitkisinin silolanmasında soldurmanın silaj NDF içeriğini etkilemediği bildirilmiştir. Buğday kepeği ve pancar talaşı ilave edilen silajların hücre duvarının parçalanması sonucu açığa çıkan ilave substratların (SÇK) LAB tarafından kullanılarak LA üretmeleri sonucu bu silajlarda kontrol ve saman ilave edilen silajlara göre önemli düzeyde daha yüksek, pH değerleri de sayısal anlamda daha düşük bulunmuştur. Ayrıca açığa çıkan ilave substratların fermente olması sonucu, SÇK'nın bir bölümü kullanılmadan kalmış ve silolama döneminin sonunda bu silajların SÇK içerikleri diğer silajlarınkinden önemli düzeyde daha yüksek olmuştur. Bununla birlikte buğday kepeği ve pancar talaşı ilave edilen silajların NH₃-N içeriklerinin önemli düzeyde düştüğü belirlenmiştir. Bunda, bu silajlarda gerçekleşen homolaktik fermentasyon ve daha az düzeydeki protein parçalanmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Altmış günlük fermentasyon sonunda en düşük *Lactobacilli* sayısı kontrol grubu silaj örneklerinde, en yüksek *Lactobacilli* sayısı ise buğday kepeği ilaveli silaj örneklerinde saptanmıştır. Kontrol grubu silaj örnekleri en yüksek düzeyde maya içerirken pancar talaşı ilaveli silaj örnekleri en düşük düzeyde maya içermiştir. Silajlarda küf gelişimi sadece saman ve pancar talaşı ilaveli silaj örneklerinde belirlenmiştir. Silajlık materyallerin silolama öncesinde oldukça farklı türlerde mikroorganizmalar içerdiği görülmektedir. Bu mikroorganizmalar içerisinde LAB'ın silajda fermentasyonu istenirken diğerlerinin ise istenmemektedir. Silaj fermentasyonuna etki eden en önemli üç faktör, materyalin silolama esnasındaki KM düzeyi, SÇK içeriği ve LAB sayısıdır. Bu çalışmada, soldurulmuş YŞ silajında KM düzeyinin yükselmesi sonucu kontrol grubu silajına göre *Lactobacilli* sayısının arttığı ve maya sayısının azalmadığı görülmüştür. Genellikle silajlık materyalde doğal olarak bulunan LAB sayısı kaliteli bir silaj üretimi için yeterli sayıdadır. Buna karşın samanların silolanması esnasında LAB sayısı silaj fermentasyonu için yetersizdir. Nitekim YŞ+Saman kullanılan grupta *Lactobacilli* sayısı YŞ+Kepek ve YŞ+Pancar talaşı silajı grubuna göre daha düşük, küf sayısı ise daha yüksek düzeyde bulunmuştur.

Silaj kalitesinin belirlenmesinde fiziksel özellikler (koku, strüktür, renk) önemli bir kriter olmakla birlikte silajın KM içeriği ve pH değerinin dikkate alındığı Flieg puanlamaya göre de değerlendirme yapılmıştır. Rakamsal olarak değerlendirme yapılabilen Flieg puanı ile fiziksel değerlendirme arasında doğrusal ilişki bulunmaktadır. Silaj yapımı sonrasında istenilen pH değeri ve KM oranına ulaşıldığında Flieg puanı da yüksek olmaktadır (Öten vd., 2016). Bu çalışmada fiziksel özelliklere göre yapılan değerlendirmede kontrol ve YŞ+Saman grubuna ait silajlar 'memnuniyet verici', diğer gruplara ait silajlar ise "pekiyi" kalite sınıfında yer almıştır. Farklı katkıların kullanıldığı (%10 arpa, %0.5 formik asit, %5 şeker ve %5 melas) Lenox silajlarında kontrol dahil tüm gruplara ait silaj örneklerinin 'iyi' kalite sınıfında yer aldığı bildirilmiştir (Gümüş vd., 2020). Flieg puanlamaya göre tüm gruplara ait silajların kalite sınıfları "çok iyi" olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar istenilen pH ve kuru madde oranına ulaşıldığını ve kaliteli silaj yapıldığını kanıtlar niteliktedir. Elde edilen bulgulara benzer olarak Çetin (2017), YŞ bitkisine %6 mısır kırmacı, %6 buğday kırmacı ve %3 oranında melas ilavesi ile hazırlanan silajların, Can vd. (2003) şeker pancarı yapraklarına %1 tuz, %0.5 formik asit, %0.5 üre, %5 melas ve %5 buğday kırmacı ilavesi ile hazırlanan silajlardan üre hariç tüm silajların Flieg puanlarına göre kalite sınıfının "pekiyi" olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada ise yonca bitkisine melas, arpa ezmesi ve peynir altı suyu ilave edilerek hazırlanan silajların fiziksel özelliklere göre yapılan değerlendirme silajların kalite sınıfı 'çok iyi' olarak bildirilmiştir (Acar & Bostan, 2016). Gümüş vd. (2020) tarafından ise farklı katkılarla hazırlanan Lenox silajların Flieg puanlama sistemine göre değerlendirilmesinde; formik asit katkılı silajların kontrol silajı ile benzer şekilde 'memnuniyet verici', şeker veya arpa katkılı silajların 'iyi', melas katkılı silajların ise 'pekiyi' sınıfında yer aldığı ortaya konmuştur. Silaj içerisinde sağlanan anaerobik koşullar silajın hayvanlara verilmek üzere açıldığı andan itibaren aerobik hale dönüşür. Bu ortam silaj içerisindeki bakteri, maya ve küf mantarları gibi mikroorganizmaların çoğalmasına olanak sağlayarak silajın bozulmasına neden olur (McDonald et al., 1991). Silaj fermentasyonunun istenen yönde oluştuğu

silajlarda dahil yemleme dönemi hava girişi ile besin maddeleri kayıpları meydana gelir. Aerobik stabilite döneminde silajların pH değerleri, CO₂ üretimleri ile maya ve küf sayıları bunun en iyi göstergesidir. Nitekim bu dönemde silajların pH' ları, maya ve küf sayıları ile birlikte CO₂ üretimleri ne derece yüksek ise bozulmanın o kadar çabuk olacağı bildirilmektedir (Okuyucu, 2018). Bu çalışmada kullanılan katkılardan pancar talaşı kontrole göre silajların CO₂ üretimini önemli düzeyde artırmış, diğer katkılar ise düşürmüştür. Yapılan araştırmalar (Filya vd., 2001; Özdüven & Çelebi Çam, 2017) silajlarda aerobik dönemde görülen CO₂ üretimine mayaların neden olduğunu göstermektedir. Ancak bu çalışmada uygulanan 7 günlük aerobik stabilite testi sonunda pH, maya ve küf sayıları belirlenemediği için bu sonucu literatür bildirişleri ile tartışmak mümkün olmamıştır. Ancak 60 günlük fermantasyon sonundaki mikrobiyolojik analiz sonuçları incelendiğinde kontrole göre katkı ilaveli tüm gruplarda maya sayısının önemli düzeyde düşük olduğu görülmektedir. Küf ise sadece saman ve pancar talaşı ilaveli silaj örneklerinde saptanmıştır. Yedi günlük aerobik stabilite testi sonunda YŞ+Pancar talaşı silaj örneklerinde saptanan yüksek CO₂ üretimi SÇK içeriğinin yüksekliğine dayandırılabilir. Yani yüksek SÇK mayaların gelişimi için önemli bir besin kaynağı oluşturmuş olabilir. Nitekim Okuyucu (2018) tarafından da aerobik dönemde mayaların yoğun bir CO₂ üretimine neden olarak silajların aerobik stabilitelelerini düşürebileceği bildirilmiştir. Çalışmada, aerobik stabilite testinin sonunda yapılan görsel değerlendirmeye göre tüm deneme grubu silaj örneklerinde küflenme gözlemlenirken YŞ+Pancar talaşı grubu silaj örneklerinde 4 (yüzeyi kısmen küf ile kaplı, bölge küflenmiş yüzeyleri olan silaj) ile en yüksek, en düşük ise 2 (noktalar halinde yüzeye yayılmış bir şekilde küf içeren silaj) ile soldurma ve YŞ+Kepek grubu silaj örneklerinde gözlemlenmiştir. Kontrol ve saman ilaveli gruplara ait silaj örneklerinde ise 3 yani noktalar halinde yüzeye yayılmış bir şekilde küflenme gözlenmiştir. Kaba yemlerin tüm değerinin tanımlanmasında kullanılan NYD indeksinin esası tam çiçekteki yoncanın 100 olarak kabul edilmesine dayandırılır (Henning et al., 2000). Kabul edilen bu değer altına düştükçe yem kalitesi düşmekte, yükselmesi durumunda ise yemin kalitesi artmaktadır (Moore & Undersander, 2002). Bu çalışmada; kontrol, soldurma, YŞ+Saman, YŞ+Kepek ve YŞ+Pancar talaşı grubu silaj örneklerinin SKM'leri sırasıyla %58.35, %59.49, %56.22, %65.85, %65.16; KMT'leri %2.51, %2.53, %2.08, %2.50, %2.73 olarak saptanmıştır. Sindirilebilir kuru madde ve KMT değerlerinden yararlanılarak hesaplanan NYD ise sırasıyla 113.68, 116.87, 90.48, 127.54, 138.04 olarak bulunmuştur. Sindirilebilir kuru madde yemin ADF, KMT ise yemin NDF değeri kullanılarak hesaplanan parametrelerdir. Ot tipi YŞ'na pancar talaşı ilavesi ile silajların NDF içeriğindeki düşüğe bağlı olarak NDF içeriğine göre hesaplanarak bulunan KMT değeri kontrole göre önemli düzeyde artmıştır. Hücre duvarı bileşenlerinden yararlanılarak hesaplanan ME değerleri incelendiğinde sadece YŞ+Pancar talaşı silaj örneklerine ait ortalama ME_{NDF}, ME_{ADF} ve ME_{ADL} değerleri kontrol grubu silaj örneklerine ait ortalama ME_{NDF}, ME_{ADF} ve ME_{ADL} değerlerine göre önemli düzeyde yüksek olduğu görülmektedir. Bunun nedeni de bu gruplara ait silaj örneklerindeki NDF, ADF, ADL içeriklerinin en düşük değere sahip olmasıdır. Ham besin madde (HP, HY, HS) değerleri kullanılarak hesaplanan ME_{HBM} değerlerinde ise en yüksek ortalama YŞ+Kepek grubuna, en düşük ortalama ise YŞ+Saman grubuna ait olduğu dikkati çekmektedir. Ham protein içeriği yüksek olan kepek ilavesi ile ME_{HBM} değerindeki artış, protein içeriği düşük ancak selülozca zengin olan saman ilavesi sonucunda ME_{HBM} değerindeki düşüş beklenen bir sonuç olarak değerlendirilebilir.

SONUÇ

Bu çalışmadan elde edilen bulgulara göre, çiçeklenme sonunda biçilen 'Lenox' çeşidi ot tipi yem şalgamı bitkisinin soldurarak ve buğday kepeği ilave edilerek silolanması silajların fermantasyon özelliklerini, aerobik stabilitesini ve yem değerini iyileştirmiştir. Pancar talaşı ilavesinin silaj fermantasyonu, NYD ve ME değeri üzerine olumlu etkisine karşılık aerobik stabilite üzerindeki olumsuz etkisi, ileri çalışmalarda pancar talaşının soldurma ile birlikte daha düşük dozlarda kullanımına dikkat çekmektedir. Bu çalışmada saman incelenen birçok kalite kriterleri ve yem değeri açısından diğer

katkıların gerisinde sonuç vermiştir. Ancak ileriki çalışmalarda yem şalgamı silajında samanın melas ile birlikte kullanımının etkilerinin araştırılması önerilebilir. Sonuç olarak, bu çalışma ile ot tipi yem şalgamının silaj kalitesi ve yem değeri açısından soldurularak veya buğday kepeği, pancar talaşı katkılarıyla silolanabileceği ortaya konmuştur. Protein içeriği yüksek ve kuraklığa dayanıklı ot tipi yem şalgamı bitkisinin sürdürülebilir hayvancılık açısından alternatif bir yem bitkisi olarak kullanımı önem taşımaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu makale birinci sıradaki yazarın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir. Çalışma, Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinatörlüğü tarafından FYL-2019-20182 numaralı proje olarak desteklenmiştir. Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinatörlüğüne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Acar, Z. & M. Bostan, 2016. Değişik doğal katkı maddelerinin yonca silajının kalitesine etkilerinin belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 31 (3): 433-440. Doi: 10.7161/omuanajas.269998.
- Anonymous, 1986. The Analysis of Agricultural Material. Third Ed. Reference Book, No: 427, London, 428 pp.
- Anonymous, 2018. Hayvancılığın kaba yem umudu: Şalgam otu. (Web sayfası: <https://www.tarimdanhaber.com/tarim-ve-ziraat-bilgi-bankasi/hayvanciligin-kaba-yem-umudu-salgam-otu-h1313.html>) (Erişim Tarihi: Kasım 2018).
- Anonymous, 2019a. Ot tipi yem şalgamı (Yemlik kolza). (Web sayfası: <http://www.yembitkileri.gen.tr/ot-tipi-yem-salgami-yemlik-kolza>) (Erişim tarihi: Temmuz 2019).
- Anonymous, 2019b. Yemlik kanola (Ot tipi yem şalgamı, Lenox). (Web sayfası: <https://www.amasyadisyb.org/sut/yembitki/9>) (Erişim tarihi: Temmuz 2019).
- AOAC, 2000. Official Methods of Analysis. 17th Ed., The Association of Official Analytical Chemists International, Washington D.C., USA.
- Ashbell, G., Z.G. Weinberg, A. Azrieli, Y. Hen & B. Horev, 1991. A simple system to study the aerobic deterioration of silages. Canadian Agricultural Engineering, 33 (2): 391-393.
- Basmacıoğlu, H. & M. Ergül, 2002. Silaj mikrobiyolojisi. Hayvansal Üretim, 43 (1): 12-24.
- Bolsen, K.K., G. Ashbell & Z.G. Weinberg, 1996. Silage fermentation and silage additives. Review, Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 9 (5): 483-494. <https://doi.org/10.5713/ajas.1996.483>.
- Campbell, B., 2014. Small-scale silage production: A resource for smallholder farmers. (Web page: https://www.academia.edu/11444994/Small-Scale_Silage_Production_A_Resource_for_Smallholder_Farmers) (Date accessed: July, 2019).
- Can, A., N. Denek & K. Yazgan, 2003. Şeker pancarı yaprağına değişik katkı maddeleri ilavesinin silaj kalitesi ile *in vitro* kuru madde sindirilebilirlik düzeylerine etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 14 (2): 26-29.
- Canbolat, Ö., H. Kalkan, Ş. Karaman & İ. Filya, 2010. Üzüm posasının yonca silajlarında karbonhidrat kaynağı olarak kullanılma olanakları. Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 16 (2): 269-276. DOI:10.9775/kvfd.2009.679.
- Catchpole, V.R. & E.F. Henzell, 1971. Silage and silage making from tropical herbage species. Herbage Abstracts, 41 (3): 213-221.
- Chen, J., M. Ding & D.S. Pederson, 1994. Binding of TFIIID to the CYC1 TATA boxes in yeast occurs independently of upstream activating sequences. Proc Natl Acad Sci USA, 91 (25): 11909-13. DOI: 10.1073/pnas.91.25.11909.
- Cummins, B., P. O'Kiely, M.G. Keane & D.A. Kenny, 2007. Conservation characteristics of grass and dry sugar beet pulp co-ensiled after different degrees of mixing. Irish Journal of Agricultural and Food Research, 46 (2): 181-193.
- Çetin, İ., 2017. Farklı katkı maddeleri ile silolan yem şalgamının (*Brassica rapa* L.) bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi. Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, 55 s.
- DLG, 1987. Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft. Bewertung von grünfütter, silage und heu. Merkblatt, No: 224, DLG-Verlag, Frankfurt am Main, 112 pp.

- Doğan-Daş, B., 2019. Lenox (*Brassica rapa* L.) bitkisine farklı düzeylerde buğday samanı ve melas ilavesinin silaj kalitesi, kuzularda canlı ağırlık artışı ve sindirilebilirlik değerlerine etkisi. Doktora Tezi, Harran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 75 s.
- Dumlu Gül, Z., M. Tan, D. Fayetörbay Kaynar & K. Kharazmi, 2015. Effects of some additives, harvest stage and wilting on quality characteristics of alfalfa silage. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 46 (2): 113-118.
- Ergül, M., 2008. Karma Yemler ve Karma Yem Teknolojisi (4. Basım). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 384, İzmir, Türkiye, 220 s.
- Ergün, A., Ş.D. Tuncer, İ. Çolpan, S. Yalçın, G. Yıldız, M.K. Küçükersan, S. Küçükersan, A. Şehu & P. Saçaklı, 2016. Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi (Genişletilmiş 6. Basım). Ankara, 464 s.
- Filya İ., 2001. Silaj fermentasyonu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32 (1): 87-93.
- Filya, İ., A. Karabulut, H. Kalkan & E. Sucu, 2001. Bakteriyal inokulantların sorgum silajlarının fermentasyon, aerobik stabilite ve rumen parçalanabilirlik özellikleri üzerine etkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 7 (2): 112-119.
- Geren, H., G. Demiroğlu & R. Avcıoğlu, 2002. Bazı yem şalgamı (*Brassica rapa* L.) çeşitlerinin verim özellikleri üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 39 (1): 47-53.
- Goering, H.K. & P.J. Van Soest, 1970. Forage fiber analyses (Apparatus, reagents, procedures, and some applications). Agriculture handbook No: 379, Agriculture Reseach Service USDA, Washington DC, USA, 20 pp.
- Gümüş, H., F. Karakaş Oğuz, M.N. Oğuz, K.E. Buğdaycı & E. Kuter, 2020. The effects of different additives on the fermentation and physical characteristics of Lenox silage. Journal of Faculty of Veterinary Medicine, Erciyes University, 17 (1): 39-44. DOI: 10.32707/ercivet.697756.
- Hart, S.P. & F.P. Horn, 1987. Ensiling characteristics and digestibility of combinations of turnips and wheat straw. Journal of Animal Science, 64 (6): 1790-1800.
- Henning, J.C., G.D. Lacefield & D. Amaral-Philips, 2000. Interpreting Forage Quality Reports. Cooperative Extension Service, University of Kentucky College of Agriculture, Lexington, ID-101.
- Keleş, G., 2017. Silaj katkıları. Türkiye Klinikleri Animal Nutrition and Nutritional Diseases-Special Topics, 3 (3): 171-180.
- Kılıç, A., 1986. Silo Yemi (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri). Bilgehan Basımevi, İzmir, 327 s.
- Kleinschmit, D.H. & L. Kung, 2006. The effects of *Lactobacillus buchneri* 40788 and *Pediococcus pentosaceus* R1094 on the fermentation of corn silage. Journal of Dairy Science, 89 (10): 3999-4004.
- Koch, D.W. & A. Karakaya, 1998. Extending the Grazing Season with Turnips and Other Brassicas. Wyoming cooperative Extension Service Bulletin, University of Wyoming, College of Agriculture, No: B-1051.
- Koç, F., L. Coşkuntuna & M.L. Özdüven, 2008. The effect of bacteria + enzyme mixture silage inoculant on the fermentation characteristic, cell wall contents and aerobic stabilities of maize silage. Pakistan Journal of Nutrition, 7 (2): 222-226. DOI: 10.3923/pjn.2008.222.226.
- Kurtoğlu, V., 2011. Silaj ve Silaj Katkıları, Aybil Yayınevi, Konya.
- Levendöğlü, T. & M.A. Karanlı, 2010. Yaş şeker pancarı posasının buğday kepeği ile birlikte silolanma olanakları ile silaj kalitesi ve sindirilebilirliğinin belirlenmesi (I. Silaj kalitesi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 21 (3): 175-178.
- Malhatun-Çotuk, G., 2016. Yonca silajına kepek ve puding ilavesinin silaj fermentasyonu, aerobik stabilite ve *in vitro* sindirilebilirlik üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 41 s.
- McDonald, P., A.R. Henderson & S.J.E. Heron, 1991. The Biochemistry of Silage. 2nd Ed., Chalcombe Publication, Marlow, UK. England, 340 pp.
- McDonald, P., R.A. Edwards & J.F.D. Greenhalgh, 1988. Animal Nutrition. 4th Ed., Longman Scientific and Technical, 543 pp.
- Merry, R.J., R.F. Cussen & R. Jones, 1993. Biological silage additives. Ciencia Investigation Agraria, 20 (2): 2-29.
- Moore, J.E. & D.J. Undersander, 2002. "Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index, 16-32". In Proceedings of the 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium (10-11 January), Gainesville, USA.
- Naumann, C. & R. Bassler, 1993. Die Chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Methodenbuch, Band III. 3. Erg., Verlag Naumann, Melsungen, DEU.

- Okuyucu, B., 2018. Laktik asit bakterisi ve enzim karışımı inokulant ilavesinin yonca silajlarında fermentasyon, aerobik stabilite ve yem değeri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 92 s.
- Olmstead, M.A., 2006. Cover crops as a floor management strategy for pacific northwest vineyards, Washington State Univ. Extension, (Web page: <http://pubs.cahnrs.wsu.edu/publications/wp-content/uploads/sites/2/publications/eb2010.pdf>) (Date accessed: November, 2018).
- Elferink, S.J.W.H.O., F. Driehuis, J.C. Gottschal & S.F. Spoelstra, 1999. "Silage fermentation processes and their manipulation, 1-28". Proceedings of the FAO Electronic Conference on Tropical Silage (1 September - 15 December), No: 161.
- Öten, M., S. Kiremitçi & O. Çınar, 2016. Bazı yem bitkileri ve karışımlarıyla hazırlanan silajların silaj kalitelerinin farklı yöntemlerle belirlenmesi. ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 26 (2): 33-43.
- Özdüven, M.L. & A. Çelebi Çam, 2017. The effects of bacterial inoculants and/or enzymes on the fermentation characteristics and aerobic stability of alfalfa ensiled at different stages of maturity. International Journal of Current Research, 9 (2): 45983-45988.
- Petterson, K., 1988. Ensiling of forages: factors affecting silage fermentation and quality. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Nutrition and Management, Uppsala, 46 pp.
- Playne, M.J. & P. McDonald, 1966. The buffering constituent of herbage and of silage. Journal of the Science of Food and Agriculture, 17: 264-268. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740170609>.
- Rao, S.C. & F.P. Horn, 1995. Cereals and brassicas for forage. The Science of Grassland Agriculture, Ames, 5th ed., Iowa State Univ. Press, 451-462 pp.
- Rondahl, T., J. Bertilsson & K. Martinsson, 2011. Effects of maturity stage, wilting and acid treatment on crude protein fractions and chemical composition of whole crop pea silages (*Pisum sativum* L.). Animal Feed Science and Technology, 163 (1): 11-19. DOI:10.1016/j.anifeedsci.2010.09.017.
- Sargın, H.G. & N. Denek, 2017. Effect of adding different levels of dried molasses sugar beet pulp on the silage quality and in vitro digestibility of wet tomato pomace silage. Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 6: (1): 84-89.
- Seale, D.R., G. Pahlow, S.F. Spoelstra, S. Lindgren, F. Dellaglio & J.F. Lowe, 1990. "Methods for the microbiological analysis of silage, 147-164". Proceeding of The Eurobac Conference, Uppsala, Sweden.
- Seglar, W.J., 2003. "Fermentation analysis and silage quality testing, 119-135". In: Proceedings of the Minnesota Dairy Health Conference (20 May 2003), Retrieved from the University of Minnesota Digital Conservancy, USA.
- Sincik, M., E. Sozen, K.C. Falk, T. Goksoy & E. Acikgoz, 2014. Heterosis and Combining Ability in a Diallel Cross of Turnip Rape Genotypes. Turkish Journal of Field Crops, 19 (2): 219-225. DOI:10.17557/tjfc.27610.
- Sincik, M., U. Bilgili, A. Uzun & E. Acikgoz, 2007. Short communication. Harvest stage effects on forage yield and quality for rape and turnip genotypes. Spanish Journal of Agricultural Research, 5 (4): 510-516. DOI:10.5424/sjar/2007054-286.
- SPSS, 2007. Statistical Package for the Social Sciences. PASW Statistics for Windows, Version 16.0. Chicago: SPSS Inc.
- TSE, 1991. Türk Standardları Enstitüsü. Hayvan yemleri-metabolik (çevrilebilir) enerji tayini (kimyasal metod), TS 9610, Aralık 1991, Ankara.
- TÜİK, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel üretim istatistikleri, (Web sayfası: www.tuik.gov.tr) (Erişim tarihi: Ekim 2020).
- Tyrolová, Y. & A. Výborná, 2011. The effects of wilting and biological and chemical additives on the fermentation process in field pea silage. Czech Journal of Animal Science, 56 (10): 427-432. DOI:10.17221/3235-CJA.
- Van Dyke, N.J. & P.M. Anderson, 2000. Interpreting a forage analysis. Alabama Cooperative Extension, Circular ANR-890.
- Van Soest, P.J., 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd Ed., Cornell University Press, Ithaca, 476 pp.