



T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü



**OT TİPİ YEM ŞALGAMI (*Brassica rapa* L.) SİLAJINDA
SOLDURMANIN VE FARKLI KATKILARIN
FERMANTASYON VE AEROBİK STABİLİTE
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Yüksek Lisans Tezi

Mehmet Efe DENEN

Zootečni Anabilim Dalı

İzmir
2019

T.C.
EGE ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

**OT TİPİ YEM ŞALGAMI (*Brassica rapa* L.) SİLAJINDA
SOLDURMANIN VE FARKLI KATKILARIN
FERMANTASYON VE AEROBİK STABİLİTE
ÜZERİNE ETKİLERİ**

Mehmet Efe DENEN

Danışman: Prof. Dr. Hatice BASMACIOĞLU MALAYOĞLU

Zootekni Anabilim Dalı
Yemler ve Hayvan Besleme Yüksek Lisans Programı

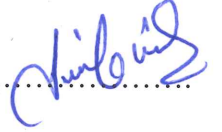
İzmir
2019

Mehmet Efe DENEN tarafından Yüksek Lisans tezi olarak sunulan “Ot Tipi Yem Şalgamı (*Brassica rapa* L.) Silajında Soldurmanın ve Farklı Katkıların Fermantasyon ve Aerobik Stabilite Üzerine Etkileri” başlıklı bu çalışma EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 15.11.2019 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oy birliği/~~oy çokluğu~~ ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

İmza

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Hatice B. MALAYOĞLU

.....


Raportör Üye : Prof. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN

.....


Üye : Doç. Dr. Gülcan DEMİROĞLU TOPÇU

.....


EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

EÜ Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Ot Tipi Yem Şalgamı (*Brassica rapa* L.) Silajında Soldurmanın ve Farklı Katkıların Fermantasyon ve Aerobik Stabilitate Üzerine Etkileri” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

15/11/2019

Mehmet Efe DENEN

ÖZET

OT TİPİ YEM ŞALGAMI (*Brassica rapa* L.) SİLAJINDA SOLDURMANIN VE FARKLI KATKILARIN FERMANTASYON VE AEROBİK STABİLİTE ÜZERİNE ETKİLERİ

DENEN, Mehmet Efe

Yüksek Lisans Tezi, Zootečni Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hatice BASMACIOĞLU MALAYOĞLU

Kasım 2019, 77 sayfa

Bu çalışma, ‘Lenox’ çeşidi ot tipi yem şalgamı (*Brassica rapa* L.) silajında soldurmanın ve farklı katkıların (buğday samanı, buğday kepeği ve pancar talaşı) silaj fermentasyonu ve aerobik stabilite üzerine etkilerini ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada; yem şalgamının (YŞ) soldurulmadan veya katkı ilave edilmeden doğrudan (Kontrol), soldurularak (Soldurma) veya sırasıyla buğday samanı (YŞ+Saman), buğday kepeği (YŞ+Kepek) ve pancar talaşı (YŞ+Pancar talaşı) ilave edilerek silolanması şeklinde 5 farklı deneme grubu oluşturulmuştur. Denemede, tüm katkıları silaj karışımının KM içeriği % 30 ± 0.5 olacak şekilde taze materyale 120 g/kg düzeyinde ilave edilmiştir. Silaj materyalleri kapaklı 1 l’lik cam kavanozlara 5 tekerrürlü sıkıştırılarak 60 gün süreyle fermentasyon oluşumuna bırakılmıştır. Silolama döneminin sonunda açılan tüm silajlara 7 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmıştır. Soldurma ve katkı ilavesi silajların KM içeriğini önemli düzeyde ($P < 0.05$) artırırken pH değerini etkilememiştir ($P > 0.05$). Silolama öncesi yem şalgamının soldurulması, silajların amonyak-nitrojeni ($\text{NH}_3\text{-N}$) içeriğini ve maya sayısını düşürmüş, suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) içeriği, *Lactobacillus* sayısı ve aerobik stabilitesini artırmıştır. Saman ilavesi silajların ham protein (HP), SÇK, nisbi yem değeri (NYD) ve metabolik enerji (ME) değerini (ME_{HBM} ve ME_{NDF}) düşürmüş, asetik asit, nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), hemiselüloz ve selüloz içeriğini artırmıştır. Kepek ilavesi ile silajların ham kül, $\text{NH}_3\text{-N}$, asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve maya içeriği düşmüş, HP içeriği, *Lactobacillus* sayısı, aerobik stabilitesi, NYD,

ME (ME_{HBM} ve ME_{ADF}) değeri artmıştır. Pancar talaşı ilaveli silajlarda en yüksek SÇK içeriği, kuru madde tüketimi (KMT), NYD, ME_{NDF} ve ME_{ADL} değeri, en düşük NH_3-N , NDF, ADF, asit deterjanda çözünmeyen lignin (ADL) ve hemiselüloz içeriği ve maya sayısı elde edilmiştir. Soldurma, saman ve kepek ilavesi silajların aerobik stabilitesini artırırken pancar talaşı ilavesi silajların aerobik stabilitesini düşürmüştür. Araştırma sonucunda, soldurma, buğday kepeği ve pancar talaşı ilavesi ‘Lenox’ çeşidi yem şalgamı silajların silaj fermentasyon özelliklerini ve yem değerini iyileştirmiş, aerobik stabilitesini (pancar talaşı hariç) artırmıştır.

Anahtar kelimeler: Ot tipi yem şalgamı, buğday samanı, buğday kepeği, pancar talaşı, silaj fermentasyonu, aerobik stabilite.

ABSTRACT**THE EFFECTS OF WILTING AND DIFFERENT ADDITIVES ON
SILAGE FERMENTATION AND AEROBIC STABILITY OF
FORAGE TURNIP SILAGE (*Brassica rapa* L.)**

DENEN, Mehmet Efe

MSc in Animal Science

Supervisor: Prof. Dr. Hatice BASMACIOĞLU MALAYOĞLU

November 2019, 77 pages

This study was carried out 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. In the study, 5 different experimental groups have been formed by ensiling of forage turnip (FT) unwilted or without additives (Control), wilted (Wilting), with straw (FT+Straw), wheat bran (FT+Bran) and dried sugar beet pulp (FT+Dried Sugar Beet Pulp) respectively. In this trial, all additives were supplemented to fresh material at 120 g/kg level to obtain a silage mixture with 30±0.5% DM. Silage materials were compressed into 1 L glass jars with 5 replicate and allowed to be fermented for 60 days. At the end of the ensiling period, all silages were subjected to an aerobic stability test for 7 days. Wilting and different additives significantly ($P<0.05$) increased DM content of the silages but did not affect pH value of silages ($P>0.05$). Wilting forage turnip prior to ensiling decreased ammonia-N ($\text{NH}_3\text{-N}$) content and yeast count, and increased in water soluble carbohydrates (SÇK) content, *Lactobacillus* count, aerobic stability of silages. The straw supplementation decreased crude protein (CP), WSC, relative feed value (RFV) and metabolisable energy (ME) value (ME_{CN} and ME_{NDF}), and increased acetic acid, neutral detergent fiber (NDF), hemicellulose and cellulose of silages. An increase in CP content, *Lactobacilli* count, aerobic stability, RFV, ME_{CN} value, and decrease in crude ash (CA), $\text{NH}_3\text{-N}$, acid detergent fiber contents and yeast count of silages supplemented wheat bran were determined. The highest

WSC content, dry matter intake (DMI), RFV, ME (ME_{NDF} , ME_{ADL}) values, and the lowest NDF, ADF, acid detergent lignin (ADL) and hemicellulose obtained from silages supplemented with dried sugar beet pulp. Although wilting, straw and bran supplementation increased aerobic stability, dried sugar beet pulp supplementation decreased aerobic stability in silages. As a result of research, wilting, wheat bran and dried sugar beet supplementation improved fermentation characteristics and feed value, increased aerobic stability (except for dried sugar beet) of forage turnip variety 'Lenox' silages.

Keywords: Forage turnip, wheat straw, wheat bran, dried sugar beet pulp, silage fermentation, aerobic stability.

ÖNSÖZ

Ruminant hayvanların beslenmesinde kaba yemlerin sindirim fizyolojisi, hayvansal üretim verimliliği ve karlılığı açısından önemi bilinen bir gerçektir. Ülkemizde çayır mera alanları ile yem bitkileri ekilişlerinden sağlanan ortalama 10 milyon ton kaliteli kaba yem mevcut hayvan varlığımızın kaba yem ihtiyacını karşılamaktan oldukça uzak olup bu durum hayvancılığımızın en önemli sorunudur. Bu sorunun çözümünde yem bitkileri ekim alanının artırılması, çayır meraların ıslahı, ekim planlaması, alternatif yem bitkileri ekiminin ve kullanımının artırılması önem taşımaktadır.

Son yıllarda alternatif bir yem bitkisi olarak ot tipi yem şalgamı (*Brassica rapa* L.)'nın ülkemizde gittikçe ekimi ve kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır. Söz konusu bitkinin yüksek protein içeriği yanında özellikle kurak koşullara dayanıklılığı değişen iklim koşullarına bağlı olarak sürdürülebilir hayvancılık açısından son derece önemlidir. Bu bağlamda ot tipi yem şalgamının 'Lenox' çeşidi Tarım ve Orman Bakanlığı desteklemeleri kapsamında olup birçok ilde ekimi yapılmaktadır. Ancak söz konusu bitkinin ve silajının besin madde içeriğini, kalitesini ve yem değerini ortaya koyan bilimsel çalışmaların sayısı azdır. Ot tipi yem şalgamının su içeriğinin yüksek olması silaj olarak kullanımını sınırlandıran en önemli etkidir. Dolayısıyla bu çalışmada çiçeklenme sonunda hasat edilen ot tipi yem şalgamı bitkisinin soldurularak veya farklı katkılarla hazırlanan silajlarının fermentasyon özellikleri ile aerobik stabiliteleri araştırılarak silolanabilirliği ortaya konmuştur.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar gerek uygulamaya ve gerekse bilimsel çalışmalara önemli kaynak oluşturacak niteliktedir.

İZMİR

15/11/2019

Mehmet Efe DENEN

İÇİNDEKİLERSayfa

İÇ KAPAK	ii
KABUL VE ONAY	iii
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI.....	v
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ	xi
İÇİNDEKİLER	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Silaj Fermantasyonu	3
2.2 Silaj Kalitesini Etkileyen Faktörler	6
2.2.1 Soldurma.....	7
2.2.2 Silaj katkı maddeleri kullanımı.....	7

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

2.3 Aerobik Stabilité	11
2.4 Yem Şalgamı (<i>Brassica rapa</i> L.)	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1 Materyal	17
3.1.1 Silajlık materyal ve katkıları	17
3.1.2 Silajların hazırlanması.....	18
3.2 Yöntem.....	19
3.2.1 Kimyasal analizler.....	19
3.2.2 Mikrobiyolojik analizler	22
3.2.3 Fiziksel analizler ve Flieg puanlama.....	23
3.2.4 Aerobik stabilite testi	24
3.2.5 Hesaplamalar.....	25
3.2.6 İstatistiksel analizler.....	27
4. BULGULAR.....	28
4.1 Silajlık Bitki Materyali ile Katkıların Kimyasal Kompozisyonu ve Mikrobiyolojik Özellikleri	28

İÇİNDEKİLER (devam)Sayfa

4.2 Silajların Ham Besin Madde İçerikleri ve Fermantasyon Özellikleri	30
4.3 Silajların Hücre Duvarı Bileşenleri	37
4.4 Silajların Mikrobiyolojik Özellikleri	41
4.5 Silajların Fiziksel Özelliklerine ve Flieg Puanlamaya Göre Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar	42
4.6 Silajların Aerobik Stabilitate Test Sonuçları	44
4.7 Silajların Nisbi Yem Değerleri	45
4.8 Silajların Metabolik Enerji Değerleri	47
5. TARTIŞMA	51
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	62
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	65
TEŞEKKÜR	76
ÖZGEÇMİŞ.....	77

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Yem şalgamı (<i>Brassica rapa</i> L.)'nın ot (a) ve yumru (b) tipi.....	12
3.1 Ot tipi yem şalgamı yem bitkisi ile saman (a), buğday kepeği (b) ve pancar talaşı (c) karışımlarının hazırlanması	18
3.2 Cam kavanozlara sıkıştırılmış silajlık materyal ile karışımlar	19
3.3 Aerobik stabilite testinin uygulanması.....	25
4.1 Silajların KM içerikleri (g/kg KM) ve pH değerleri ($\bar{x} \pm S$)	31
4.2 Silajların HK, HP ve HS içerikleri, g/kg KM ($\bar{x} \pm S$)	33
4.3 Silajların NH_3N (g/kg TN) ve SÇK (g/kg KM) içerikleri ($\bar{x} \pm S$).....	35
4.4 Silajların LA ve AA içerikleri, g/kg KM ($\bar{x} \pm S$)	37
4.5 Silajların NDF, ADF ve ADL içerikleri, g/kg KM ($\bar{x} \pm S$)	39
4.6 Silajların hemiselüloz ve selüloz içerikleri, g/kg KM ($\bar{x} \pm S$).....	40
4.7 Silajların <i>Lactobacilli</i> ve maya içerikleri, $\log_{10}$ kob/g KM ($\bar{x} \pm S$).....	42
4.8 Aerobik stabilite testi sonunda silajlarda CO_2 üretimi, g/kg KM ($\bar{x} \pm S$).....	44
4.9 Silajların KMT (%), SKM (%) ve NYD değerleri ($\bar{x} \pm S$).....	46
4.10 Silajların ME değerleri, kcal/kg KM ($\bar{x} \pm S$).....	49

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Bazı yeşil yemlerin silolanma güçlerine göre sınıflandırılması.....	8
2.2 Buğday kepeğinin ham besin madde içeriği (%) ve ME değeri (Mcal/kg)	10
2.3 Yaş ve kuru şeker pancarı posasının ham besin madde içerikleri, %	11
2.4 Yem şalgamı ve diğer bazı yem bitkilerinin besin madde içerikleri (%) ve ME değerleri (kcal/kg KM).....	14
3.1 Deneme gruplarına ait özellikler.....	17
3.2 Silajların fiziksel özelliklerinin DLG değerlendirme anahtarına göre değerlendirilmesi	23
3.3 Flieg puanına göre kalite sınıfı	24
4.1 Başlangıç materyali ve silaj katkılarının kimyasal kompozisyonu ve mikrobiyolojik özellikleri	29
4.2 Silajların besin madde içerikleri ve fermantasyon özellikleri.....	30
4.3 Silajların hücre duvarı bileşenleri, g/kg KM	38
4.4 Silajların <i>Lactobacilli</i> , maya ve küf içerikleri, log ₁₀ kob /g KM.....	41
4.5 Silajların DLG değerlendirme anahtarına ve Flieg puanlamaya göre değerlendirilmesine ilişkin sonuçlar	43
4.6 Silajların aerobik stabilite test sonuçları	44

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)ÇizelgeSayfa

4.7 Silajların SKM (%), KMT (%) ve NYD değerleri45

4.8 Silajların ME değerleri47



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
%	Yüzde
°C	Santigrad derece
CO ₂	Karbondiyoksit
C ₃ H ₆ O ₃	Laktik asit
C ₆ H ₁₂ O ₆	Glikoz
C ₄ H ₈ O ₆	Bütirik asit
Cm	Santimetre
Dk	dakika
G	Gram
H ₂	Hidrojen
HCl	Hidroklorik asit
Kcal	Kilokalori
Mcal	Megakalori
Kg	Kilogram
KOH	Potasyum hidroksit
Kob	Koloni oluşturan birim

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
L, l	Litre
Mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
m	Metre
Nm	Nanometre
NaOH	Sodyum hidroksit
O ₂	Oksijen

Kısaltmalar

AA	Asetik asit
AAB	Asetik asit bakterileri
ADF	Asit deterjanda çözünmeyen lif
ADL	Asit deterjanda çözünmeyen lignin
BA	Bütirik asit
CAA	Canlı ağırlık artışı
DH	Doğal halde

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
HBM	Ham besin maddeleri
HK	Ham kül
HP	Ham protein
HS	Ham selüloz
HY	Ham yağ
HS	Ham selüloz
KM	Kuru madde
KMK	Kuru madde kaybı
KMT	Kuru madde tüketimi
LA	Laktik asit
LAB	Laktik asit bakterileri
ME	Metabolik enerji
NDF	Nötr deterjanda çözünmeyen lif
NH ₃ -N	Amonyak azotu
NYD	Nispi yem değeri
OM	Organik madde

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
PA	Propiyonik asit
SÇK	Suda çözünebilir karbonhidrat
SKM	Sindirilebilir kuru madde
TN	Toplam nitrojen
TK	Tamponlama kapasitesi

1. GİRİŞ

Yeterli ve dengeli beslenmede hayvansal gıdalar önemli besin kaynaklarıdır. Ruminant hayvanlardan elde edilen et ve süt gibi ürünler temel hayvansal kaynaklı besinlerdir. Hayvancılık işletmelerinde üretim verimliliği ve karlılığı açısından hayvan besleme ve yem önemlidir. Nitekim işletmede giderlerin %50-70'ini yem masrafları oluşturur. Yem masraflarının aşağıya çekilmesi açısından hayvan beslemede kaba yem kullanımı zorunludur. Söz konusu yem kaynakların ucuz olmaları ile birlikte sindirim fizyolojisi açısından gereklilikleri kullanımlarını zorunlu kılmaktadır. Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğünün 2016 – 2020 mastır plan raporunda ruminant hayvanların kaba yem ihtiyaçları esas itibarıyla çayır meralar, yem bitkileri ve tarla anızları olmak üzere üç ana kaynaktan sağlandığı bildirilmektedir (Anonim, 2016).

Ülke hayvancılığımızın en önemli sorunlarından biri kaliteli ve ucuz kaba yem ihtiyacının yeterli ve sürekli karşılanamamasıdır. Ülkemizde çayır ve meralardan elde ettiğimiz kaba yem miktarı 11.7 milyon ton, tarım arazilerinden elde edilen kaba yem miktarı ise 45.7 milyon tondur (TÜİK, 2018a). Bu değerlere göre üretilen toplam kaba yem kaynağımız 57.4 milyon tondur. Türkiye İstatistik Kurumu hayvansal üretim istatistiklerine göre büyükbaş hayvan varlığımız 17.2 milyon baş, küçükbaş hayvan varlığımız 46.1 milyon baş (TÜİK, 2018b) olup toplam 63.3 milyon baş hayvan varlığımızın sadece yaşama payı için gerekli kaliteli kaba yem gereksinimi ise 80.2 milyon tondur. Bu durumda sadece yaşama payı için gerekli olan toplam kaba yem açığımız 22.8 milyon tondur.

Kaliteli kaba yem ihtiyacının karşılanması amacıyla öncelikle çayır mera alanlarının ıslahı ve yem bitkisi ekim alanlarının artırılması önem arz etmektedir. Bununla birlikte verimin ve kalitenin artırılmasına yönelik üretim tekniklerinin uygulanması ve bunların üreticilere aktarılması, iklim değişikliği nedeniyle kuraklığa dayanıklı yem bitkilerin ıslahı ve ekimi, havza bazında ekim planlaması ve alternatif kaba yem kaynaklarının araştırılması gibi temel konular büyük önem taşımaktadır.

Alternatif yem bitkisi olarak kullanılan Brassica türleri dünyanın birçok bölgesinde kaba yem üretiminin kısıtlı olduğu dönemlerde yem açığını kapatmak amacıyla yetiştirilirler. Brassica türü yem bitkilerinin başında yem şalgamı (*Brassica rapa* L.), yem kolzası (*Brassica napus* ssp. *oleifera*) ve yem lahanası (*Brassica oleracea*) başta gelmektedir. Bunlardan yem şalgamı (*Brassica rapa* L.) alternatif bir kaba yem kaynağı olup yüksek protein, enerji ve sindirilebilir besin maddesi içerir (Rao and Horn, 1995). Yem şalgamı, aynı zamanda nematodlar, fungal patolojileri (*Rhizoctonia*) gibi toprak kaynaklı hastalıkların oluşumunda etkili yabancı otlar ve diğer zararlı böcekleri kontrol altına almak için bir biyolojik bitki örtüsü olarak kullanılmaktadır (Olmstead, 2006). Türkiye’de ot tipi yem şalgamı (*Brassica rapa* L.)’nın ‘Lenox’ çeşidinin TÜİK (2018a) yılı verilerine göre ekim alanı 56.914 dekar ve üretim miktarı 298.373 ton civarındadır. Ülkemizde 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).

Bu çalışmada; kaliteli kaba yem üretiminin arttırılmasına yönelik olarak alternatif kaba yem kaynağı olan ot tipi yem şalgamı bitkisinin doğrudan veya kuru madde içeriğini yükseltmek amacıyla soldurarak veya farklı katkılarla (buğday samanı, buğday kepeği ve pancar talaşı) silolanmasının silaj fermentasyonu ve aerobik stabilite üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

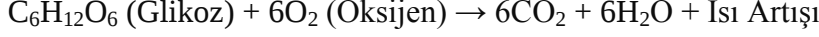
Silolama yeşil ve yüksek su içeriğine sahip yemlerin oksijensiz ortamda fermentasyona bırakılarak depolanmasına verilen isim; silaj ise bu teknik sonucu elde edilen üründür (Tıknaçoğlu, 2009). Hayvancılığı gelişmiş ülkelerde silo yemi, et ve süt sığırları başta olmak üzere geniş getiren hayvanların ekonomik, dengeli ve yeterli beslenmelerinde kullanılan önemli bir kaba yem kaynağıdır (Saner, 1993; Tümer, 1996; Avcıoğlu vd., 1998; Soya vd., 1998). Ülkemiz hayvanlarının beslenmesinde çayır mera alanlarının yetersiz ve niteliksiz olması ile birlikte kış ayları ağır geçen bazı bölgelerde silaj yapımını önemli kılmaktadır. Ülkemizde 1983 yılında kurumsal girişimlerle “Silajın Çiftçi Şartlarında Deneme ve Demonstrasyonları” başarı ile sürdürülmüş ve başta Ege Bölgesi olmak üzere diğer bölgelerde silaj kullanımı yaygınlaşmıştır. Çayır otları, baklagil ve buğdaygil yem bitkileri, endüstri bitkileri ve yan ürünlerinin silajını yapmak mümkündür.

2.1 Silaj Fermantasyonu

Kaliteli silaj yapımında silo içerisinde meydana gelen olayların bilinmesi önemlidir. Silolama işlemi, birbirini izleyen 4 ana döneme ayrılabilir. Bu dönemler sırasıyla: aerobik, anaerobik (fermantasyon), stabil ve aerobik yemleme dönemleridir (Woolford, 1984). Silaj yapımında anaerobik şartlarda laktik asit (LA) fermentasyonu ile silolanmış materyalin pH değerini hızlı bir şekilde düşürmek ve anaerobik şartların sürekliliğini sağlamak temel kuraldır.

Aerobik fermentasyon dönemi silajlık materyalinin hasadı ile başlar ve silolama sonrası 24-48 saate kadar devam eder. Silonun kapatılması ile solunum ve proteoliz gibi istenmeyen iki olay görülür. Her iki olay silo içerisinde aynı zamanda başlar ve devam eder. Yeşil yem biçildiği anda hemen ölmez ve solunuma devam eder ve besin madde parçalanması ile kayıplar başlar. Bitkisel materyalin hava ile temasının durdurulması yani silonun kısa sürede doldurularak kapatılması önemlidir (Woolford, 1999). Bitkideki su %35’e ulaştığında solunum yolu ile besin madde kayıpları hemen hemen durur. Solunum kaybının düzeyi bitkinin biçim çağına göre de farklılık gösterir (Ergül, 2008).

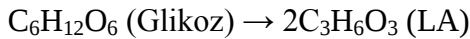
Solunum olayı sırasında siloda ve bitki bünyesinde kalan oksijen kullanılarak bitkinin içerdiği şekerler parçalanmaya başlar. Bu parçalanma sonucunda silo içerisinde karbondioksit ve su açığa çıkar, sıcaklık artmaya başlar.



Proteolizis olayı sırasında bitki bünyesinde bulunan proteaz enzimleri bitkideki proteinleri başta amino asitler ve amonyak olmak üzere, peptid ve amidlere parçalarlar (McDonald et al., 1991). Bu olay sonrasında silajın amonyak azotu (NH₃-N) içeriği artar (Filya, 2001; Ergül, 2008).

Anaerobik faz dönemi silo içerisinde anaerobik koşullar oluştuğunda başlar. Bu dönem silolama koşullarına ve silajlık materyalin özelliklerine bağlı olarak 7-21 gün devam eder. Bu dönemde silolanan materyalin parçalanması sırasında zarar görmeyen bitki hücrelerinin silo içerisinde parçalanması ile bitki özsuyu açığa çıkar. Bu sırada açığa çıkan enzimler bitki bünyesindeki polisakkaritleri parçalayarak laktik asit bakterileri (LAB)'nin gelişimi ve LA üretebilmesi için gerekli olan şekerleri sağlarlar Bununla birlikte proteolitik enzimler ise proteolizis aktivitesini gerçekleştirerek proteinlerin parçalanmasına neden olurlar (Filya, 2001). Bu aşamada farklı mikroorganizma grupları (LAB, AAB, *Enterobakterler*, *Clostridia* bakterileri, küfler ve mayalar) anaerobik olarak gelişirler. İyi silolanmış silajlarda LAB hızlı bir şekilde gelişim göstererek fermantasyonda baskın olurlar. Bu bakteriler bitkinin yapısında bulunan suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK)'ı (özellikle glikoz, fruktoz ve sukroz) kullanarak yüksek miktarda LA ve bir miktar da AA üreterek ortamın pH seviyesini hızla düşürürler (Filya, 2001; Basmacıoğlu ve Ergül, 2002).

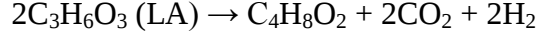
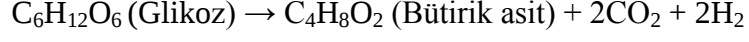
LA bakterileri:



Silaj fermantasyonu açısından istenmeyen mikroorganizmalar grubunda yer alan *Clostridia* türü mikroorganizmalar fermantasyon sırasında bitkinin yapısında

bulunan SÇK'ları ve organik asitleri bütirik aside (BA) dönüştürerek silaj kalitesini ve yem değerini düşürürler (Basmacıoğlu ve Ergül, 2002).

Clostridia grubu bakteriler:



Laktik asit bakterilerinin gelişimi ile silaj fermentasyonunun üçüncü aşaması stabil faz dönemine geçilir. Bu dönem aerobik dönem bittikten sonra başlayan ve silajın hayvanlara yedirilmesi amacıyla açılmasına kadar geçen süredir. Silonun iyi kapatılması ve pH'ın hızlı düşmesi durumunda bu dönemde silo içerisinde biyolojik aktivite düşük düzeydedir ve silajın organik asit kompozisyonunda önemli bir değişim söz konusu değildir. Ancak bir kısım şekerin serbest kalmasıyla hemiselüloz çok düşük oranda kimyasal parçalanmaya uğrayabilir. Aktif fermentasyonun SÇK yetersizliğinden dolayı durması durumunda LAB hemiselülozun parçalanması sonucu serbest kalan şekerleri fermente ederek az bir oranda pH düşüşüne neden olurlar. Ortamın pH'ı yeteri kadar düşük olduğu sürece silaj materyali stabil olarak kalır (Ashbell, 1994; Driehuis et al., 1999; Ergül, 2008).

Aerobik yemleme dönemi silajın hayvanların beslenmesinde kullanılmak üzere silodan alınmaya başlandığı dönemdir. Silo açıldığı zaman silaj yüzeyi yoğun bir oksijen girişine maruz kalır. Silo açıldıktan sonra yemleme dönemindeki mikrobiyal aktivite stabil dönemde siloya oksijen girişi ile oluşan mikrobiyal aktiviteye benzer. Ancak stabil dönemde mikroorganizmalar siloya sızan oksijeni kullandıkları bu dönemde silaj yüzeyinden yoğun oksijen girişi olur ve mikroorganizmalar çok hızlı bir şekilde gelişim gösterirler. Yemleme dönemi sırasında, aerobik mikroorganizmalar silajdaki şekerleri, LA ve AA gibi fermentasyon ürünlerini ve suda çözünebilir karbonhidratları tüketerek büyük miktarda kuru madde ve besin maddeleri kaybına neden olurlar. Bu çözünebilir komponentler solunum olayı ile parçalanmaya uğrarlar. Bunun sonucunda silo içerisinde karbondioksit ve su açığa çıkar, sıcaklık artar. Aerobik bozulma olarak adlandırılan bu olayda aerobik mikroorganizmalardan küf ve mayaların ikincil

fermantasyonu ile bozulmaya başlar. Ancak bazen *Enterobacteriaceae* ve *Bacillus* cinsleri de aerobik bozulmaya neden olabilirler (Muck and Pitt, 1993; Woolford, 1999). Aerobik mikroorganizmaları silajda yüksek oranda sindirilebilir besin maddeleri kaybına neden olmaları yanı sıra bazı mikotoksinleri ve diğer bazı toksik bileşikleri üretirler (Wilkinson, 1999).

2.2 Silaj Kalitesini Etkileyen Faktörler

Silaj, anaerobik koşullarda LAB'nin SÇK'ı fermente ederek LA'e dönüştürülmesi temeline dayanır (Kiraz ve Kutlu, 2016). Besleme değeri açısından bitkisel ürünlerin silolandıktan sonra fermentasyon kalitesi ve hijyenik yapıları çok önemlidir. Silaj kalitesi, özellikle silolanacak materyalin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerine bağlıdır. Silo yemlerinin kaliteleri bakımından değerlendirilmesinde renk, koku, strüktür gibi fiziksel özelliklerinin belirlenmesi önemlidir. Bununla birlikte silaj fermentasyonu sırasında oluşan, pH, NH₃-N ve organik asitlerin miktar ve kompozisyonları da silaj fermentasyonunun kalitesini belirleyen faktörlerdir. Özellikle, silajın pH ve NH₃-N düzeylerinin düşük olması ve fazla miktarda LA, çok az ya da hiç BA içermemesi iyi bir silaj olduğunun bir göstergesidir (Alçiçek ve Özkan, 1997).

Silaj kalitesi açısından silolanacak materyalin başta heksozlar olmak üzere KM'de en az %3-5 düzeyinde fermente olabilir karbonhidrat içermesi ve yeterli düzeyde SÇK'ın bulunması gereklidir. Ortamda yeterli oranda SÇK bulunmaması durumunda ise silaj kalitesi düşmektedir (Filya vd., 2001). Bu nedenle protein içeriği yüksek ancak karbonhidrat içeriği düşük olan silajlık yem bitkilerinin silolanması sırasında fermentasyonu güvence altına almak için kullanılan bazı katkı maddeleri de (mikrobiyal inokulantlar, enzimler) silaj kalitesinin arttırılmasını sağlamaktadır (Filya, 2000). Baklagil yem bitkilerinden kaliteli silaj elde edilmesinde silolamadan önce soldurma işleminin yapılması ve ortamı karbonhidrat yönünden zenginleştiren tahıl kırması, melas, kepek, şeker, peynir altı suyu gibi katkı maddelerinin de kullanılması önerilmektedir. Ayrıca materyalde pH'nın 4.5 altına inebilmesi için %1 oranında sulandırılmış asit ve aynı oranda da tuz kullanılabilir (Ergün vd., 2002). Silaj kalitesini yükseltmek için karbonhidrat kaynağı olarak dane yemlerinde silaj katkı maddesi olarak

kullanılması söz konusudur. Bir diğer silaj kalitesini etkileyen faktörde silajı yapılacak bitkinin hasat zamanıdır. Erken dönemde bitkinin hasadı ile yapılan silajlarda BA yoğunluğunun artması nedeniyle fermantasyonun kalitesi bozulabilir. Aynı zamanda bu bitkilerin KM içerikleri düşük olması nedeniyle bu bitkilere daha fazla soldurma işleminin uygulanması silaj kalitesinin arttırılmasında etkili bir yöntemdir.

2.2.1 Soldurma

Soldurma hasat edilen bitkisel materyalin bir süre suyunun uçurulmasıdır. Özellikle su içeriği yüksek KM içeriği düşük yemlerden kaliteli silaj yapılabilmesi için soldurma işleminin yapılması önemlidir. Soldurma işlemi ile silolanacak materyalin su içeriği düşürülürken oransal olarak ta şeker içeriği artırılmış olacaktır. Silolanacak materyalin en azından %30 KM içerecek şekilde soldurulması silaj fermantasyonunun istenen yönde gerçekleşmesi açısından önemlidir. Hasattan sonra yapılan soldurmanın silolama sırasında silo suyu çıkışını ve proteolizisi azalttığı bildirilse de (Filya, 2001) ancak bazı durumlarda proteolizis engellemek için soldurmanın yeterli olmadığı ve bu açıdan pH'ın önemli bir kriter olduğu bildirilmiştir (Teller et al., 1992; Slotner and Bertilsson, 2006).

2.2.2 Silaj katkı maddeleri kullanımı

Silonacak yeşil yemlerin hasadı, soldurulması, sıkıştırılması ve kapatılması her ne kadar dikkatli yapılırsa yapılsın bazı yeşil yemlerin fermantasyonu arzulanan yönde gerçekleşmez ve silaj kalitesi düşer. Dolayısıyla silaj katkı maddeleri, silaj fermantasyonunun istenilen yönde gerçekleşmesini sağlamak, fermantasyon ve yemleme dönemi boyunca besin madde kayıplarını azaltmak ve böylece silajın yem değerini artırmak amacıyla kullanılır. Silaj katkı maddelerinin kullanımında silajı yapılacak materyalin özelliklerine uygun katkı maddesinin seçilmesi önemlidir (Uygur, 2018).

Yeşil yemler silolanma güçlerine göre kolay, orta ve güç olmak üzere 3 grup altında toplanırlar (Çizelge 2.1). Bu grupelemede SÇK içeriği yüksek olan

yemler kolay silolanabilen, protein içeriği yüksek olan yeşil yemler ise zor silolanabilen yemler grubunda yer almıştır (Ergül, 2008; Uygur, 2018).

Çizelge 2.1 Bazı yeşil yemlerin silolanma güçlerine göre sınıflandırılması

I. Grup Kolay Silolanan Yemler	II. Grup Orta Derecede Silolanan Yemler	III. Grup Güç Silolanan Yemler
Mısır hasılı	Çayır otu	Yonca
Sorgum	Üçgül (çiçeklenme başı ve çiçeklenme sonu)	Üçgül (çiçeklenme öncesi)
Sudan otu	Lüpen (çiçeklenme sonu)	Fiğ
Sorgum x Sudan otu melezi	Çim-Üçgül karışımı	Bezelye
Şeker pancarı yaprakları	Bakla (çiçeklenme sonu)	Kolza
Hayvan pancarı yaprakları	Ayçiçeği (körpe halde)	Hardal
Darı hasılı	Yeşil Hardal	Körpe çayır otu
Yer elması	Çavdar hasılı	Tatlı lüpen
Ayçiçeği (% 30 çiçeklenmede)		
Lahana yaprakları		

(Ergül, 2008; Uygur, 2018)

Silaj kalitesini artırmak için kullanılan katkı maddeleri, besinsel etkili katkı maddeleri (karbonhidrat, protein veya minerallerce zengin yem kaynakları), karbonhidrat kaynakları (melas, hayvan pancarı, şalgam, patates ve çeşitli tahıl unları), KM içeriğini artırmak için kullanılan katkı maddeleri (kuru pancar posası, kuru ot, saman, tahıl kırması vb.), sterilizasyonu sağlayan katkı maddeleri (karbondioksit, formaldehit, karbonbisülfid, kükürtdioksit, mineral asitler, organik asitler vb.), enzimler ve bakteri kültürleri olarak gruplandırılmaktadır (Kiraz ve Kutlu, 2016).

Bu çalışmada silajlık materyali olarak kullanılan ot tipi yem şalgamının KM içeriği düşüktür. Dolayısıyla çiçeklenme döneminin sonunda hasat edilen ot tipi yem şalgamı bitkinin silajının hazırlanmasında kuru madde içeriğini artırmak amacıyla buğday samanı, buğday kepeği ve kuru şeker pancarı posası (pancar talaşı) kullanılması planlanmıştır. Bu bölümde bu katkılar ve silaj katkısı olarak kullanımlarına yönelik çalışmalar hakkında kısa bilgi verilecektir.

2.2.1.1 Saman

Tarımsal bir atık olarak hayvan beslemede değerlendirilen saman, dünyada her yıl bol miktarda üretilmektedir. Türkiye'nin yıllık saman üretimi ortalama 25 milyon ton ve tüketimi de 15 milyon ton'dur (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2019). Samanın selüloz, hemiselüloz ve lignin içeriği yüksek, ancak HP içeriği, sindirilebilirliği ve enerji değeri (Ergül, 2008). Saman, su içeriği yüksek silajlık materyallerin KM içeriğini artırmak amacıyla silolamada en yaygın kullanılan katkı materyalleri arasında yer almaktadır. Denek and Can (2007), yüksek nem içeriğine sahip yaş portakal posasının %10 düzeyinde buğday samanı ile silolanabileceğini bildirmişlerdir. Ancak, bir diğer endüstri yan ürünü olan yaş şeker pancarı posasının silolanmasında bu amaçla kullanılan farklı oranlarda buğday samanı rumende yıkımlanabilirlik değerlerini olumsuz yönde etkilemiştir (Deniz et al., 2001).

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 and Horn, 1987), düşük miktarda buğday samanı ilavesi ile hazırlanan silajın kaliteli silaj olarak değerlendirilebileceği, ancak saman ilavesi ile hazırlanan silajın sindirilebilirliğinin azaldığı bildirilmiştir. Bir diğer çalışmada (Doğan-Daş, 2019), ise ot tipi yem şalgamına (Lenox) %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.

2.2.2.2 Kepek

Değirmencilik yan ürünü olan buğday kepeği, buğdayın öğütülmesi sırasında elde edilen dane kabuğundan oluşmaktadır. Bir ton buğdaydan 150-160 kg kepek elde edilmekte olup, kepeğin geçirildiği eleklerle bağlı olarak kaba, orta ve ince olarak sınıflandırılır (Şenköylü, 2001; Ergül, 2008). Buğday kepeği, buğday danesine göre daha fazla lisin içermesinden dolayı biyolojik değeri daha yüksektir. Aynı zamanda buğday kepeği danesine göre mineral bakımından da daha zengindir. Buğday kepeğinde yaklaşık %0.13 kalsiyum, %1.3 fosfor bulunmaktadır (Ergün vd., 2002). Buğday kepeğinin ham besin madde içerikleri Çizelge 2.2’ de verilmiştir.

Çizelge 2.2 Buğday kepeğinin ham besin madde içeriği (%) ve ME değeri (Mcal/kg)

	KM	HP	HY	NDF	ADF	HK	ME
Buğday kepeği	89.10	17.30	4.30	42.50	15.50	6.30	2.55

(Malhatun-Çotuk, 2016)

Sarıçiçek ve Kılıç (2009), mısır silajına %5 oranında buğday kepeği ilavesi ile silaj KM değerinin %26.17’den %28.74’e yükseldiğini saptamışlardır. Levendoğlu ve Karşlı (2010) tarafından ise yaş şeker pancarı posasının %25, %30 ve %35 KM içerecek şekilde kepek kullanarak silolanması sonucu elde edilen silajların kalite ve sindirilebilirlik özellikleri bakımından kaliteli bir mısır silajı kadar iyi olduğu bildirilmiştir.

2.2.2.3 Kuru şeker pancarı posası (Pancar talaşı)

Şeker pancarından şeker üretimi sırasında elde edilen melas ve posa gibi yan ürünler ruminant hayvanların beslenmesinde yaygın kullanılmaktadır. Türkiye’de üretilen şeker pancarı posasının büyük bir bölümü şeker fabrikalarına yakın yerlerde taze olarak hayvanlara yedirilirken bir kısmı silolanarak veya kurutulularak kullanılmaktadır. Yaş şeker pancarı posasının değişik tekniklerle kurutulması sonucunda kuru şeker pancarı posası (pancar talaşı) elde edilir. Bu yan ürün

doğrudan veya pelet haline getirilerek hayvan beslemede kullanılır. Ayrıca melas'la karıştırılarak *Melaslı Pancar Talaşı* olarak ta yaygın kullanımı söz konusudur. Kuru pancar posası, yaş pancar posasına göre HP, ham yağ (HY) ve kalsiyum bakımından daha zengindir. Buna karşılık N'siz öz maddeler bakımından fakir ve besin madde sindirilebilirliği daha düşüktür (Ergül, 2008). Yaş ve kuru pancar posasının ham besin maddeleri içeriği Çizelge 2.3'de verilmiştir.

Çizelge 2.3 Yaş ve kuru şeker pancarı posasının ham besin madde içerikleri, %

	KM	HP	HY	HS	HK	N'siz öz maddeler
Yaş şeker pancarı posası	18.0	1.3	0.1	3.0	0.7	9.9
Kuru şeker pancarı posası	90.1	8.8	0.5	18.0	4.9	50.5

(Ergül, 2008)

Silaj yapımında KM içeriği düşük yem bitkilerinin silolanması sırasında karışımın KM içeriğini artırmak amacıyla kuru pancar posasından yararlanılmaktadır. Sargın ve Denek (2017), melaslı kuru şeker pancarı posasının (%3, %5, %7, %10, %15, %20 ve %25) yaş domates posasına ilavesinin silaj kalitesine, *in vitro* organik madde sindirimine ve metabolik enerji değerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında; yaş domates posasının melaslı kuru pancar posası ilavesi ile silolanabileceğini ve elde edilen silajların kaliteli silaj olarak değerlendirilebileceğini bildirmişlerdir.

2.3 Aerobik Stabilite

Silajın açılması ile birlikte yemleme döneminde siloya oksijen girişi olur. Hayvancılık işletmelerinde silaj ile besleme sırasında yaşanan en önemli sorunların başında aerobik stabilite sorunu gelir. Aerobik stabilite, açılan bir silajın hava ile temas ettikten sonra, ısınmadan ve bozulmadan kaldığı sürenin uzunluğu olarak tanımlanmaktadır (Kung, 2010; Toruk vd., 2010). Silaj içerisinde aerobik mikroorganizmalar olan maya ve küf aktif hale gelerek silajın

bozulmasına neden olurlar. Silajda sıcaklık artar, pH yükselir ve KM kaybı olur (Kung, 2010; Wilkinson and Davies, 2012).

Yemleme döneminde aerobik bozulma beklenen bir olay olmakla birlikte aerobik bozulma sonucundaki kayıpların minimize edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla silaj materyalinin aerobik bozulmaya karşı direncini arttıracak yöntemler uygulanmalıdır (Koç vd., 2010).

Wilkinson and Davies (2012)'e göre silajlarda aerobik stabilite açısından açım dönemi de dâhil olmak üzere silaj içerisinde önemli düzeyde bir sıcaklık artışı veya gözle görülebilir nitelikte bir küf oluşmadan 7 gün havaya maruz kalabilmenin hedef olması gerekmektedir. Bunun için Çayıroğlu vd. (2016), başlıca dört temel stratejinin olduğunu ve bunlarında sırasıyla; hasat öncesi silolanacak ürünün maya ve küf ile bulaşmasını en aza indirmek, silaj kütlesini yeteri kadar sıkıştırmak, etkin bir örtü malzemesi ile siloyu kapatarak geçirgenliği önlemek ve yemleme için açılan yüzeyi azaltmak, açım sonrası hava girişini engelleyici önlem almak şeklinde özetlenebileceğini bildirmişlerdir.

2.4 Yem Şalgamı (*Brassica rapa* L.)

Yem şalgamı (*Brassica rapa* L.) turpgiller grubunda yer alan tek yıllık ve kışlık bir bitkidir. Dünyanın birçok yerinde yaygın olarak yetiştirilen yem şalgamının hem yaprakları hem de yumruları hayvan yemi olarak kullanılır. Yem şalgamının ot ve yumru tipi olmak üzere iki tipi vardır (Şekil 2.1).



(a)



(b)

Şekil 2.1. Yem şalgamı (*Brassica rapa* L.)'nin ot (a) ve yumru (b) tipi.

Yumru tipi yem şalgamı hızlı gelişen, verimi ve protein içeriği yüksek olan bir yem bitkisidir. Yem şalgamının, yumrulara %11 ve yapraklarda %18 olmak üzere HP içerdiği, su içeriğinin %90 veya üzerinde olduğu, %45 kök ve %55 yaprak oranına sahip olduğu, Akdeniz kuşağının sonbahar-kış yemi olmakla birlikte KM içeriği çeşit ve yetiştirildiği bölgeye bağlı olarak değişiklik gösterdiği bildirilmiştir (Açıkgöz, 2001; Geren vd., 2002). Karadeniz bölgesinde yem bitkileri tarımını artırmak amacıyla kaliteli ve yüksek verim sağlayan yem bitkilerinden birinin yem şalgamı olduğu, mısır yerine ana ürün ve ikinci ürün olarak yetiştirilebileceği bildirilmiştir (Ayan vd., 2006). Karadeniz Bölgesi sahil koşullarında beş farklı azot dozunun (5, 10, 15, 20 kg/da) dört yem şalgamı çeşidinin (Agressa, Siloganova, Polybra ve Volenda) KM verimi üzerine etkisinin incelendiği başka bir çalışmada (Albayrak ve Çakmak, 2006) en yüksek yumru ve yaprak kuru madde verimleri dekara 15 kg azotlu gübre uygulanan Volenda çeşidinde (sırasıyla 7.19 ve 5.14 t/ha) elde edilmiştir. Ege bölgesi koşullarında yetiştirilen 3 yem şalgamı çeşidinin (Polybra, Siloganova, Agressa) yem verimine ilişkin karakterlerinin incelendiği bir çalışmada (Geren vd., 2002), %7.46 KM ile Polybra çeşidinin en başarılı çeşit olduğu, ancak Siloganova çeşidinin de benzer sonuçlar verdiği ifade edilmiştir. Parlak ve Sevimay (2007) ise yaptıkları bir çalışmada, arpa hasadından sonra yapılan ekimlerde yem şalgamının yeşil aksamının HP içeriğini KM’de %18.09, buğday hasadından sonra yapılan ekimlerde ise HP içeriğini KM’de %18.02 saptamışlardır.

Türkiye’de kaba yem açığının giderilmesi amacı ile son yıllarda alternatif yem bitkisi olan ot tipi yem şalgamının yetiştiriciliği yaygınlaşmaya başlamıştır. Hem kurak hem de sulak arazilerde kolaylıkla yetiştirilebilen ot tipi yem şalgamının ‘Lenox’ çeşidi için yaklaşık olarak dekardan 10-15 ton verim alındığı bildirilmiştir (Anonim, 2019a). Bununla birlikte, ot tipi yemlik şalgamının %5’inin kök, %95’inin ise yapraklardan oluştuğu; kış soğuklarında -10°C sıcaklığa kadar dayanabildiği, %18-22 ham protein içeriği ile yoncaya eşdeğer tek yıllık yem bitkisi olduğu, veriminin Macar ve Adi fiğ’den yüksek olduğu, ruminantlar tarafından kolay sindirilebildiği, düşük maliyetlerle üretilebildiği, sonbaharda ekilip kışa 5-6 yaprakla girmesi sağlanarak ilkbahar döneminde hasatının yapılmasının daha uygun olduğu bildirilmiştir (Anonim, 2019b). Ancak yem şalgamının kullanımını sınırlandıran en önemli etken hasat döneminde

içermiş olduğu yüksek su içeriğidir. Dolayısıyla hasat sonrasında besin madde kayıplarını engellemek ve daha uzun süre kaba yem kaynağı olarak kullanımı ancak silaj yapılarak mümkün olabileceği bildirilmiştir (Koch and Karakaya, 1998). Bu bağlamda KM içeriği düşük yem şalgamı bitkisinin silajı hazırlanırken hububat balyası veya samanı ile çeşitli buğdaygil kırmalarının ilave edilmesi önerilmiştir (Anonim, 2018).

Yem şalgamı ile diğer bazı yem bitkilerinin besin madde içerikleri Çizelge 2.4’de verilmiştir.

Çizelge 2.4 Yem şalgamı ve diğer bazı yem bitkilerinin besin madde içerikleri (%) ve ME değerleri (kcal/kg KM)

	KM	OM	HK	HP	HY	HS	NDF	ADF	ADL	ME	Kaynak
Ot tipi yem şalgamı	23.33	-	10.04	19.96	-	-	36.04	26.98	-	-	Çetin, 2017
Korunga	-	92.21	7.79	19.09	1.98	22.10	33.57	24.59	-	2241	Elmalı ve Kaya, 2012
Fiğ	-	88.82	11.18	23.07	1.62	22.62	35.43	25.21	-	2334	
İtalyan çimi*	29.03	-	12.51	13.88	3.64	-	56.33	28.60	-	2123	Çetinkaya, 2019
Yonca*	-	-	9.09	13.89	2.32	-	59.36	41.88	--	1720	
Kolza	-	93.56	6.44	20.45	7.34	-	44.76	27.57	6.15	1193	Canbolat, 2013
Ot tipi Yem şalgamı	13.7	-	11.1	22.6	-	-	15.6	13.5	-	1300	Westwood and Mulcock, 2012
Yumru tipi Yem şalgamı	10.1	-	10.4	14.2	-	-	22.5	18.9	-	1170	
Kıvırcık Lahana	17.3	-	7.0	9.7	-	-	28.0	23.5	-	1120	
Yabani hardal*	-	-	7.2	10.23	-	-	70.4	61.0	-	-	Kamalak vd., 2005
Şeker pancarı	26.68	73.75	26.25	19.25	1.62	31.47	33.15	19.73	9.25	-	Karabıyık, 2016
Fiğ	-	-	13.59	21.47	-	-	49.88	30.94	5.0	-	Yıldırım ve Parlak, 2016
Bezelye	-	-	11.26	19.85	-	-	46.34	23.10	2.61	-	
Bakla	-	-	17.98	24.70	-	-	46.99	36.23	5.03	-	

*Bildirilen biçim dönemlerinin ortalaması verilmiştir.

Yem şalgamının besin madde içeriğine ve hayvan beslemede kullanıma yönelik çalışmalar sınırlı olmakla birlikte çeşitli katkıları ile muamele edilerek silajının yapıldığı *in vitro* ve *in vivo* çalışmalar ön plana çıkmaktadır. Ot tipi yem şalgamı (*Brassica rapa L.*) bitkisinin ‘Lenox’ çeşidine ilave edilen farklı katkıların (%6 mısır kırmısı, %6 buğday kırmısı ve %3 melas) silajın bazı kimyasal, fermentasyon, mikrobiyolojik ve duysal özellikleri üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada mısır ve buğday kırmısı ilave edilen silajların KM içeriğinin önemli düzeyde yükseldiği, melas ilavesinin ise HP değerini düşürdüğü bildirilmiştir (Çetin, 2017). Bu çalışma sonunda, farklı katkıların silaj kalitesi üzerinde olumlu etkilerinin bulunmasına rağmen, katkı maddesi kullanılmadan da silolanabileceği ve kaliteli silaj elde edilebileceği, bu silajların süt ve besi sığırlarının beslenmesinde kullanılabileceği bildirilmiştir.

Hart and Horn (1987) ot tipi yem şalgamı (*Brassica rapa L.*) bitkisinin ‘Lenox’ çeşidine KM esasına göre %27.7 ve %49.7 buğday samanı veya %27.1 ve %46.1 yüksek nemde, amonyaklı buğday samanı (%45 KM, %7.9 NH₃-N) ilave ederek elde ettikleri silajların besin madde içerikleri ile koyunlarda *in vivo* sindirim değerlerini araştırdıkları çalışmalarında; düşük miktarda buğday samanı ilaveli silajların pH değerini 4.6, LA içeriğini ise 45 g/kg KM; yüksek miktarda buğday samanı ilaveli silajların ise pH değerini 8.5, LA içeriğini ise 6 g/kg KM olarak belirlenmişlerdir. Aynı çalışmada düşük miktarda buğday samanı ilavesi ile hazırlanan silajların kaliteli silaj olarak değerlendirilebileceği ancak saman ilavesi ile hazırlanan silajların sindirilebilirlik değerlerinin azaldığı bildirilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada (Doğan-Daş, 2019) ‘Lenox’ çeşidi ot tipi yem şalgamı (*Brassica rapa L.*) bitkisine farklı oranlarda buğday samanı (%7, %10 ve %15) ve melas (%1, %2 ve %3) ilavesinin silaj kalitesi ve yem değeri üzerine etkileri araştırılmıştır. Yüksek düzeyde buğday samanı ve melas ilavesiyle KM değerinin, %1 melas ilavesiyle de HP değerinin kontrole göre önemli düzeyde arttığı bildirilmiştir. Bununla birlikte silajların pH değerinin 4.22-4.61 arasında değiştiği, %3 melas ilavesi ile LA ve AA miktarlarının arttığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada mısır silajı kontrol baz alınarak en yüksek kalitede seçilen %3 melas ve %7 buğday samanı +%2 melas ilaveli silajların koyunlarda silaj tüketimi, canlı ağırlık artışı (CAA), yemden yararlanma (YY) ve *in vivo* sindirilebilirlik değerleri

üzerine etkileri de araştırılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde; besi denemesi sonunda toplam CAA, günlük CAA ve günlük KM tüketimi parametreleri bakımından mısır silajından elde edilen ortalama değerlerin en yüksek olduğu görülmekle birlikte buğday samanı (%7 ve %10) ve melas (%1, %2, %3) katkılarının ilave edildiği silajların ruminantların beslenmesinde alternatif bir kaba yem kaynağı olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 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 kullanılmıştır.

3.1.1 Silajlık materyal ve katkıları

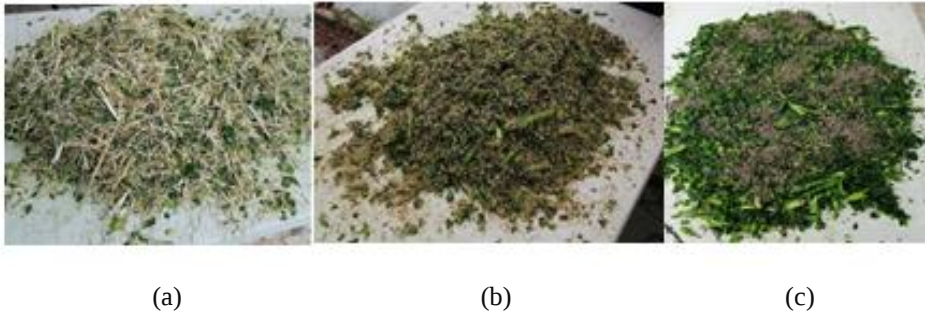
Denemede kullanılan yem şalgamı (YŞ) bitkisi, Menemen-İzmir bölgesinde bulunan bir tarım işletmesinden temin edilmiştir. Bitkinin ekiminden hasat zamanına kadar olan gelişimi düzenli olarak takip edilmiş ve çiçeklenme sonunda (Nisan-2019) hasadı gerçekleştirilmiştir. Hasat edilen yeşil yem bitkisi zaman kaybetmeden silaj makinası ile 1.5-2.0 cm boyutlarında parçalanmıştır. 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 5 farklı deneme grubu oluşturulmuştur (Çizelge 3.1). 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.

Çizelge 3.1 Deneme gruplarına ait özellikler

Gruplar	Özellik
1 (Kontrol)	YŞ bitkisinin soldurulmadan ve katkı ilave edilmeden doğrudan silolanması
2 (Soldurma)	YŞ bitkisinin soldurularak silolanması
3 (YŞ+Saman)	YŞ bitkisine saman ilavesi
4 (YŞ+Kepek)	YŞ bitkisine kepek ilavesi
5 (YŞ+Pancar talaşı)	YŞ bitkisine pancar talaşı ilavesi

3.1.2 Silajların hazırlanması

Çiçeklenme döneminin sonunda biçilen ve silaj makinası ile 1.5-2.0 cm boyutlarında parçalanan 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 katkıları (buğday samanı, buğday kepeği ve pancar talaşı) ilave edilmiştir (Şekil 3.1). Kullanılan pelet formda pancar talaşı homojen silaj karışımı hazırlayabilmek için toz forma getirilerek taze materyale ilave edilmiştir. Karışımlar homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Daha sonra taze materyal, soldurulan materyal ve katkılı karışımlar ağzı kapaklı 1L'lik cam kavanozlara 5'er tekerrürlü olarak sıkıca sıkıştırılarak silolanmıştır (Şekil 3.2). Hazırlanan materyal 60 gün süreyle fermentasyon oluşumuna bırakılmıştır.



Şekil 3.1. Ot tipi yem şalgamı yem bitkisi ile saman (a), buğday kepeği (b) ve pancar talaşı (c) karışımlarının hazırlanması (özgün).



Şekil 3.2. Cam kavanozlara sıkıştırılmış silajlık materyal ve karışımlar (özgün).

3.2 Yöntem

3.2.1 Kimyasal analizler

Kimyasal analizler kapsamında örneklerin pH'ı, tamponlama kapasitesi (Bc), suda çözünabilir karbonhidrat (SÇK), amonyak azotu ($\text{NH}_3\text{-N}$), silo asitleri (LA, AA, BA), ham besin madde (KM, HP, HY, HS, HK) içerikleri ve hücre duvarı bileşenleri (NDF, ADF, ADL) saptanmıştır.

3.2.1.1 pH ve tamponlama kapasitesi (Bc)

Silolama öncesi taze materyalin ve açım sonrası elde edilen silaj örneklerin pH'ını saptamak amacıyla 25 g'lık örnekler 125 ml saf su ilave edilmiş ve karışım oda sıcaklığında 1 saat süre ile zaman zaman karıştırılarak tutulmuştur. Daha sonra örnekler kaba filtre kağıdı ile süzölmüş ve elde edilen süzökte pH değeri dijital bir pH-metre (HANNA HI 2211-02) ile ölçölmüştür (Chen et al., 1994).

Silolanacak yem bitkisinin tamponlama kapasitesi Playne and Mc Donald (1966) tarafından bildirilen yöntemle göre saptanmıştır. Bu amaçla 20 gram taze materyale 250 ml saf su ilave edilerek karışım mekanik karıştırıcıda 1 dakika süre

ile karıştırılmıştır. Karışım dört katlı gazlı bezden geçirilerek elde edilen süzüğün pH'ı önce 0.1 N HCl ile 3.0'e, daha sonrada 0.1 N NaOH ile 4.0'e standardize edilmiştir. Son olarak karışımın pH'sı 4.00 den 6.00 ya çıkıncaya kadar aynı derişikteki NaOH ile titrasyon gerçekleştirilmiş ve pH'nın 4.00'den 6.00'ya yükselmesi için gerekli alkali miktarı meq/kg KM olarak kaydedilmiştir.

3.2.1.2 Suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK)

Silolanacak yeşil yem bitkisi ve kullanılan katkıları (saman, kepek ve pancar talaşı) ile silaj örneklerinde SÇK analizi Anonim (1986)'e göre yapılmıştır. Analize tabi tutulacak örnek 102°C sıcaklıkta 2 saat süre ile kurutulmuştur. Kurutulup öğütölmüş örnekten 0.2 g tartılarak bir şişe içerisine konulmuş, üzerine 200 ml saf su ilave edilerek 1 saat süre ile çalkalanmıştır. Örneklerin ilk birkaç damlası ihmal edilecek şekilde süzölerek 50 ml'lik berrak ekstrakt elde edilmiştir. Standart eğrilerin hazırlanmasından sonra 2 ml ekstrakt alınarak 150x25 mm'lik borosilikat test tüplerine konulmuştur. Ön hazırlığı takiben absorbens değeri 620 nm'de 30 dakika içerisinde spektrofotometre aracılığı ile okunmuştur. Örnek ve kör denemeler sonrası tespit edilen absorbens değerlerine denk gelen mg glikoz değerleri arasındaki farklılık 500 katsayısı ile çarpılmıştır. Sonuç, örnek içerisinde yer alan g/kg SÇK miktarı olarak kaydedilmiştir.

3.2.1.3 Amonyak azotu (NH₃-N)

Silaj örneklerinde NH₃-N analizi mikro distilasyon yöntemine (Anonim, 1986) göre gerçekleştirilmiştir. Altmış günlük silolama sonrasında her bir deneme grubuna ait 5 tekerrürden alınan 20 g silaj örneğine 100 ml saf su ilave edilerek karışım çalkalama makinesinde 1 saat süre ile çalkalanmış ve Whatman No 1 filtre kağıdı ile süzölmüştür. Elde edilen süzükte NH₃-N miktarı mikro distilasyonla saptanmıştır.

3.2.1.4 Silo asitleri

Silajların silo asitleri içeriğı destilasyon yöntemine (Naumann and Bassler, 1993) göre saptanmıştır. Bu amaçla silaj örnekleri 1 gece su ile ekstrakte edilerek

ve süzülerek silo suyu elde edilmiştir. Daha sonra süzükler çözelti haline getirildikten sonra arka arkaya iki defa damıtılarak (D1=20 dk, D2=10 dk) elde edilen destilatlar, asetik asit (AA) ve bütirik asit (BA) oranlarının hesaplanmasında kullanılmıştır. Laktik asidi (LA) içeriğini bulmak için iki damıtmadan geriye kalan kalıntı çözeltiye bir oksitleyici (krom asidi) ilave edilerek çözelti 5 dk daha kaynatılmış ve kalıntı çözeltinin AA'e dönüşümü sağlanmıştır. Ardından üçüncü bir damıtma işlemi yapılarak LA'nın hesaplanmasında kullanılacak olan destilatın toplanması sağlanmıştır (D3=10 dk). Her destilat 0.05 N NaOH çözeltisi ile titre edilerek sarfiyatlar kaydedilmiştir. Daha sonra silajlara ait LA, AA ve BA değerlerinin toplam silo asitleri yüzdesindeki oranları bulunarak silajların toplam puanı ve buna karşılık gelen kalite sınıfı ortaya konmuştur.

$$D1 = \text{sarfiyat ml} \times \text{faktör (NaOH için 1)} \times 1.25 \text{ (seyreltme)}$$

$$D2 = \text{sarfiyat ml} \times \text{faktör (NaOH için 1)} \times 1.25 \text{ (seyreltme)}$$

$$D3 = \text{sarfiyat ml} \times \text{faktör (NaOH için 1)} \times 1.25 \text{ (seyreltme)}$$

(Seyreltmede 100 ml çözelti + 100 ml saf su kullanıldığından, bu değerler 2 ile çarpılmıştır). Buna göre silaj örneklerinde AA; BA ve LA miktarları aşağıdaki eşitliğe göre % olarak hesaplanmıştır.

$$E, \% (AA) = 0.0962 \times D2 - 0.0213 \times D1$$

$$B, \% (BA) = 0.0431 \times D1 - 0.0680 \times D2$$

$$M, \% (LA) = 0.1230 \times D3 - (0.0086 \times E + 0.13 \times B)$$

3.2.1.5 Ham besin madde içerikleri

Başlangıç yeşil yem materyali, katkıları ve silaj örneklerinin kuru madde (KM), ham kül (HK), ham protein (HP), ham yağ (HY) ve ham selüloz (HS) içerikleri Weende analiz yöntemine (AOAC, 2000) göre saptanmıştır. Bu yöntemle göre KM miktarı yem örneklerinin 105 °C sıcaklığa ayarlı kurutma dolabında 1 gece kurutulması, HK miktarı da 550 °C sıcaklıktaki fırında bir gece yakılması ile bulunmuştur. Yemin organik madde (OM) miktarı ise, KM ile HK arası farktan hesaplanmıştır. Ham protein miktarı ise yem örneğinin önce kuvvetli asitle

yakılarak azotun amonyum sülfata, daha sonra da baz ile muameleye tabii tutularak amonyak formuna dönüştürülmesi ve bu amonyağın belli normalitedeki bir asitle titrasyonu olmak üzere üç aşamalı yöntemle göre belirlenmiştir. Ham yağ miktarı yağ çözücü hekzan kullanılarak kapalı sistem ekstraksiyon yöntemine ve HS miktarı da Filtre Torba yöntemine göre belirlenmiştir.

3.2.1.6 Hücre duvarı bileşenleri

Silolama öncesi taze materyal ve katkıları ile silaj örneklerinin hücre duvarı bileşenleri Goering and Van Soest (1970) tarafından bildirilen Van Soest analiz yönteminin modifiye edilmesiyle geliştirilen Filtre Torba yöntemi (Filter Bag Method) ile saptanmıştır. Yöntemin esasına göre yem örneği sırasıyla nötral ve asit deterjan çözeltileri ile kaynatılmış ve daha sonra yoğun sülfürik asitle muameleye tabii tutularak hücre duvarı bileşenlerini oluşturan nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve asit deterjanda çözünmeyen lignin (ADL) içerikleri saptanmıştır. Yem örneklerinin selüloz ve hemiselüloz içerikleri; NDF, ADF, ADL analizleri sonrasında elde edilen değerlerden yararlanılarak aşağıda verilen eşitliklere göre hesaplanmıştır.

$$\text{Selüloz (g/kg KM)} = \text{ADF} - \text{ADL}$$

$$\text{Hemiselüloz (g/kg KM)} = \text{NDF} - \text{ADF}$$

3.2.2 Mikrobiyolojik analizler

Çalışmada; başlangıç taze materyali, katkı maddeleri ve silaj örneklerinde *Lactobacilli*, maya ve küf sayıları saptanmıştır. Bu amaçla 25 g'lık örnekler peptonlu su ile en az 2 dk karıştırılarak mikroorganizmaların mümkün olduğu ölçüde materyalden ayrılması ve homojenizasyon sağlanmıştır. Elde edilen stok materyalden logaritmik seride dilüsyonlar hazırlanarak 1 saati aşmayan sürede ekim işlemi yapılmıştır. *Lactobacilli* sayımı için Man Rogosa Sharpe (Merck 1.10660) Agar, maya ve küfler için Malt Ekstrakt Agar (Merck 1.05398) kullanılmıştır. Ekimler dökme plak yöntemine göre yapılmıştır. Örnekler için LAB sayımları 30 °C sıcaklık ve 3 günlük, maya ve küfler için 30 °C sıcaklık ve 5 günlük inkübasyonun sonunda gerçekleştirilmiştir (Seale et al., 1990). Örneklerde

saptanan *Lactobacilli*, maya ve küf sayıları logaritma koloni oluşturan birime (kob/g) çevrilmiştir.

3.2.3 Fiziksel analizler ve Flieg puanlama

Silajların fiziksel özelliklerine göre değerlendirilmesinde, Alman Tarım Örgütü (DLG) tarafından önerilen değerlendirme anahtarı (Çizelge 3.2) kullanılmıştır (DLG, 1987). Değerlendirmede, üç gözlemcinin koku, strüktür ve renk bakımından verdiği puanların ortalaması alınarak toplam puan bulunmuştur. Bu değerlendirmede silajlar; I=Pekiye-iyi (16-20 puan), II=Memnuniyet verici (10-15 puan), III=Orta (5-9 puan) ve IV=Çok kötü (0-4 puan) kalite sınıfına ayrılır.

Çizelge 3.2 Silajların fiziksel özelliklerinin DLG değerlendirme anahtarına göre değerlendirilmesi

Fiziksel Özellik	Puan
KOKU	
Bütirik asit kokusu yok, hafif ekşimsi, aromatik koku	14
İz miktarda bütirik asit, kuvvetli ekşi koku	8
Orta derecede bütirik asit, kızışma ve küf kokusu	4
Kuvvetli bütirik asit kokusu, NH ₃ kokusu	2
Kuvvetli küf kokusu, NH ₃ ve çürüme	0
STRÜKTÜR	
Yaprak ve sapların yapısı bozulmamış	4
Yaprakların yapısı biraz bozulmuş	2
Yaprak ve sapların yapısı bozulmuş, küflü ve kirli	1
Yapraklar ve saplar çürümüş veya aşırı kirlenme	0
RENK	
Yeşil yem rengini koruyor (soldurulmuş silajlarda kahverengileşme)	2
Renk çok az değişmiş (hafif sarıdan kahverengiye kadar)	1
Renk çok değişmiş (küf yeşili veya açık sarı veya küf oluşumu)	0

(DLG, 1987)

Silajların kaliteleri, kuru madde içeriği ve pH değeri arasındaki ilişkinin esas alındığı Flieg puanlamaya göre de belirlenmiştir. Aşağıda verilen regresyon eşitliği kullanılarak Flieg puanları hesaplanmış ve hesaplanan puanlara karşılık gelen kalite sınıfları Çizelge 3.3’ de verilmiştir.

$$\text{Flieg Puanı} = 220 + (2 \times \% \text{ KM} - 15) - 40 \times \text{pH}$$

Çizelge 3.3 Flieg puanına göre kalite sınıfı

Puan	Kalite Sınıfı
81-100	I=Pekiyi
61-80	II=İyi
41-60	III=Memnuniyet verici
21-40	IV=Orta
20-0	V=Kötü

(Kılıç, 1986)

3.2.4 Aerobik stabilite testi

Ashbell et al. (1991) tarafından geliştirilen yönteme 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 yönteme göre görsel küflenme değerlendirmesi yapılmıştır.

Çalışmada aerobik stabilite testinin uygulanması için 1 atm ve 25 °C sıcaklıkta 24 saatteki CO₂ geçirgenlik oranı 15-25 mL /mil/254 m olan stabil, aşınmaya dirençli gaz sızdırmaz özellikteki 1.5 L’lik polietilen (PET) şişeler kullanılmıştır. Bir test ünitesinin oluşturulması için pet şişe 1 L ve 0.5 L olmak üzere ikiye kesilmiştir. 1 L’lik PET şişenin kapak kısmına hava sirkülasyonunu sağlamak için 1 cm çapında delik açılıp üzeri telle kapatılmıştır. Daha sonra 0.5 L’lik kesilen kısmın üzerine yerleştirilmiştir. 250-300 g arasında taze silaj örnekleri, ünitenin üst kısmına sıkıştırılmadan yerleştirilmiş ve %20’lik potasyum hidroksit (KOH) çözeltisinden 100 mL ünitenin alt kısmına konulmuştur.

Hazırlanan söz konusu ünite 5 gün oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bu sayede aerobik aktivite sonucu silaj örneklerinde oluşan ve havadan 1.5 kat daha yoğun olan CO₂ gazı altta çökerek tabanda tutulmuştur. Çözültiden 10 mL alınarak 1N'lik %37'lik hidroklorik asit (HCl) çözeltisiyle titre edilmiştir. pH'nın 8.1-3.6 arasında harcanan HCl miktarı saptanmış ve CO₂ gazı miktarı aşağıda belirtilen denkleme göre hesaplanmıştır.



Şekil 3.3. Aerobik stabilite testinin uygulanması (özgün).

$$\text{CO}_2 = 0.044 \times T \times V / (A \times \text{TM} \times \text{KM})$$

T= titrasyonda harcanan 1 N HCl asit miktarı (mL)

V= %20 KOH çözeltisinin toplam hacmi (mL)

A= ünitenin alt kısmına ilave edilen KOH miktarı (mL)

TM= taze materyalin ağırlığı (kg)

KM= taze materyalin kuru madde miktarı(g/kg)

3.2.5 Hesaplamalar

3.2.5.1 Silajların kuru madde kayıpları

Silajların kuru madde kayıpları (KMK), silolamanın 60. gününde açılan kavanozlardan alınan örneklerin KM ağırlığının, kavanozlara konulan materyalin KM ağırlığına oranlanması ile hesaplanmıştır (Kleinschmit and Kung, 2006).

3.2.5.2 Nispi yem değeri

Silajların nispi yem değeri (NYD) Van Dyke and Anderson (2000) tarafından geliştirilen ve aşağıda verilen eşitlikler kullanılarak saptanmıştır. İlk aşamada yemin ADF içeriğinden yararlanılarak sindirilebilir kuru madde (%SKM) hesaplanmıştır.

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

İkinci aşamada yemin NDF içeriğinden yararlanılarak kuru madde tüketimi (%KMT) hesaplanmıştır.

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

Üçüncü ve son aşama ise %SKM ve %KMT değerleri formülde yerine konarak NYD hesaplanmıştır.

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

3.2.5.3 Metabolik enerji değeri

Kimyasal analizler sonunda elde edilen ham besin madde miktarlarından yararlanılarak aşağıdaki eşitliğe göre silajların *in vitro* Metabolik Enerji (ME) içerikleri hesaplanmıştır (TSE, 1991).

$$HBM, ME, kcal/kg OM = 3260 + (0.455 \times HP^* + 3.517 \times HY^*) - 4.037 \times HS^*$$

*Değerler g/kg OM'dir.

Silaj örneklerinin NDF (Kirchgeßner et al., 1977), ADF (Kirchgeßner and Kellner, 1981) ve ADL (Kirchgeßner et al., 1977) verilerine göre hesaplanan ME içerikleri aşağıdaki formüllere göre yapılmıştır.

$$NDF, ME, kcal/kg KM=3381.9-19.98 \times NDF^*$$

$$ADF, ME, MJ/kg KM= 14.70-0.150 \times ADF^*$$

$$ADL, ME, kcal/kg KM=2764.4-102.73 \times ADL^*$$

(* NDF, ADF ve ADL değerleri % olarak alınmıştır)

3.2.6 İstatistiksel analizler

Deneme her bir grup için beş tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları SPSS 15.0 (2007) paket programı kullanılarak tek yönlü ANOVA ve Duncan çoklu karşılaştırma metotları ile $P < 0.05$ önem seviyesinde değerlendirilmiştir. Her bir kriter için tanımlayıcı istatistiklere ait veriler ortalama ($\bar{x}$)±ortalamanın standart hatası (SEM) şeklinde çizelge ve $\bar{x}$ ±standart sapma (S) şeklinde şekil olarak verilmiştir.

Varyans analizinde kullanılan model eşitliği

$$Y_{ij} = \mu + a_i + e_{ij}$$

Y_{ij} = İncelenen kriter

μ = genel ortalama

a_i = uygulamanın etkisi ($i= 1 \dots 5$)

e_{ij} = Şansa bağlı hata etkisi

4. BULGULAR

Bu bölümde, çalışmadan elde edilen bulgular silajlık bitki materyali (*Brassica rapa* L.) ile katkıların (saman, kepek ve pancar talaşı) kimyasal kompozisyonu ve mikrobiyolojik özellikleri, silajların ham besin madde içerikleri ve fermantasyon özellikleri, silajların hücre duvarı bileşenleri, silajların mikrobiyolojik özellikleri, silajların fiziksel özelliklerine ve Flieg puanlamaya göre değerlendirilmesi, silajların aerobik stabilite test sonuçları, silajların nisbi yem değerleri ve metabolik enerji değerleri ana başlıkları altında verilmiştir.

4.1 Silajlık Bitki Materyali ile Katkıların Kimyasal Kompozisyonu ve Mikrobiyolojik Özellikleri

Araştırmada kullanılan başlangıç materyali ile buğday samanı, buğday kepek ve pancar talaşı silaj katkılarına ait kimyasal kompozisyonu ve mikrobiyolojik özellikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Başlangıç materyali ve silaj katkılarının kimyasal kompozisyonu ve mikrobiyolojik özellikleri

Parametre	Başlangıç materyali	Silaj katkıları		
		Saman	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
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
HK, g/kg KM	92.3	106.8	67.0	60.5
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
<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
ME, kcal/kg OM	1972	1529	2846	2586

TK: Tamponlama kapasitesi, SÇK: Suda çözünür karbonhidrat, KM: Kuru madde, DH: Doğal halde, OM: Organik madde, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, HS: Ham selüloz, NÖM: N' siz öz maddeler, HK: Ham kül, NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, ADL: Asit deterjanda çözünmeyen lignin, ME: Metabolik Enerji

Başlangıç materyali YŞ yem bitkisinin pH, tamponlama kapasitesi, KM, OM, HP, HK, SÇK, NDF, ADF, ADL, hemiselüloz, selüloz, *Lactobacilli* ve maya içerikleri sırasıyla 4.24, 132.83 meq NaOH/kg KM, 215, 907.7, 127.6, 92.3, 44.10, 480.3, 378.5, 121.2, 101.8, 257.3 g/kg KM, 3.44 log₁₀ kob/g, 6.61 log₁₀ kob/g KM saptanmıştır. Silaj katkılarının (saman, kepek ve pancar talaşının) KM içerikleri sırasıyla 927.5, 908.3 ve 936.6 g/kg; KM'de HP içerikleri sırasıyla 33.9, 172.9 ve 120.1 g/kg; HK içerikleri sırasıyla 106.8, 67.0, 60.5 g/kg; HS içerikleri

sırasıyla 395.1, 146.6 ve 174.2; *Lactobacilli* içerikleri sırasıyla 1.05, 1.30, 1.51 log₁₀ kob/g ve maya içerikleri ise sırasıyla 3.95, 2.28, 2.26 log₁₀ kob/g bulunmuştur (Bkz. Çizelge 4.1).

4.2 Silajların Ham Besin Madde İçerikleri ve Fermantasyon Özellikleri

Silolamanın 60. gününde açılan silajların besin madde içerikleri ve fermantasyon özelliklerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Silajların besin madde içerikleri ve fermantasyon özellikleri

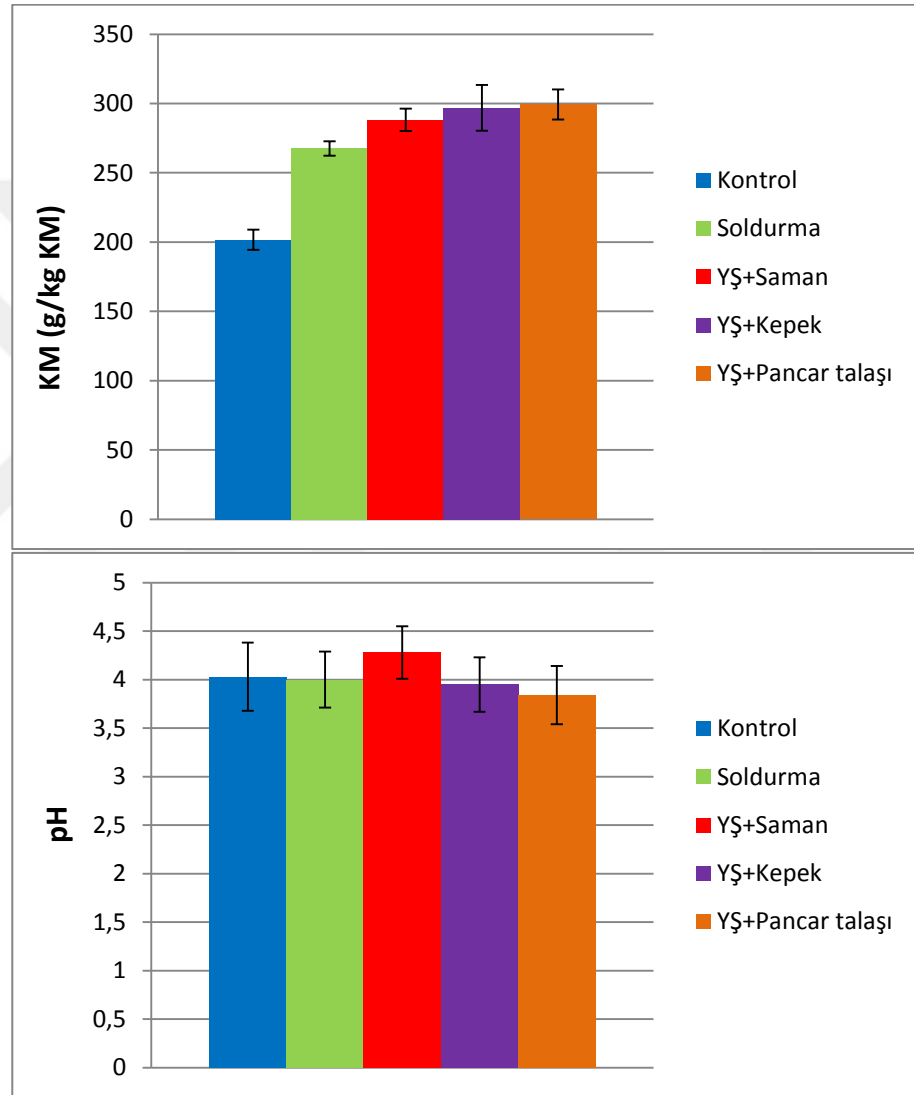
Parametre	Kontrol	Soldurma	YŞ+Saman	YŞ+Kepek	YŞ+Pancar talaşı	SEM	P
KM (g/kg)	201.68 ^c	267.66 ^b	288.24 ^a	296.87 ^a	299.30 ^a	4.61	<0.001
pH	4.03	4.00	4.28	3.95	3.84	0.13	0.236
HK (g/kg KM)	96.29 ^b	99.99 ^a	98.80 ^{ab}	82.29 ^c	85.52 ^c	1.13	<0.001
HP (g/kg KM)	132.39 ^b	141.65 ^b	100.18 ^c	160.30 ^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
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
KMK (%)	1.01	1.03	1.06	1.03	1.03	0.03	0.778

KM: Kuru madde, HK: Ham kül, HP: Ham protein, HS: Ham selüloz, 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≤0.05).

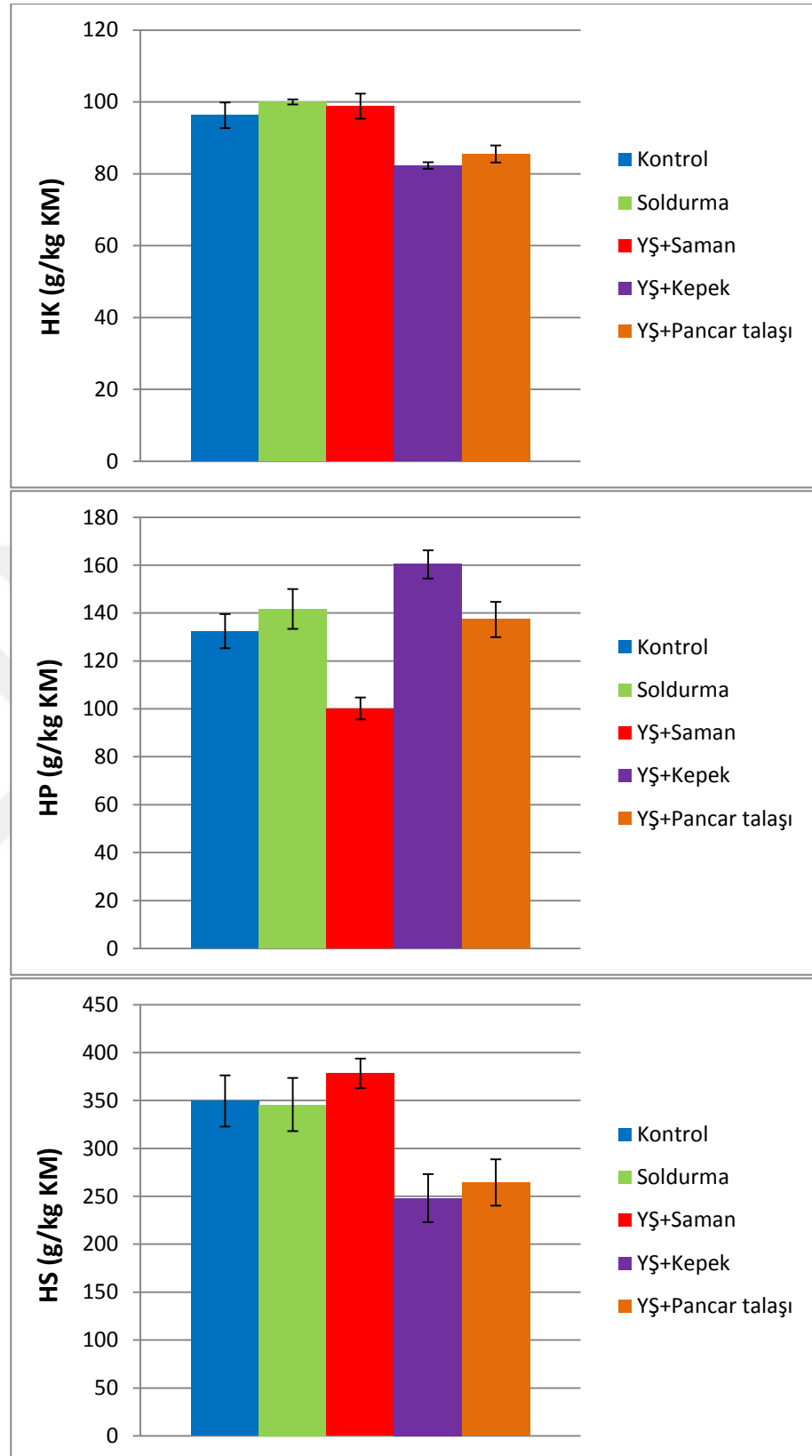
Çizelge 4.2 incelendiğinde; silajların KM içerikleri 201.68- 299.30 g/kg ve pH değerleri 3.84-4.28 arasında değişmiştir (Şekil 4.1). Kontrol grubu silaj örnekleri 201.68 g/kg ile en düşük KM değerine sahiptir. Soldurma (267.66 g/kg), saman, kepek ve pancar talaşı ilaveli gruplara ait ortalama KM değerleri (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 ($P>0.05$). 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 görölmektedir. Kontrol, Soldurma ve YŞ+Kepek grubu silaj örneklerinde ortalama pH değerleri sırasıyla 4.03, 4.00 ve 3.95 bulunmuştur (Çizelge 4.2).



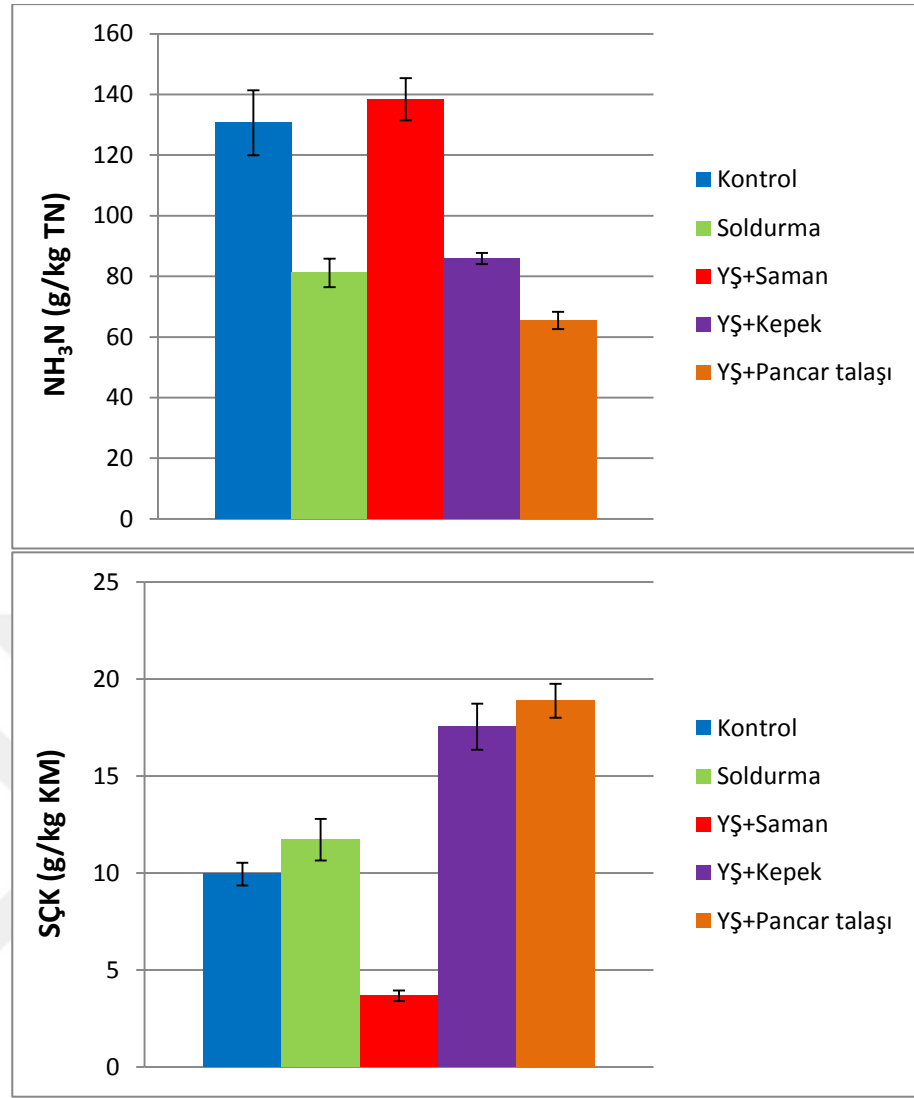
Şekil 4.1. Silajların KM içerikleri (g/kg KM) ve pH değerleri ($\bar{x} \pm S$).

Kontrol, Soldurma, YŞ+Saman, YŞ+Kepek ve YŞ+Pancar talaşı grubu silaj örneklerinin HK içerikleri 82.29-99.99 g/kg KM değişim göstermiştir (Çizelge 4.2). 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. Çizelge 4.2, silaj HP içeriği bakımından incelendiğinde, gruplara ait ortalama HP değerleri arasında farklılıkların önemli düzeyde ($P<0.05$) olduğu görülmektedir. 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 ($P>0.05$) Silaj örneklerinin HS içerikleri 248.04-378.22 g/kg KM arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.2). 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 örneklerin 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 (Çizelge 4.2). Silajların HK, HP ve HS içeriklerinin deneme gruplarına göre değişimi Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Silajların HK, HP ve HS içerikleri, g/kg KM ($\bar{x} \pm S$).

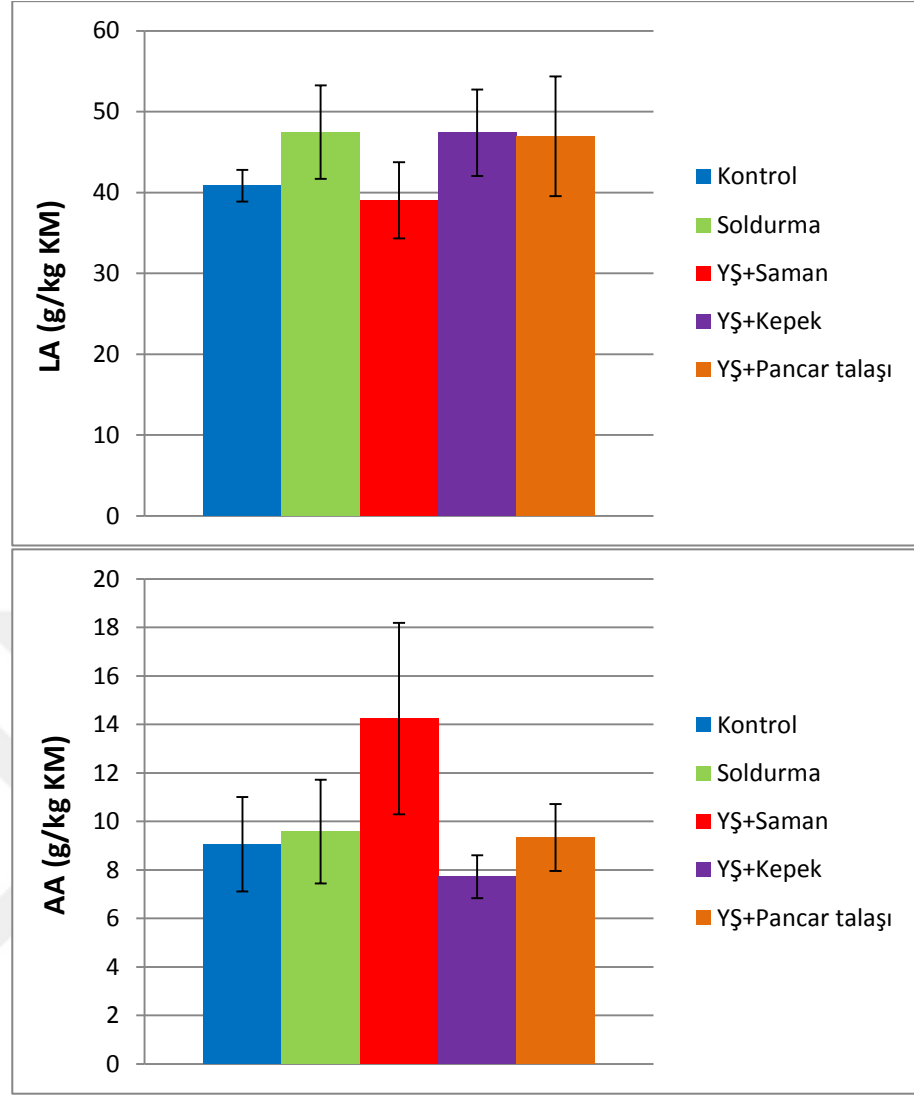
Silolamanın 60. gününde açılan silaj örneklerinin $\text{NH}_3\text{-N}$ içerikleri 65.44-138.39 g/kg TN arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.2). Kontrol ve YŞ+Saman grubu silaj örneklerinin $\text{NH}_3\text{-N}$ içerikleri (sırasıyla 130.65 ve 138.39 g/kg TN) diğer grup (Soldurma, YŞ+Kepek, YŞ+Pancar 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. Çizelge 4.2 incelendiğinde; Kontrol, Soldurma, YŞ+Saman, YŞ+Kepek ve YŞ+Pancar talaşı grubu silaj örneklerinin SÇK içeriklerinin sırasıyla 9.94, 11.71, 3.67, 17.53 ve 18.87 g/kg KM düzeyinde olduğu görülmektedir. 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 saptanmıştır ($P<0.05$). Silajların $\text{NH}_3\text{-N}$ ve SÇK içeriklerinin deneme gruplarına göre değişimi Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.3. Silajların NH₃N (g/kg TN) ve SÇK (g/kg KM) içerikleri ($\bar{x} \pm S$).

Çizelge 4.2 incelendiğinde, 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. Silajların LA içerikleri 39.05-47.46 g/kg KM, AA içerikleri 7.72–14.24 g/kg KM ve BA içerikleri 0.04-0.30 g/kg KM arasında değişim göstermiştir. 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, soldurulmanın veya katkıların silo asitlerinden AA üzerine etkisi önemli düzeyde ($P<0.05$) saptanmıştır. Ancak saman dışındaki katkıların ve soldurmanın silaj AA içeriği üzerine etkisi kontrole göre önemsiz düzeydedir ($P>0.05$). Saman ilaveli silaj örneklerinin AA içeriği (14.24 g/kg KM) Kontrol grubu silaj örneklerinin AA içeriğinden (9.06 g/7kg 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 (Çizelge 4.2). 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 (Çizelge 4.2). Silajların LA ve AA içeriklerinin deneme gruplarına göre değişimi Şekil 4.4’de verilmiştir



Şekil 4.4. Silajların LA ve AA içerikleri, g/kg KM ($\bar{x} \pm S$).

Silajların, 60 günlük fermentasyon sonunda hesaplanan KMK %1.01–1.06 arasında olup ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsiz düzeydedir ($P > 0.05$) (Çizelge 4.2).

4.3 Silajların Hücre Duvarı Bileşenleri

Silajların, 60 günlük fermentasyon sonunda saptanan hücre duvarı bileşenlerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.3’de verilmiştir.

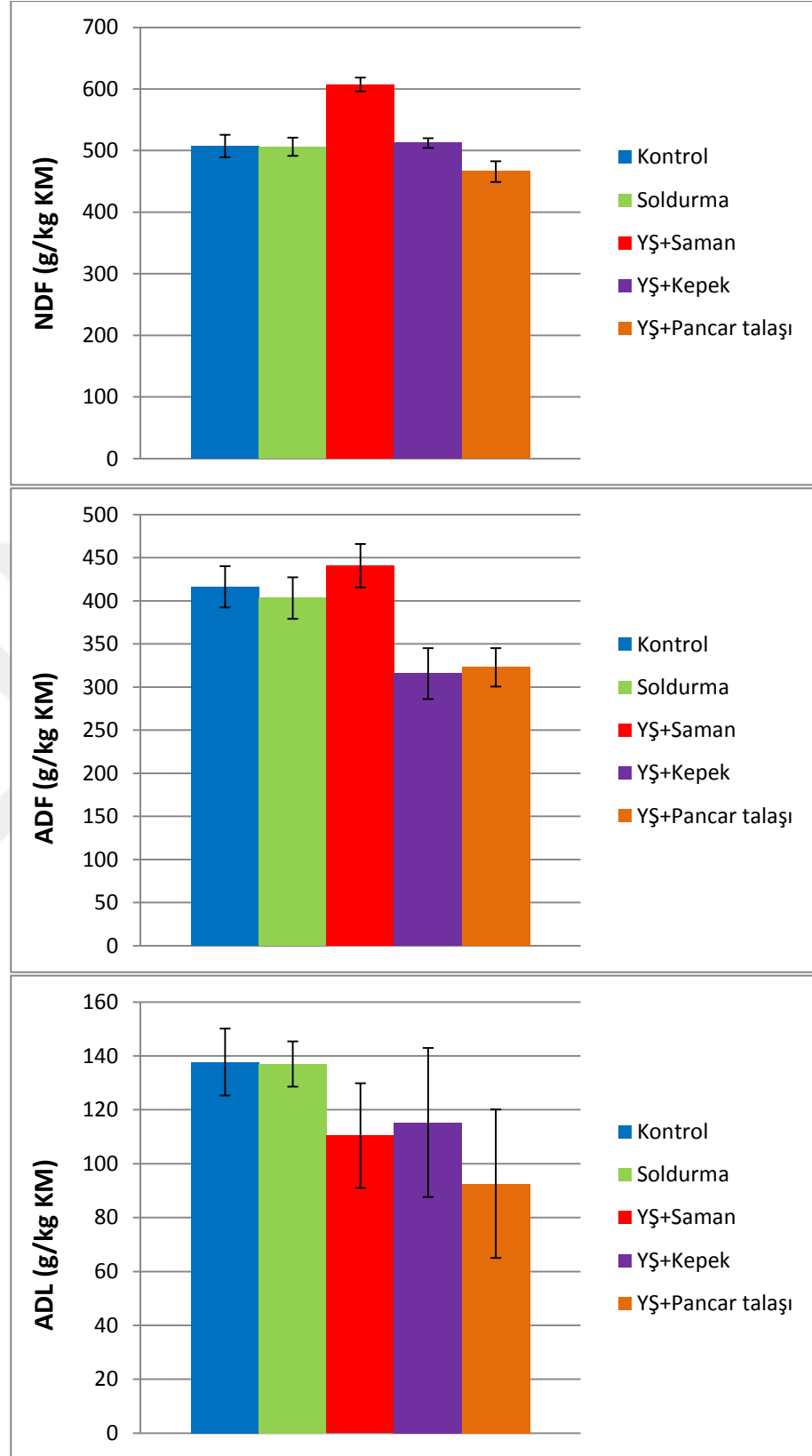
Çizelge 4.3 Silajların hücre duvarı bileşenleri, g/kg KM

İçerik	Kontrol	Soldurma	YŞ+Saman	YŞ+Kepek	YŞ+Pancar talaşı	SEM	P
NDF	507.53 ^b	506.30 ^b	607.11 ^a	512.27 ^b	465.93 ^c	6.63	<0.001
ADF	416.12 ^{ab}	403.02 ^b	440.72 ^a	315.52 ^c	322.85 ^c	10.52	<0.001
ADL	137.72 ^a	137.00 ^a	110.41 ^{ab}	115.33 ^{ab}	92.59 ^b	9.80	0.019
Hemiselüloz	91.41 ^c	103.27 ^c	166.40 ^b	196.75 ^a	143.08 ^b	9.97	<0.001
Selüloz	278.40 ^b	266.02 ^{bc}	330.31 ^a	200.19 ^d	230.26 ^{cd}	13.91	<0.001

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.

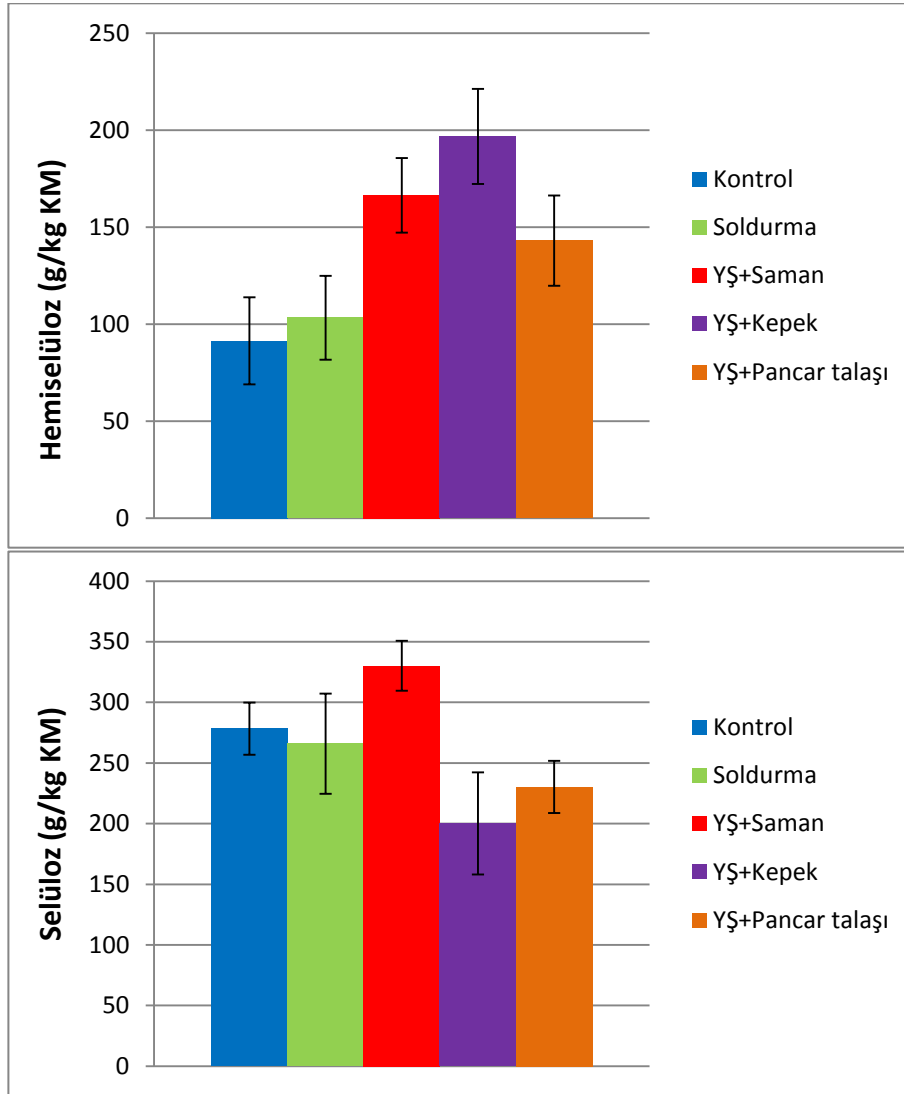
^{a-d} Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (P<0.05).

Çizelge 4.3 ortalama NDF değerleri bakımından incelendiğinde; Kontrol, Soldurma, YŞ+Saman, YŞ+Kepek ve YŞ+Pancar talaşı gruplarına ait değerlerin sırasıyla 507.53, 506.30, 607.11, 512.27 ve 465.93 g/kg KM olduğu görülmektedir. 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). Deneme gruplarına ait silaj örneklerinin ADF içerikleri 315.52-440.72 g/kg KM arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.3). 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. Gruplara ait ortalama ADL değerleri 92.59–137.72 g/kg KM arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.3). 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. Silajların NDF, ADF ve ADL içeriklerinin deneme gruplarına göre değişimi Şekil 4.5’de verilmiştir



Şekil 4.5. Silajların NDF, ADF ve ADL içerikleri, g/kg KM ($\bar{x} \pm S$).

Çizelge 4.3 incelendiğinde; Kontrol, Soldurma, YŞ+Saman, YŞ+Kepek ve YŞ+Pancar talaşı grubu silaj örneklerinin hemiselüloz içerikleri sırasıyla 91.41, 103.27, 166.40, 196.75 ve 143.08 g/kg KM saptanmıştır. Bu elde edilen ortalama değerlere göre, Kontrol ve Soldurma grubu silaj örneklerinin hemiselüloz içerikleri diğer gruplara (YŞ+Saman, YŞ+Kepek, YŞ+Pancar talaşı) ait silaj örneklerinin hemiselüloz içeriklerine göre önemli düzeyde ($P<0.05$) daha düşüktür. Deneme gruplarına ait silajların ortalama selüloz içerikleri 200.19- 330.31 g/kg KM arasında değişim göstermekle birlikte en yüksek ortalama selüloz değeri saman ilaveli silaj örneklerinde saptanmıştır ($P<0.05$). Silajların hemiselüloz ve selüloz içeriklerinin deneme gruplarına göre değişimi Şekil 4.6’da verilmiştir



Şekil 4.6. Silajların hemiselüloz ve selüloz içerikleri, g/kg KM ($\bar{x}\pm S$).

4.4 Silajların Mikrobiyolojik Özellikleri

Altmış günlük fermentasyon sonunda gerçekleştirilen mikrobiyolojik analizlere ilişkin sonuçlar Çizelge 4.4’de verilmiştir.

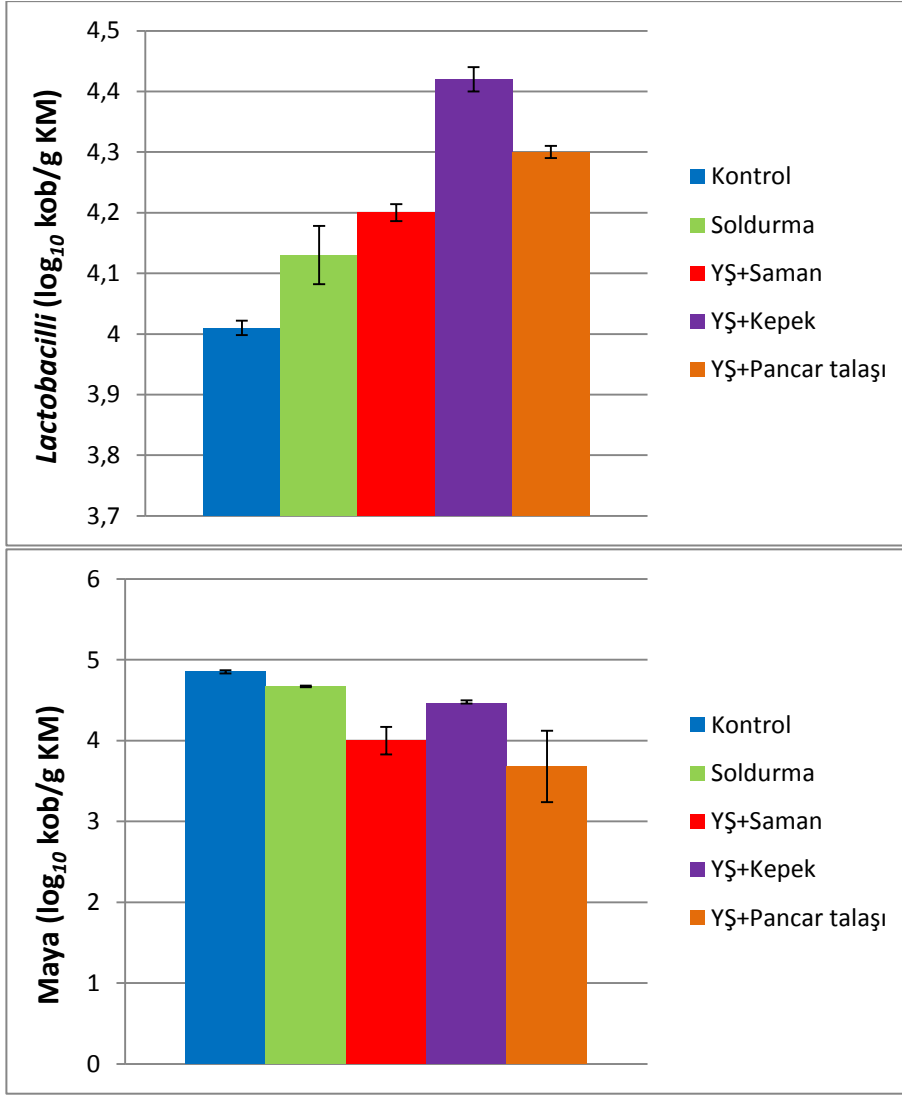
Çizelge 4.4 Silajların *Lactobacilli*, maya ve küf içerikleri, $\log_{10}$ kob /g KM

Mikroorganizma	Kontrol	Soldurma	YŞ+Saman	YŞ+Kepek	YŞ+Pancar talaşı	SEM	P
<i>Lactobacilli</i>	4.01 ^e	4.13 ^d	4.20 ^c	4.42 ^a	4.30 ^b	0.012	<0.001
Maya	4.85 ^a	4.67 ^b	4.00 ^d	4.46 ^c	3.68 ^e	0.010	<0.001
Küf	0.00 ^c	0.00 ^c	1.87 ^a	0.00 ^c	1.00 ^b	0.28	<0.001

SEM: Ortalamanın standart hatası

^{a-e}Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (P<0.05).

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 $\log_{10}$ 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 $\log_{10}$ 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 $\log_{10}$ kob/g KM) Kontrol grubu silaj örneklerinde saptanırken en düşük maya sayısı (3.68 $\log_{10}$ kob/g KM) pancar talaşı ilaveli silaj örneklerinde saptanmıştır. Silajlarda küf gelişimi sadece saman (1.87 $\log_{10}$ kob/g KM) ve pancar talaşı (1.00 $\log_{10}$ kob/g KM) ilaveli silaj örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 4.4). Deneme gruplarına ait silajlardaki ortalama *Lactobacilli* ve maya sayısı farklılıkları Şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Silajların *Lactobacilli* ve maya içerikleri, log₁₀ kob/g KM ($\bar{x} \pm S$).

4.5 Silajların Fiziksel Özelliklerine ve Flieg Puanlamaya Göre Değerlendirilmesine İlişkin Sonuçlar

Silajların DLG değerlendirme anahtarına ve Flieg puanlamaya göre değerlendirilmesine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Silajların DLG değerlendirme anahtarına ve Flieg puanlamaya göre değerlendirilmesine ilişkin sonuçlar

	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

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 değerlendirilmişlerdir. 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 (Çizelge 4.5). 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 (Çizelge 4.5).

4.6 Silajların Aerobik Stabilite Test Sonuçları

Silolamanın 60. gününde açılan silajlara ait 7 günlük aerobik stabilite test sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Silajlarda aerobik stabilite test sonuçları

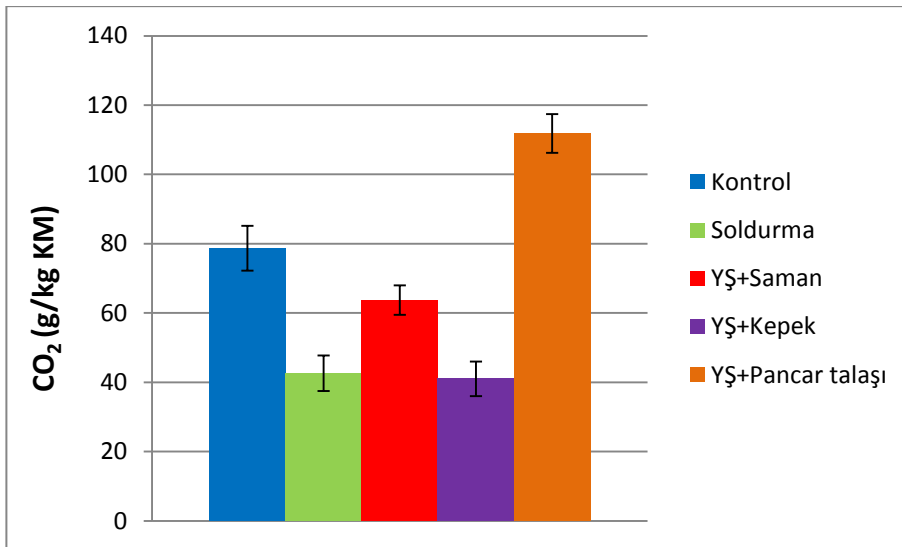
	Kontrol	Soldurma	YŞ+Saman	YŞ+Kepek	YŞ+Pancar talaşı	SEM	P
CO ₂ g/kg KM	78.70 ^b	42.64 ^d	63.78 ^c	41.00 ^d	111.84 ^a	2.39	<0.001
Görsel küflenme*	3	2	3	2	4		

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. Değerlendirmeler üç gözlemci tarafından yapılmış ve ortalama değerler verilmiştir.

Aerobik stabilite testinin 7. gününde silajlarda saptanan ortalama CO₂ değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli düzeyde (P<0.05) bulunmuştur. 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 (Çizelge 4.6). Silajlarda saptanan ortalama CO₂ değerlerinin gruplara göre değişimi Şekil 4.8'de verilmiştir.



Şekil 4.8. Aerobik stabilite testi sonunda silajlarda CO₂ üretimi, g/kg KM ($\bar{x} \pm S$).

4.7 Silajların Nisbi Yem Değerleri

Fermantasyonun 60. gününde açılan silajların SKM, KMT ve NYD değerlerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Silajların SKM (%), KMT (%) ve NYD değerleri

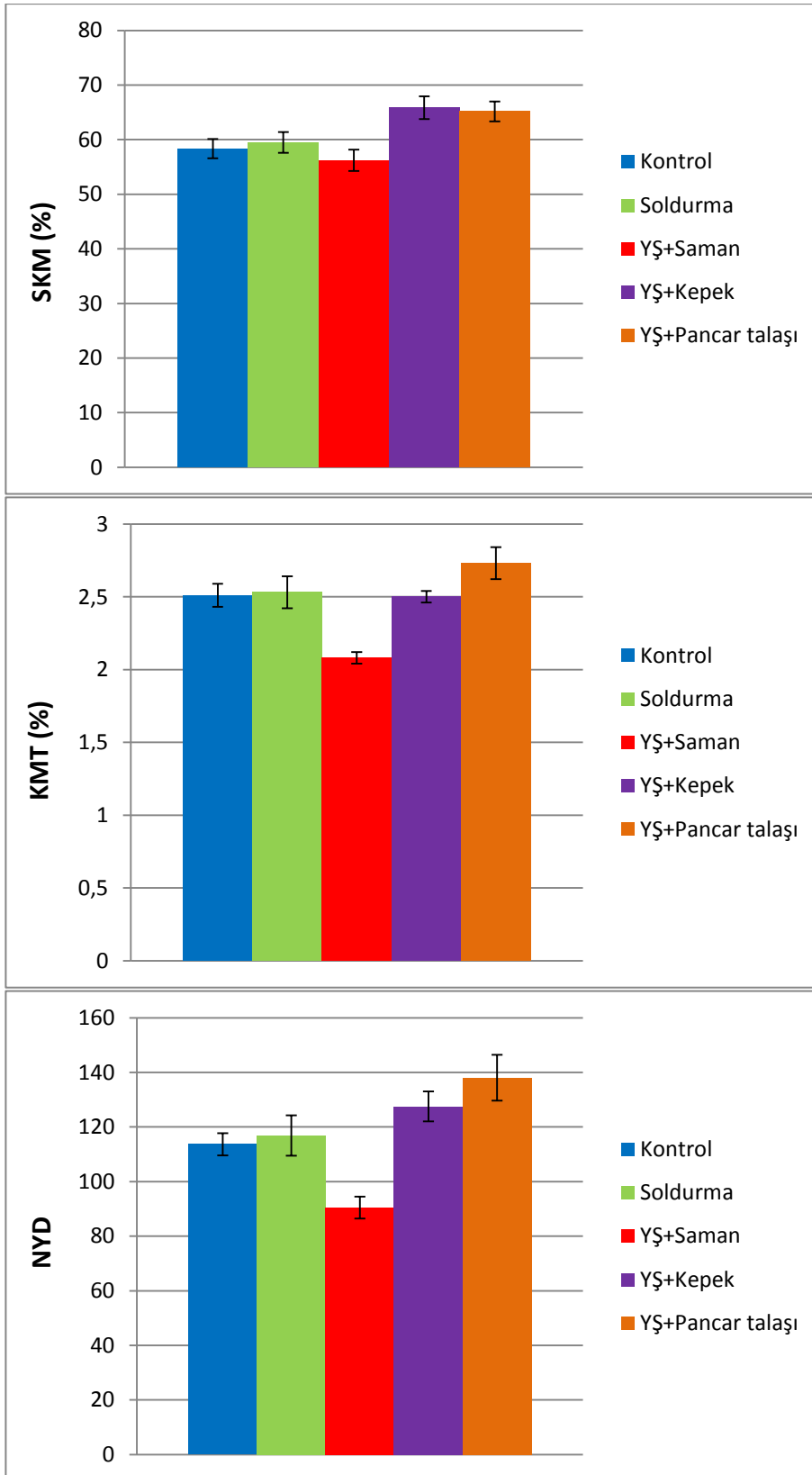
	Kontrol	Soldurma	YŞ+Saman	YŞ+Kepek	YŞ+Pancar talaşı	SEM	P
SKM	58.35 ^{bc}	59.49 ^b	56.22 ^c	65.85 ^a	65.16 ^a	0.80	<0.001
KMT	2.51 ^b	2.53 ^b	2.08 ^c	2.50 ^b	2.73 ^a	0.04	<0.001
NYD	113.68 ^c	116.87 ^c	90.48 ^d	127.54 ^b	138.04 ^a	2.74	<0.001

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).

Çizelge 4.7 incelendiğinde, deneme gruplarına ait silajların ortalama SKM, KMT ve NYD değerleri arasında istatistiksel farklılık saptanmıştır (P<0.05). Kontrol, Soldurma, YŞ+Saman, YŞ+Kepek ve YŞ+Pancar talaşı grubu silajların ortalama SKM değerleri sırasıyla %58.35, %59.49, %56.22, %65.85 ve %65.16; KMT değerleri %2.51, %2.53, %2.08, %2.50 ve %2.73 olarak saptanmıştır. Sindirilebilir kuru madde ve KMT değerlerinden yararlanılarak hesaplanan NYD indeksi ise sırasıyla 113.68, 116.87, 90.48, 127.54 ve 138.04 bulunmuştur. Deneme grupları arasında ortalama SKM, KMT ve NYD değerleri bakımından farklılıklar Şekil 4.9’da verilmiştir.



Şekil 4.9 Silajların KMT (%), SKM (%) ve NYD değerleri ($\bar{x} \pm S$).

4.8 Silajların Metabolik Enerji Değerleri

Fermantasyonun 60. gününde açılan silaj örneklerinin HBM, NDF, ADF ve ADL içerikleri dikkate alınarak hesap yolu ile bulunan ME değerleri Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Silajların ME değerleri

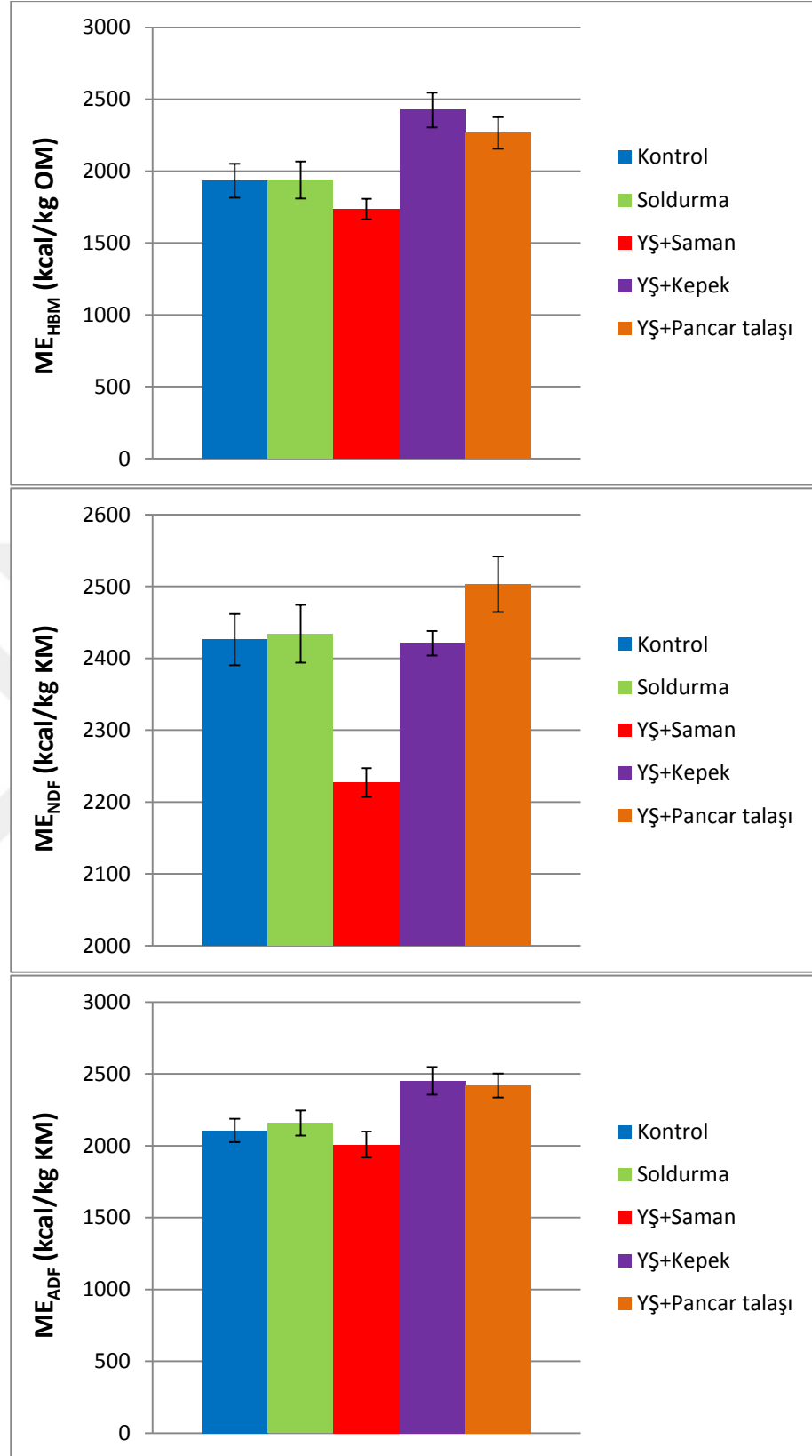
	Kontrol	Soldurma	YŞ+Saman	YŞ+Kepek	YŞ+Pancar talaşı	SEM	P
ME_{HBM}							
(kcal/kg OM)	1933 ^c	1938 ^c	1736 ^d	2425 ^a	2266 ^b	49.88	<0.001
ME_{NDF}							
(kcal/kg KM)	2426 ^b	2434 ^b	2227 ^c	2421 ^b	2503 ^a	14.79	<0.001
ME_{ADF}							
(kcal/kg KM)	2106 ^{bc}	2158 ^b	2008 ^c	2451 ^a	2419 ^a	36.81	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

SEM: Ortalamanın standart hatası

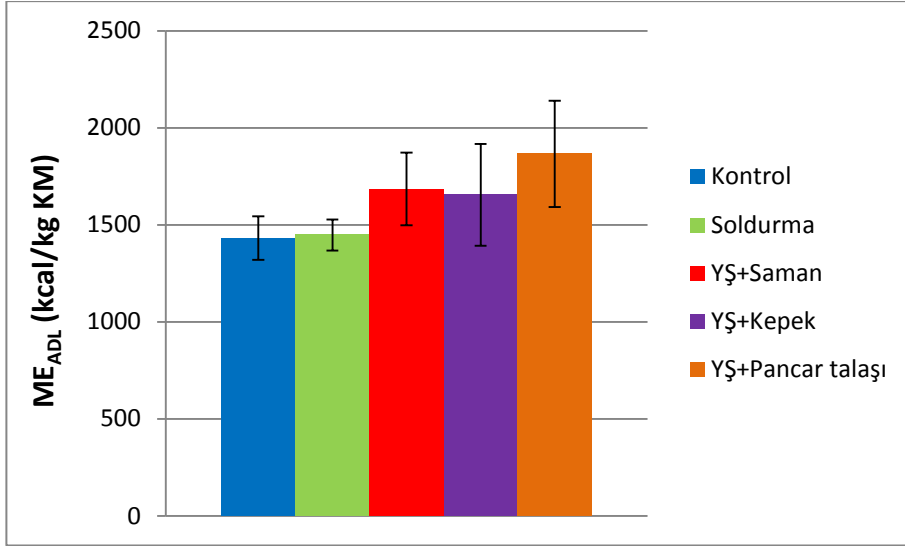
^{a-d}Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (P<0.05).

Silajların HP, HY, HS değerlerinden yararlanılarak hesaplanan ME_{HBM} değerleri 1736-2425 kcal/kg OM arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.9). 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. Silaj örneklerinin NDF verilerine göre hesaplanan ME içerikleri 2227-2503 kcal/kg KM değişim göstermiştir (Çizelge 4.9). En yüksek ME_{NDF} değeri (2503 kcal/kg OM) pancar talaşı ilaveli silaj örneklerine ait iken en düşük değer (2227 kcal/kg OM) saman ilaveli silaj örneklerine aittir. Soldurmanın ve kepek ilavesinin ME_{NDF} değeri üzerine etkisi saptanmamıştır. ADF verilerine göre hesaplanan ortalama ME_{ADF} değerleri ise 2008-2451 kcal/kg KM arasındadır (Çizelge 4.9). 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. Silajların ADL içerikleri kullanılarak hesaplanan ME_{ADL} değerleri ise 1432-1865 kcal/kg KM arasında değişmiştir (Çizelge 4.9). 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. Deneme gruplarına ait silajların ortalama ME değerleri arasındaki farklılıklar Şekil 4.10'da gösterilmiştir.



Şekil 4.10. Silajların ME değerleri, kcal/kg KM ($\bar{x} \pm S$).



Şekil 4.10. Silajların ME değerleri, kcal/kg KM ($\bar{x} \pm S$) (devam)

5. TARTIŞMA

Çalışmada, ot tipi yem şalgamı (*Brassica rapa* L.) ‘Lenox’ çeşidinin soldurularak veya farklı katkılarla hazırlanan silajlarının fermentasyon özellikleri ile aerobik stabilitesi araştırılmıştır.

Silaj kalitesi ve buna bağlı olarak yem değeri üzerinde birçok etken etkili olmakla birlikte başlangıç materyalin bazı özelliklerinin etkisi yüksek düzeydedir. Bu açıdan bitkinin pH’ı, 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 baklagil gibi bazı yem bitkilerinin silolanmasında ortamda yeteri kadar SÇK olmamasına bağlı olarak arzulanan silaj fermentasyonu gerçekleşemez.

Silaj kalitesi açısından önemli olan bir diğer etkende 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 (Bkz. Çizelge 4.2 ve 4.3). 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 araştırmacı birinci ve ikinci deneme için NDF değerlerini sırasıyla %42.14 ve 67.06, ADF değerini ise sırasıyla %38.71-46.99 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 düzeylerinin varyete, toprak yapısı ve tarlaya atılan gübre (azot) miktarına bağlı olarak değişebileceği bildirilmiştir (Levendoglu ve Karşlı, 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 163.5g/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 (Bkz. Çizelge 4.2 ve 4.3). Elde edilen bu bulgular literatürde söz konusu katkıları için bildirilen bildirişler ile uyumludur (Malhatun-Çotuk, 2016; Cummins et al., 2007; Sargın and Denek, 2017; Doğan-Daş, 2019).

Silolamada silaj fermentasyonunun seyri ve elde edilen silajın fermentasyon özellikleri açısından silolanacak materyalin epifik mikroorganizma yoğunluğu ve kompozisyonu önemli bir etkidir. Silolanacak yeşil materyalin epifik mikroorganizma yoğunluğu üzerinde sadece LAB değil aynı zamanda diğer istenmeyen mikroorganizmalarda etkilidir. Bu çalışmada, başlangıç silajlık materyalde *Lactobacilli* ve maya sayı 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 epifik 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 katkıları için saptanan epifik mikroorganizma yoğunluklarının sınırları 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 (Bkz. Çizelge 4.2). Bu bulgu Dumlu-Gül vd (2015)' nın silolama 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 katkıları 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 örneklerinkine göre sırasıyla %42.92, %47.20 ve %48.40 oranında artış göstermiştir. Hart and 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 (Bkz Çizelge 4.2). Çalışmadan elde edilen bu pH değerleri aynı bitki çeşidinin kullanıldığı bazı çalışmalarda (Doğan-Daş, 2019; Çetin, 2017) bildirilen 4.23-4.61

ve 3.80 pH değerleri ile benzer iken Hart and 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 azalış göstermiştir. Nitekim bu bulgu Kurtoğlu (2011)' nun KM ile pH değeri arasında ters bir ilişki olduğu şeklindeki bildirisi 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 örneklerinin 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 örneklerinin HP içeriklerine göre daha düşük düzeyde saptanmıştır ($P<0.05$). Kullanılan katkılardan buğday kepeğinin yüksek protein içeriği ile buğday samanının düşük protein içeriğine bağlı olarak elde edilen bu bulgular tahminlenen 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, fermentasyon sırasında pH değerindeki düşüşlerin bitki proteazlarını inaktif ederek deaminasyonu engellediği ve böylece HP içeriğindeki düşüşlerin azalması şeklindeki literatür bildirisi (Okuyucu, 2018) desteklemektedir. Kontrol grubu silajının HP içeriği; Hart and Horn (1987) ve Çetin (2017)'nın 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 Çizelge 4.1 ve 4.2 incelendiğinde, 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 (Levendoğlu ve Karşı, 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 proteolizis 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 $\text{NH}_3\text{-N}$ birkaç gün içerisinde oluşur ve silaj pH'ı 6'dan 4'e ininceye kadar protein parçalanması devam eder. Dolayısıyla silajda $\text{NH}_3\text{-N}$ içeriği protein parçalanma düzeyini gösteren önemli bir parametredir. Bu çalışmada Soldurma, YŞ+Kepek ve YŞ+Pancar talaşı gruplarına ait silaj örneklerinin $\text{NH}_3\text{-N}$ içeriği (sırasıyla 81.17, 85.91 ve 65.44 g/kg TN), Kontrol (130.65 g/kg TN) grubu silaj örneklerinin $\text{NH}_3\text{-N}$ içeriğine göre önemli düzeyde düşüktür (Bkz. Çizelge 4.2). 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 (Bkz. Çizelge 4.2). Dolayısıyla Kontrol ve YŞ+Saman grubu silaj örneklerinin yüksek düzeyde $\text{NH}_3\text{-N}$ içermesi söz konusu silaj örneklerinin SÇK yetersizliğine dayandırılabilir. Bununla birlikte, $\text{NH}_3\text{-N}$ silaj fermentasyonun başlangıcında yani silolamadan birkaç sonra oluşur. Çünkü bu dönemde silaj pH'ı 6'dan 4'e ininceye kadar protein parçalanması devam eder. Bu çalışmada, Soldurma, YŞ+Kepek ve YŞ+Pancar talaşı grubu silaj örneklerinin $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ 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 $\text{NH}_3\text{-N/TN}$ değeri (130.65 g/kg KM) ise 'iyi' kalite sınıfı için bildirilen 110-150 g/kg KM (Catchpole and Henzell, 1971; Oude et al., 1999; Ergül, 2008) sınırları içerisinde. Soldurulma, 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 (Bkz. Çizelge

4.2). 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 arttırdığı düşünülmektedir. Suda çözünebilir karbonhidratın 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 (Bkz. Çizelge 4.2). 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 etkilerin etkisi rakamsal düzeyde olmuştur. Kepek ve pancar talaşı ilaveli silajların LA içeriği saman ilaveli silajların LA içeriğinden önemli düzeyde daha yüksek saptanmıştır. Tyrolová and 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 ot tipi 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 and Horn, 1987) saman ilaveli silajlarda LA üretimi katkısız silajlara göre önemli düzeyde azalmıştır.

Filya (2001)'a 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 stabilitelelerini artırır. Silajda AA'lar aerobik bozulmanın üzerinde etkili AA bakterileri grubuna bağlıdır. Bu bakterilerin silajlarda maya gelişimi üzerinde engelleyici özellikleri olduğu bildirilmektedir (Basmacıoğlu ve Ergül 2002; Ergün vd., 2002). Bu çalışmada, saman ilaveli silaj örneklerinin AA içeriği (14.24 g/kg KM) diğer deneme grubu (Kontrol: 9.06, Soldurma: 9.58, YŞ+Kepek:7.72, YŞ+Pancar talaşı: 9.34) silaj örneklerinin 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) diğer Kontrol (4.85), Soldurma (4.67), YŞ+Kepek (4.46) grubu silaj örneklerinin AA içeriğine göre önemli düzeyde düşüktür (Bk. Çizelge 4.4). Anaerob bakterilerden sakkarolitik *Clostridialar* SÇK'ları yıkımlayarak BA'e proleolitik *Clostridialar* ise aminoasitleri parçalayarak AA, PA ve BA ile aminlere dönüştürürler (Basmacıoğlu ve Ergül, 2002). Silaj pH değerinin 3.80-4.20 olması durumunda ortamda LA bakterileri baskın olur ve BA üreten bakteriler gelişim gösteremez. Bu çalışmada, silaj örneklerinin pH değeri 3.84-4.28 arasında değişim göstermiştir. Silaj örneklerinin BA içeriği oldukça düşük düzeyde (0.02–0.30 g/kg KM) saptanmıştır (Bk. Çizelge 4.2). 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 sınırlandırılmasına neden olur (Van Soest, 1994). Silaj fermantasyonun 60. gününde açılan silaj örneklerinin hücre çeperi fraksiyonları (NDF, ADF ve ADL) incelendiğinde tüm fraksiyonlar için en düşük değerin pancar talaşı ilaveli silaj örneklerinde saptandığı görülmektedir (Bkz. Çizelge 4.3). Bunun nedeni 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 ilavesi ile hazırlanan silajların NDF ve ADF içeriklerinin azalmasının nedeni melasın LAB gibi bazı anaerob bakterilerin sayısını arttırması ve buna bağlı olarak NDF, ADF ve hemiselülozun yıkımlanmasının artarak silajların NDF ve ADF içeriklerindeki düşüşte etkili olabileceği bildirilmiştir. Nitekim diğer çalışmalardan (Koç et al., 2008; Canbolat vd., 2010; Özdüven and Çelebi Çam, 2017) elde edilen sonuçlar da Bolse et al. (1996)'un bildirişi ile uyumludur. Bu çalışmada, soldurmanın silajların hücre çeperi 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 (Bk. Çizelge 4.3). Yem şalgamı bitkisinin KM içeriğini arttırmak 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 parçalaması 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 olurken, 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 ($P<0.05$) daha yüksek olmuştur. Bununla birlikte buğday kepeği ve pancar talaşı kullanılan silajların $\text{NH}_3\text{-N}$ içeriklerinin önemli düzeyde ($P<0.05$) 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 (Bkz. Çizelge 4.4). Silajlık materyallerin silolama öncesinde oldukça farklı türlerde mikroorganizmalar içerdiği görülmektedir. Bu mikroorganizmalar içerisinde LAB'ın silajda fermentasyonu istenirken diğerlerinin ise silajda faaliyetleri istenmemektedir. Silaj fermentasyonuna etki eden en önemli üç faktör, materyalin silolama esnasındaki KM düzeyi, SÇK içeriği ve LAB sayısıdır. Soldurulmuş YŞ silajında KM düzeyinin yükselmesi sonucu kontrol grubu silajına göre *Lactobacilli* sayısının arttığı ve maya sayısının azalmadığı görülmüştür. Birçok durumda 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* sayıları YŞ+Kepek ve YŞ+Pancar talaşı silajı grubuna göre daha düşük, küf sayıları ise daha yüksek düzeyde bulunmuştur (Bkz. Çizelge 4.4).

Silaj kalitesinin belirlenmesinde fiziksel özellikler (koku, strüktür, renk) önemli bir kriter olmakla birlikte silajın KM içeriği ve pH değerinin dikkate alındığı Fleig puanlamaya göre de değerlendirme yapılmıştır. Rakamsal olarak değerlendirme yapılabilen Fleig Puanı ile fiziksel değerlendirme arasında doğrusal ilişki bulunmaktadır. Silaj yapımı sonrasında istenilen pH değeri ve KM oranına ulaşıldığında Fleig 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. Fleig puanlamaya göre tüm gruplara ait silajların kalite sınıfları "çok iyi" olarak belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 4.5). 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 Fleig puanlarına göre kalite sınıfının "pekiyi" olduğunu bildirmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada ise yonca bitkisine melas, arpa

ezmesi ve peyniraltı suyu ilave edilerek hazırlanan silajların fiziksel özelliklere göre yapılan değerlendirme silajların kalite sınıfı çok iyi olarak bildirilmiştir (Acar ve Bostan, 2016).

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 fermantasyonunun istenen yönde olduğu 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; Özduven and 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 (Bkz. Çizelge 4.4).

Yedi günlük aerobik stabilite testi sonunda YŞ+Pancar talaşı silaj örneklerinde saptanan yüksek CO₂ üretimi bu yüksek SÇK içeriğine 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 stabilitelerini düşürebileceği bildirilmiştir. Çalışmada, 7 günlük aerobik stabilite testin sonunda görsel değerlendirme yapılmıştır. Bu 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 NYD indeksi kullanılır ve bu değer SKM ve KMT değerlerinden yararlanılarak hesaplanır. NYD indeksinin esası tam çiçekteki yoncanın 100 olarak kabul edilmesine dayandırılır (Henning et al., 2000). Kabul edilen bu değer altına düşüldükçe yem kalitesi düşmekte, yükselmesi durumunda ise yemin kalitesi artmaktadır (Moore and 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 (Bkz. Çizelge 4.6). 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 düşüşe bağlı olarak NDF içeriğine göre hesaplanarak bulunan KMT değeri kontrole göre önemli düzeyde artmıştır.

Hücre çeperi bileşenlerinden yararlanılarak hesaplanan ME değerleri incelendiğinde (Bkz. Çizelge 4.7), 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 ($P<0.05$) yüksek olduğu görülmektedir. Bunun nedeni de bu gruplara ait silaj örneklerindeki NDF, ADF, ADL içeriklerinin en düşük değere sahip olmasıdır (Bkz. Çizelge 4.3). 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 (Bkz Çizelge 4.2 ve 4.7).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ot tipi yem şalgamı bitkisinin Lenox çeşidinin farklı silaj katkıları (saman, buğday kepeği ve pancar talaşı) ile silolanmasının silaj fermentasyonu ve aerobik stabilite üzerine etkilerini ortaya koymak amacıyla yürütülen bu çalışmadan aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

i) KM içeriği ve pH değeri: Yem şalgamı bitkisinin soldurulması veya farklı katkıların ilavesi ile silaj kuru madde içeriği önemli düzeyde artmıştır. Silajların pH değerleri bakımından ortalamalar arasında farklılık saptanmamakla birlikte en düşük pH değeri (3.84) YŞ+Pancar talaşı grubu silajlarında, en yüksek pH değeri (4.28) ise YŞ+Saman grubu silajlarda elde edilmiştir.

ii) LA, AA ve BA içerikleri: Silajların LA içeriği soldurma ve katkı ilavesi (saman hariç) ile artış göstermiş ancak bu gruplara ait silajlardaki artış kontrole göre önemsiz düzeydedir. En yüksek AA içeriği ise YŞ+Saman grubu (14.24 g/kg KM) silaj örneklerinde bulunmuştur. Kontrol ve diğer gruplar (Soldurma, YŞ+Kepek, YŞ+Pancar talaşı) arasında AA bakımından istatistiksel açıdan önemli düzeyde bir farklılık saptanmamıştır. Silajların BA içeriği 0.02–0.30 g/kg KM arasında değişim göstermiş olup silaj BA içeriği soldurma veya katkı ilavesinden etkilenmemiştir.

iii) HK, HP ve HS içerikleri: Kepek ve pancar talaşı ilavesi ile silajların HK içeriği düşerken soldurma ile artış göstermiştir. Saman ilavesi ile silajların HK içeriği değişmemiştir. Yem şalgamı bitkisine saman ilavesi HP içeriğini düşürürken kepek ilavesi artırmıştır. Soldurma ve pancar talaşı ilavesi ile silajların HP içeriğinde farklılık saptanmamıştır. Deneme gruplarına ait silajların HS içerikleri ise kepek ve pancar talaşı ilavesi ile azalırken soldurma ve saman ilavesinin bu parametre üzerine etkisi olmamıştır.

iv) NH₃-N ve SÇK içerikleri: Soldurma, kepek ve pancar talaşı ilavesi ile silajların NH₃-N içeriği düşerken saman ilavesi ile değişmemiştir. Bu kriter bakımından en fazla düşüş sırasıyla YŞ+Pancar talaşı>Soldurma>YŞ+Kepek şeklinde olmuştur. Elde edilen NH₃-N sonuçlarının tam tersine soldurma, kepek

ve pancar talaşı ilavesi ile silajların SÇK içeriği artmış ve saman ilavesi ile düşmüş ve en fazla artış sırasıyla YŞ+Pancar talaşı>YŞ+Kepek>Soldurma şeklindedir.

v) Hücre çeperi bileşenleri: En düşük NDF, ADF, ADL içeriği YŞ+Pancar talaşı grubu silaj örneklerinde bulunurken, en yüksek NDF ve ADF YŞ+ Saman grubu silaj örneklerinde saptanmıştır. Saman ilavesi ile silajların ADL içeriklerinde, Kontrol grubu silaj örneklerinin ADL içeriğine göre artış beklenirken iki grup için benzer ortalamaların elde edilmesi göreceli bir sonuç olarak değerlendirilmiştir. Silajlık materyalin KM içeriğini artırmak amacıyla kullanılan katkıları silajların hemiselüloz içeriklerini artırırken, soldurma bu açıdan etkili olmamıştır. Saman ve pancar talaşı ilavesi silaj selüloz içeriğinde önemli artışa neden olmuştur.

vi) *Lactobacilli*, maya ve küf içerikleri: En yüksek *Lactobacilli* YŞ+Kepek grubu silaj örneklerinde, en yüksek maya ise Kontrol grubu silaj örneklerinde saptanmıştır. Fermantasyonun 60. gününde açılan silajlarda küf sadece saman ve pancar talaşı ilaveli örneklerde tespit edilmiştir.

vii) Fiziksel değerlendirme ve Flieg puanlama: Yem şalgamı bitkisinin soldurulması veya farklı katkıların ilavesi ile hazırlanan silajların DLG puantajına göre fiziksel değerlendirilmesi sonucunda Kontrol ve YŞ+Saman grubu silajları ‘**memnuniyet verici**’ kalite sınıfında yer alırken diğer gruplara ait silajlar ‘**pekiyi**’ kalite sınıfında yer almışlardır. Flieg puanlamaya göre tüm gruplara ait silajlar ‘**çok iyi**’ kalitede olarak değerlendirilmiştir.

viii) Aerobik stabilite: Silajların açımını izleyen 7. günün sonunda saptanan CO₂ üretimi en yüksekten en düşüğe doğru YŞ+Pancar talaşı>Kontrol>YŞ+Saman>Soldurma>YŞ+Kepek şeklinde bir sıralama gösterirken iken yapılan görsel küflenme değerlendirme sonuçlarına göre en fazla küflenmeden en az küflenmeye doğru sıralama ise YŞ+Pancar talaşı>Kontrol=YŞ+Saman>Soldurma=YŞ+Kepek şeklindedir.

ix) NYD: Yem şalgamı bitkisine pancar talaşı ilavesi ile en yüksek NYD'ne sahip silajlar elde edilirken saman ilavesi ile en düşük NYD'ne sahip silajlar elde edilmiştir. Bu indeks açısından elde edilen sonuçlara göre sıralama YŞ+Pancar talaşı>YŞ+Kepek>Soldurma>Kontrol>YŞ+Saman şeklindedir.

x) ME değeri: En yüksek ME_{HBM} ve ME_{ADF} değerleri YŞ+Kepek grubu silajlarında, en yüksek ME_{NDF} ve ME_{ADL} değerleri ise YŞ+Pancar talaşı grubu silajlarında bulunmuştur.

Bu çalışmadan elde edilen bulgulara göre, çiçeklenme sonunda biçilen 'Lenox' çeşidi ot tipi yem şalgamı bitkisinin soldurarak ve buğday kepeği ilave edilerek silolanması silajların fermentasyon özelliklerini, aerobik stabilitesini ve yem değerini iyileştirmiştir. Pancar talaşı ilavesinin silaj fermentasyonu, 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. Her ne kadar yem şalgamı bitkisinin silajı yapılırken KM içeriğini artırmak amacıyla sahada yaygın olarak saman kullanılsa da bu çalışmada saman incelenen birçok kalite kriterleri ve yem değeri açısından diğer katkıların gerisinde sonuç vermiştir. Literatürde yem şalgamı bitkisi kullanılarak yapılan silaj çalışmaları sınırlı sayıdadır. Özellikle yemleme ve yem değerine yönelik kapsamlı çalışmaların sayısının artırılması ve elde edilen sonuçların uygulamaya aktarılması durumunda protein içeriği yüksek ve kuraklığa dayanıklı ot tipi yem şalgamı bitkisinin sürdürülebilir hayvancılık açısından alternatif bir yem bitkisi olarak kullanımının yaygınlaşmasına katkı sağlanmış olacaktır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Acar, Z. ve Bostan, M.**, 2016, Değişik doğal katkı maddelerinin yonca silajının kalitesine etkilerinin belirlenmesi, *Anadolu Tarım Bilim. Derg. /Anadolu J Agr Sci.*, 31: 433-440s.
- Açıkgöz, E.**, 2001, Yem Bitkileri, 3. Baskı, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182. VİPAŞ A.Ş. Yayın No: 58, Bursa, 584s
- Albayrak, S. ve Çakmak, N.**, 2006, Performances of forage turnip (*Brassica rapa* L.) cultivars under different nitrogen treatments. Ondokuz Mayıs Üniv. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(1): 44-48s.
- Alçiçek, A. ve Özkan, K.**, 1997, Silo yemlerinde fiziksel ve kimyasal yöntemlerle silaj kalitesinin saptanması, Türkiye I. Silaj Kongresi Bildirileri, 16-19 Eylül, Bursa, 241-246s.
- Anonim**, 1986, The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: 427. London, 428p.
- Anonim**, 2016, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Müdürlüğü, Tarımsal Araştırma Master Planı (2016-2020), Ankara, 143s.
- Anonim**, 2018, <http://www.tarimdanhaber.com/haber/hayvancilik/hayvanciligin-kaba-yem-umudu-salgam-otu> (Erişim Tarihi: 7 Kasım 2018).
- Anonim**, 2019a, <http://www.yembitkileri.gen.tr/ot-tipi-yem-salgami-yemlik-kolza> (Erişim tarihi: 18 Temmuz 2019)
- Anonim**, 2019b, <https://www.amasyadsyb.org/sut/yembitki/9> (Erişim tarihi: 18 Temmuz 2019)
- AOAC**, 2000, Official Methods of Analysis, 17th Edition, Association of Official Analytical Chemist International, Washington DC.
- Ashbell, G.**, 1994, Basic Principals of Preservation of Forage, By-Products and Residues - Silage or Hay. The Agricultural Research Organization, The Volcani Cenler, Bet-Dagan, Israel. No. 1664-E.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Ashbell, G., Weinberg, Z.G., Azrieli, A., Hen, Y. and Horev, B., 1991, A simple system to study the aerobic deterioration of silages, *Canadian Agric. Eng.*, 33: 391-393pp.
- Avcıoğlu, R., Soya, H., Geren, H. ve Cevheri, A.C., 1998, Ege bölgesinde çayır meraların durumu, sorunları ve çözüm önerileri, Ege Bölgesi 1. Tarım Kongresi, 235-242s.
- Ayan, İ., Aşçı, Ö.Ö. Başaran, U. ve Mut, H., 2006, Bazı yem şalgamı (*Brassica rapa* L.) çeşitlerinin verim özellikleri, *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(3): 310-313s.
- Basmacıoğlu H. ve Ergül M., 2002, Silaj mikrobiyolojisi, *Hayvansal Üretim*, 43(1):12-24 s.
- Bolsen, K.K., Ashbell, G. and Weinberg, Z.G., 1996, Silage fermentation and silage additives Review, *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 9(5): 483-494pp.
- Campbell, B., 2014, Small-scale silage production. *A Resource for Smallholder Farmers*, 1-16pp.
- Can, A., Denek, N. ve Yazgan, K., 2003, Şeker pancarı yaprağına değişik katkı maddeleri ilavesinin silaj kalitesi ile *in vitro* kuru madde sindirilebilirlik düzeylerine etkisi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Vet. Fak. Derg.*, 14(2): 26-29s.
- Canbolat, Ö., 2013, Farklı olgunlaşma dönemlerinin kolza otunun (*Brassica napus* L.) potansiyel besleme değeri üzerine etkisi, *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 60: 145-150s.
- Canbolat, Ö., Kalkan, H., Karaman, Ş. ve Filya, İ., 2010, Üzüm posasının yonca silajlarında karbonhidrat kaynağı olarak kullanılma olanakları, *Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg*, 16(2): 269-276s.
- Catchpole, V.R. and Henzell, E.F., 1971, Silage and silage making from tropical herbage species, *Herbage Abstracts*, 41: 213-221pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Chen, J., Ding, M. and Pederson, D.S.**, 1994, Binding of TFIID to the CYC1 TATA boxes in yeast occurs independently of upstream activating sequences. *Proc Natl Acad Sci USA*. 91(25):11909-13pp.
- Cummins, B., O’Kiely, P., Keane, M.G. and Kenny, D.A.**, 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: 181–193pp.
- Çayiroğlu, H., Coşkun, İ. ve Şahin, A.**, 2016, Silajın aerobik stabilitesini etkileyen faktörler ve iyileştirme stratejileri, *Alınteri*, 31 (B), 91 - 97 ISSN:1307-331.
- Çetin, İ.**, 2017, Farklı Katkı Maddeleri ile Silolanan Yem Şalgamının (*Brassica rapa* L.) Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 55s.
- Çetinkaya, A.V.**, 2019, Sütotu (*Ryegrass-Lolium multiflorum* Lam.) ve yonca (*Alfalfa-Medicago sativa* L.)’nın besin madde içerikleri ve sindirilebilirliklerinin karşılaştırılması, K.Ü. Sağlık Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale, 58s.
- Denek, N. and Can, A.**, 2007, Effect of wheat straw and different additives on silage quality and *in vitro* dry matter digestibility of wet orange pulp. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 6(2): 217-219pp.
- Deniz, S., Demirel, M., Tuncer, Ş. D., Kaplan, O. and Aksu, T.**, 2001, The possibilities of using sugar beet pulp silage produced by different methods in lamb and dairy cow rations 1-Obtaining high quality sugar beet pulp silage, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 25(6): 1015-1020pp.
- DLG**, 1987, Bewertung Von Grünfütter, Silage Und Heu. DLG-Merkblatt, No. 224. DLG-Verlag, Frankfurt/M.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Doğan-Daş, B.**, 2019, Lenox (*Brassica rapa* L.) Bitkisine Farklı Düzeylerde Buğday Samanı ve Melas İlavesinin Silaj Kalitesi, Kuzularda Canlı Ağırlık Artışı ve Sindirilebilirlik Değerlerine Etkisi, Doktora Tezi, Harran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 75s.
- Driehuis, F., Elferink, S.J., and Spoelstra, S.F.**, 1999, Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability, *J. Appl. Microbiol.*; 87(4): 583-594pp.
- Dumlu Gül, Z., Tan, M., Fayetörbay Kaynar, D. and Kharazmi, K.**, 2015, Effects of some additives, harvest stage and wilting on quality characteristics of alfalfa silage, *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 46 (2): 113-118pp.
- Elmalı, D.A. ve Kaya, İ.**, 2012, Farklı biçim zamanlarının korunga (*Onobrychis sativa* l.) ve fiğın (*Vicia sativa* l.) besin madde içerikleri üzerine etkisi, *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.*, 52 (2): 39-45s.
- Ergül, M.**, 2008, Karma Yemler ve Karma Yem Teknolojisi, Ege Üniv. Yayınları Zir. Fak. Yayın No:384, İzmir Türkiye, 220s.
- Ergün, A., Çolpan, İ., Yıldız, G., Küçükersan, S., Tuncer Ş.D., Yalçın, S., Küçükersan, M.K. ve Şehu, A.**, 2002, Yemler, Yem hijyeni ve Teknolojisi, Ocak 2002, Ankara, 687s.
- Filya İ.**, 2001, Silaj fermentasyonu, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(1): 87-93s.
- Filya, İ.**, 2000, Silaj kalitesinin arttırılmasında yeni gelişmeler, *International Animal Nutrition Congress '2000* , Isparta, 243-250s.
- Filya, İ., Karabulut, A., Kalkan, H. ve Sucu, E.**, 2001, Bakteriyal inokulantların sorgum silajlarının fermentasyon, aerobik stabilite ve rumen parçalanabilirlik özellikleri üzerine etkileri, *Ankara Üniv. Zir. Fak. Tarım Bilimleri Dergisi*, 7: 112-119s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Geren, H., Demiroğlu, G. ve Avcıoğlu, R.,** 2002, Bazı yem şalgamı (*Brassica rapa* L.) çeşitlerinin verim özellikleri üzerinde araştırmalar, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 39(1): 47-53s.
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J.,** 1970, Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Agriculture handbook no. 379, Agriculture Research Service USDA, Washington (DC), USA, 20p.
- Hart, S.P. and Horn, F.P.,** 1987, Ensiling characteristics and digestibility of combinations of turnips and wheat straw, *Journal of Animal Science*, 64(6): 1790-1800pp.
- Henning, J.C., Lacefield, G.D. and Amaral-Philips, D.,** 2000, Interpreting Forage Quality Reports. Cooperative Extension Service, ID-101.
- Kamalak, A., Canbolat, Ö., Gurbuz, Y., Ozkan, Ç.Ö. and Kizilsimsek, M.,** 2005, Determination of nutritive value of wild mustard, *sinapsis arvensis* harvested at different maturity stages using *in situ* and *in vitro* measurements, *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 18(9): 1249-1254pp.
- Karabıyık, A.,** 2016, Şeker Pancarı Baş ve Yapraklarının Farklı Katkı Maddeleri İlavesiyle Peletlenmesinin Kaba Yem Kalitesi Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 52s.
- Keleş, G.,** 2017, Silaj katkıları, *Türkiye Klinikleri J Anim Nutr&Nutr Dis-Special Topics*, 3(3):171-80s.
- Kılıç, A.,** 1986, Silo Yemi (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri), Bilgehan Basımevi, İzmir, 327s.
- Kiraz, A.B. ve Kutlu, H.R.,** 2016, Bakteriyel inokulant kullanımının silajlarda fermantasyon özellikleri üzerine etkileri, *Harran Tarım Ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(3): 230-238s.
- Kirchgeßner, M. and Kellner, R.J.,** 1981, Schätzung des energetischen futterwertes von grün- und rauhfutter durch die cellulasmethode, *Landwirtsch Forsch.*, 34:276-281pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kirchgessner, M., Kellner, R.J., Roth, F.X. and Ranfft, K.,** 1977, Zur schätzung des futterwertes mittels rohfaser und der zellwandfraktionen der detergentien-analyse, *Landwirtsch Forsch.*, 30:245-250pp.
- Kleinschmit, D.H. and Kung, L.,** 2006, The effects of *Lactobacillus buchneri* 40788 and *Pediococcus pentosaceus* R1094 on the fermentation of corn silage, *J. Dairy Sci.*, 89: 3999-4004pp.
- Koch, D.W. and Karakaya, A.,** 1998, “Extending the Grazing Season with Turnips and Other Brassicas”, Wyoming co-operative Extension Service Bull. B-1051.
- Koç, F., Coşkuntuna, L. and Özdüven, M.L.,** 2008, The effect of bacteria + enzyme mixture silage inoculant on the fermentation characteristic, cell wall contents and aerobic stabilities of maize silage, *Pakistan J Nutr*, 7 (2): 222-226pp.
- Koç, F., Coşkuntuna, L. Özdüven, M.L. ve Coşkuntuna, A.,** 2010, Farklı ortam sıcaklıklarında organik asit kullanımının fiğ-tahıl silajlarında fermentasyon gelişimi ve aerobik stabilite üzerine etkileri, *JOTAF/Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2):159-165s.
- Kung, L.,** 2010, Aerobic stability of silage. In Proceedings of California Alfalfa & Forage Symposium and Corn/Cereal Silage Conference, http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/2010/files/talks/CAS10_KungAnaerobicStability.pdf (Erişim tarihi: 8 Ağustos 2019).
- Kurtoğlu, V.,** 2011, Silaj ve Silaj Katkıları, Aybil Yayınevi, Konya.
- Levendoğlu, T. ve Karşlı, M.A.,** 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): 175-178s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Malhatun-Çotuk, G.**, 2016, Yonca silajına Kepek ve Puding İlavesinin Silaj Fermentasyonu, Aerobik Stabilite ve *In Vitro* Sindirilebilirlik Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 41s.
- McDonald, P., Edwards, R.A. and Greenhalgh, J.F.D.**, 1988, Animal Nutrition, 4 th Edition. Longman Scientific and Technical, 543p.
- McDonald, P., Henderson, A. R. and Heron, S.J.E.**, 1991, The Biochemistry of Silage, Second Edition, Chalcombe Publication, Marlow, UK. England, 340p.
- Merry, R.J., Cussen, R.F. and Jones, R.**, 1993, Biological silage additives, *Ciencia Investigation Agraria*, 20(2):2-29pp.
- Moore, J.E. and Undersander, D.J.** 2002, Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index, In “Proceedings of the 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium”, 10-11 January, Gainesville.
- Muck, R.E. and Pitt, R.E.**, 1993, Progression of aerobic deterioration relative to the silo face, In: Proc. 10th Silage Res. Conf. Dublin City University Dublin, Ireland, 38-39pp.
- Naumann, C. and Bassler, R.**, 1993, Die Chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Methodenbuch, Band III. 3. Erg., Verlag Naumann, Melsungen.
- Okuyucu, B.**, 2018, Laktik Asit Bakteri ve Enzim Karışımı İnokulant İlavesinin Yonca Silajlarında Fermentasyon, Aerobik Stabilite ve Yem Değeri Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniv., Fen Bilimleri Enst., 92s.
- Olmstead, M.A.**, 2006, Cover Crops as a Floor Management Strategy for Pacific Northwest Vineyards, EB2010, Washington State Univ. Extension, Prosser. <http://cru.cahe.wsu.edu/CEPublications/eb2010>, 11p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Oude Elferink, S.J.W.H., Driehuis, F., Gottschal, J.C. and Spoelstra, S.F.,** 1999, Silage fermentation processes and their manipulation, FAO Electronic Conference on Silages; 1-28pp.
- Öten, M., Kiremitçi, S. ve Çınar, O.,** 2016, Bazı yem bitkileri ve karışımlarıyla hazırlanan silajların silaj kalitelerinin farklı yöntemlerle belirlenmesi, *Anadolu, J. of AARI*, 26 (2): 33-43s.
- Özdüven, M.L. and Çelebi Çam, A.,** 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(02):45983-988pp.
- Parlak, A. Ö. ve Sevimay, C. S.,** 2007, Arpa ve buğday hasadından sonra bazı yem bitkilerinin ikinci ürün olarak yetiştirilme imkânları, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(2): 101-107s.
- Petterson, K.,** 1988, Ensiling Of Forages: Factors Affecting Silage Fermentation and Quality, Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Nutrition and Management, Uppsala, 46p
- Playne, M.J. and Mc Donald, P.,** 1966, The buffering constituent of Herbage and of Silage, *J. Sci. Food. Agric*, 17: 264-268pp.
- Rao, S.C. and Horn, F.P.,** 1995, Cereals and Brassicas for Forage, The Science of Grassland Agriculture, Ames: 5th ed., Iowa State Univ. Press, 451-462pp.
- Rondahl, T., Bertilsson, J. and Martinsson, K.,** 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*, 163:11-19pp.
- Saner, G.,** 1993, İzmir Yöresinde Pazara Yönelik Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Ekonomik Açıdan Değerlendirilmeleri Üzerine Bir Araştırma, Doktora Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Sargın, H.G. and Denek, N.,** 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)84-89pp.
- Sarıçiçek, B.Z. and Kılıç, U.,** 2009, The effects of different additives on silage gas production, fermentation kinetics and silage quality, *Ozean Journal of Applied Sciences*, 2(1): 11-18pp.
- Seale, D.R., Pahlow, G., Spoelstra, S.F., Lindgren, S., Dellaglio, F. and Lowe, J.F.,** 1990, Methods for the microbiological analysis of silage, Proceeding of The Eurobac Conference, Uppsala, 147p.
- Seglar, W.J.,** 2003, Fermentation analysis and silage quality testing. In: Proceedings of the Minnesota Dairy Health Conference, College of Veterinary Medicine, University of Minnesota, 119-135pp.
- Slottner, D. and Bertilsson, J.,** 2006, Effect of ensiling technology on protein degradation during ensilage, *Animal Feed Science Technology*, 127, (1-2): 101-111pp.
- Soya, H., Geren, H. ve Kır, B.,** 1998, Ege bölgesinde kaba yem kaynakları ve hayvan varlığı ile ilişkileri. Ege Bölgesi 1. Tarım Kongresi, 228-235s.
- SPSS,** 2007, SPSS 15 for Windows. SPSS Inc.
- Şenköylü, N.,** 2001, Modern Tavuk Üretimi, Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Tekirdağ, 425s.
- Tarım ve Orman Bakanlığı,** 2019, 'Kamuoyunda Gündeme Gelen Asılsız İddialar ve Gerçekler" , Ankara, 36s.
- Teller, E., Vanbelle, M., Foulon, M., Collignon, G. and Matatu, B.,** 1992, Nitrogen metabolism in rumen and whole digestive tract of lactating dairy cows fed grass silage, *Journal of Dairy Science*, 75: 1296-1304pp.
- Tıknaçoğlu, B.,** 2009, Yem Bitkileri Tarımı ve Silaj Yapımı, https://samsun.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Yayinlar/Kitaplarimiz/yem_bitkileri_tarimi_ve_silaj_yapimi.pdf (Erişim tarihi 7 Kasım 2019)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Toruk, F., Koç, F. ve Gönüloğlu, E.,** 2010, Aerobik stabilite süresince paket silajlarında renk değişimi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1).
- TSE,** 1991, Hayvan Yemleri-Metabolik (Çevrilebilir) Enerji Tayini (kimyasal metod), TS 9610, Aralık 1991, Ankara.
- TÜİK,** 2018a. Türkiye İstatistik Kurumu; Bitkisel Üretim İstatistikleri 2018, www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 5 Temmuz 2019)
- TÜİK,** 2018b, Türkiye İstatistik Kurumu; Hayvansal Üretim İstatistikleri 2018, www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 5 Temmuz 2019)
- Tümer, S.,** 1996, Hayvancılıkta Kaliteli, Bol ve Ucuz Kaba Yem Arayışına Bir Çözüm. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No.91, İzmir.
- Tyrolová, Y. and Výborná, A.,** 2011, The effects of wilting and biological and chemical additives on the fermentation process in field pea silage, *Czech J. Anim. Sci.*, 56(10): 427-432pp.
- Uygur, A.M.,** 2018, Silaj yapımında kullanılan katkı maddeleri-1, Çiftçi Broşürü;132,URL:<https://arastirma.tarimorman.gov.tr/etae/Belgeler/EgitimBrosur/132-ciftcibro.pdf>. (Erişim tarihi: 5 Kasım 2018)
- Van Dyke, N.J. and Anderson, P.M.,** 2000, Interpreting a Forage Analysis, Alabama Cooperative Extension, Circular ANR-890.
- Van Soest, P.J.,** 1994, Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd ed., Ithaca, N.Y., Cornell University Press.
- Westwood, C.T. and Mulcock, H.,** 2012, Nutritional evaluation of five species of forage brassica, Proceedings of the New Zealand Grassland Association, 74: 31-38pp.
- Wilkinson, J.M. and Davies, D.R.,** 2012, Targets for the aerobic stability of silage, XVI. International Silage Conference, Hämeenlinna, Finland, 2-4 July 2012.
- Wilkinson, J.M.,** 1999, Silage and health, In. Proc. 12th International Silage Conference, Uppsala, Sweden, 67-83p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Woolford, M.K., 1984, The Silage Fermentation, Marcel Dekker, Inc., New York.

Woolford, M.K., 1999, The Science and Technology of Silage Making, Alltech Technical Publications.

Yıldırım, S. ve Parlak, A.Ö., 2016, Tritikale ile bezelye, bakla ve fiğ kKarışım oranlarının belirlenerek yem verimi ve kalitesine etkileri, *Çomü Zir. Fak. Derg.*, (COMU J. Agric. Fac.), 4 (1): 77-83s.



TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimim ve tez çalışmam boyunca bilgilerini benimle paylaşan ve yol gösteren danışman hocam değerli Prof. Dr. Hatice B. MALAYOĞLU'na saygı ve teşekkürlerimi bir borç biliyor ve şükranlarımı sunuyorum. Ayrıca;

Laboratuvar çalışmalarım sırasında tecrübe ve yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. H. Hüseyin İPÇAK'a, Zir. Müh. Gökhan ŞENEL'e, Dr. Berrin OKUYUCU'ya ve Dr. Sema ÖZÜRETMEN'e;

Tez çalışmasını FYL-2019-20182 nolu proje olarak destekleyerek maddi kaynak sağlayan Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinatörlüğü'ne teşekkürlerimi sunarım.

Daima yanımda olan maddi ve manevi desteklerini benden esirgemeyen başta eşim Belza DENEN'e ve aileme gösterdikleri sabır ve anlayış için teşekkür ederim.

15/11/2019

Mehmet Efe DENEN

ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında İzmir’de dünyaya geldi. İlköğretim ve lise öğretimini İzmir’de tamamladı. 1997 yılında aile şirketi olan Denen Gıda Tarım A.Ş.’de iş hayatına başladı. 2003 – 2008 yılları arasında Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesini Açık Öğretim’den tamamladı. Aynı firmada 2018 yılına kadar Genel Müdür olarak çalışmanın yanısıra 2010 – 2018 yılları arasında çeşitli hayvancılık işletmelerine Çiftlik Yönetim Danışmanlığı yaptı. 2015 yılında Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootečni Bölümü’nde Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitime başladı. Eylül 2019 tarihinden itibaren Namet Şanlıurfa Çiftliğinde Hayvancılık Direktörü olarak çalışmaya devam etmektedir.