



T.C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

**MACAR FİĞ, YULAF VE KARIŞIM SİLAJLARINA
Lactobacillus brevis İNOKÜLASYONUNUN SİLAJ
KALİTESİ VE AEROBİK STABİLİTE ÜZERİNE
ETKİLERİ**

ZEİNEBOU ABEİDY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR / 2022



T.C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

MACAR FİĞ, YULAF VE KARIŞIM SİLAJLARINA
Lactobacillus brevis İNOKÜLASYONUNUN SİLAJ
KALİTESİ VE AEROBİK STABİLİTE ÜZERİNE
ETKİLERİ

ZEİNEBOU ABEİDY

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Gül FİLİK

KIRŞEHİR / 2022

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

ZEİNEBUA ABEİDY



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.



ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca tüm bilgi ve birikimlerini benimle paylaşan gerek akademik gerekse kişisel hayatıma yönelik desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Gül FİLİK hocama içtenliği, yardımseverliği ve tüm emekleri için teşekkür ederim. Yine yüksek lisans eğitimimde manevi desteğini asla esirgemeyen, değerli fikir ve düşüncelerini benimle paylaşan gerektiğinde yol gösteren Sayın Doç. Dr. Gökhan FİLİK hocama saygılarımı sunar teşekkürü borç bilirim.

Tez çalışmamda bilgi ve birikimlerini benimle paylaşıp, materyal konusunda yardımlarını esirgemeyen Sayın Dr. Öğr. Üyesi Esin KIRAY hocama teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimimde hem ders döneminde hem de tez çalışmamda her daim yardım etmeye hazır olan, sosyal ve akademik hayatımda desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Ziraat Mühendisi Burçin DURMUŞ, Ziraat Mühendisi Kevser ŞEREMET ve Ziraat Mühendisi Rohat Furkan ACAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman yanımda olan, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, hayatımda var oldukları için kendimi hep şanslı hissetmeme sebep olan sevgili aileme, eşime ve arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Temmuz 2022

ZEİNEBOU ABEİDY

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖNSÖZ	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vi
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	12
3.1. Materyal.....	12
3.1.1. Silaj Materyali	12
3.1.2. Silajların Hazırlanması	12
3.1.3. Silajlarda Kullanılan Katkı Maddeleri ve Kullanım Şekilleri	12
3.2. Yöntem	13
3.2.1. Kimyasal Analizler	14
3.2.2. Hesaplama ile Belirlenen Parametreler	20
3.2.3. Metabolize Edilebilir Enerji ve Protein Değeri Hesaplamaları	20
3.2.4. Nispi Yem Değeri ve Nispi Yem Kalitesi Hesaplamaları	21
3.2.5. Fiziksel Analizler	21
3.2.6. Mikrobiyolojik Analizler	22
3.2.7. İstatistiksel Analizler	22
4. BULGULAR	23
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	27
5.1. Tartışma.....	27
5.2. Sonuç	32
KAYNAKÇA.....	34
ÖZGEÇMİŞ	39

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 4.1. Açım Sonrası Silajlara Ait Kimyasal Analiz Sonuçları	24
Tablo 4.2. Silajların SHP, TSM ve Enerji İçerikleri.....	24
Tablo 4.3. Silajların Yem Kalite Özellikleri.....	25
Tablo 4.4. Silajlara Ait Fiziksel Analiz Sonuçları	25
Tablo 4.5. Silajların Açım Zamanındaki Mikroorganizma Sayım Sonuçları	26
Tablo 4.6. Silajların Aerobik Stabilite Sonrası pH ₂ , CO ₂ ve Mikroorganizma Sayım Sonuçları.....	26



SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
%	: Yüzde
°C	: Santigrat Derece
cm	: Santimetre
g	: Gram
kcal	: Kilokalori
kg	: Kilogram
kob	: Koloni Oluşturan Birim
L	: Litre
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
Kısaltmalar	Açıklama
ADF	: Asit Deterjanda Çözünemeyen Lif
DLG	: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (Alman Tarım Örgütü)
HK	: Ham Kül
HP	: Ham Protein
HSel	: Ham Selüloz
HY	: Ham Yağ
KM	: Kuru Madde
KMT	: Kuru Madde Tüketimi
LAB	: Laktik Asit Bakterileri
LOK	: Lif Olmayan Karbonhidratlar
ME	: Metabolik Enerji
NE _G	: Net Enerji Verim Payı
NE _M	: Net Enerji Laktasyon
NE _L	: Net Enerji Yaşama Payı
NDF	: Nötr Deterjanda Çözünemeyen Lif
NFE	: Nitrogen Free Extract (Nitrojen İçermeyen Ekstrakt)
NYD	: Nispi Yem Değeri
NYK	: Nispi Yem Kalitesi
NH ₃ -N	: Amonyak Azotu
OM	: Organik Madde
NYD	: Nispi Yem Değeri
NYK	: Nispi Yem Kalitesi
TÇM	: Toplam Çözünebilir Maddeler
TK	: Toplam Karbonhidrat
TSM	: Toplam sindirilebilir besin maddeleri
SE	: Sindirilebilir Enerji
SHP	: Sindirilebilir Ham Protein
SKM	: Sindirilebilir Kuru Madde

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MACAR FİĞ, YULAF VE KARIŞIM SİLAJLARINA *Lactobacillus brevis* İNOKÜLASYONUNUN SİLAJ KALİTESİ VE AEROBİK STABİLİTE ÜZERİNE ETKİLERİ

ZEİNEBOU ABEİDY

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Gül FİLİK

Bu çalışma, macar fiğ, yulaf ve karışımlarından elde edilen silajlara *Lactobacillus brevis* (LB) inokülasyonunun fermentasyon, aerobik stabilite ve mikroorganizma gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışma kapsamında silaj materyalleri yalın veya karışım halinde silolanmıştır. Araştırmada silaj grupları macar fiğ kontrol (MFK), yulaf kontrol (YUK), macar fiğ + yulaf kontrol (MFYK), macar fiğ + LB (MFLAB), yulaf + LB (YLAB) ve macar fiğ + yulaf + LB (MFYLAB) şeklinde oluşturulmuştur. Laktik asit bakterisi silajlar 1×10^6 kob/g oranında ilave edilmiştir. Deneme grupları 6 grup, 5 tekerrür ve toplamda 30 adet silaj ile oluşturulmuştur. Hazırlanan silajlar laboratuvar ortamında 23 ± 2 °C'de 90 gün boyunca muhafaza edilmiştir. Silolama döneminin sonunda açılan silajlara kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik analizler uygulanmıştır. Açım işlemleri tamamlanan silajlar 5 günlük aerobik stabilite testine tabi tutulmuştur. Araştırma sonunda elde edilen bulgulara göre macar fiğ ve yulaf silajlarında *Lactobacillus brevis* kullanımının istenmeyen mikroorganizma gelişimini önemli ölçüde engellediği, silajların fermentasyon özelliklerini iyileştirerek aerobik stabilitelerinin iyileşmesinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Temmuz 2022, 39 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Aerobik Stabilite, *Lactobacillus brevis*, Macar Fiğ, Silaj Fermantasyonu, Yulaf

ABSTRACT

MASTER OF SCIENCE THESIS

EFFECTS OF INOCULATION OF *Lactobacillus brevis* ON SILAGE QUALITY AND AEROBIC STABILITY IN HUNGARIAN VETCH, OAT AND MIXED SILAGES

ZEINEBOU ABEIDY

Kırşehir Ahi Evran University

Graduate School of Sciences and Engineering

Agricultural Biotechnology Department

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ayşe Gül FİLİK

This study was carried out to determine the effects of *Lactobacillus brevis* (LB) inoculation in silages obtained from hungarian vetch, oats and their mixtures on fermentation, aerobic stability, and microorganism growth. Within the scope of the study, silage materials were ensiled as either plain or mixed. In the study, silage groups were formed as hungarian vetch control (MFK), oat control (YUK), hungarian vetch + oat control (MFYK), hungarian vetch + LB (MFLAB), oat + LB (YLAB) and hungarian vetch + oat + LB (MFYLAB). Lactic acid bacteria silages were added at the rate of 1×10^6 cfu/g. Experimental groups were formed with 6 groups, 5 replications and a total of 30 silages. The prepared silages were stored in a laboratory environment at 23 ± 2 °C for 90 days. Chemical, physical, and microbiological analyzes were applied to the silages opened at the end of the ensiling period. The silages, whose opening processes were completed, were subjected to a 5-day aerobic stability test. According to the findings obtained in the study, it was determined that the use of *Lactobacillus brevis* in Hungarian vetch and oat silages significantly inhibited the growth of unwanted microorganisms and was effective in increasing the aerobic stability of the silages by improving their fermentation properties.

July 2022, 39 Pages

Keywords: Aerobic Stability, *Lactobacillus brevis*, Hungarian Vetch, Silage Fermentation, Oat

1. GİRİŞ

Hayvancılık, ülkelerin tarımsal ekonomileri açısından oldukça önemli bir tarımsal üretim faaliyet alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Nitekim hayvancılık sektöründeki gelişmeler olumlu veya olumsuz ciddi ekonomik değişimlerle sonuçlanmaktadır. Gerek teknolojik gerekse bilimsel açıdan sürekli yeniliklerin meydana geldiği hayvancılık sektöründeki temel problemlerin başında yem sorunu gelmektedir. Hayvan besleme faaliyetleri yetiştiriciliğin temelini oluşturmakta, dolayısıyla beslenme kaynaklı eksiklikler beraberinde verim düşüklüğüne neden olarak, ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Ergün ve Bayram, 2021).

Hayvancılık, ülkelerin ekonomisinin yanı sıra insan sağlığı açısından da son derece önemlidir. Hayvansal gıdalar, insan beslenmesinde mutlaka yer alması gereken, sağlıklı beslenme açısından büyük rol oynayan ürünler olarak karşımıza çıkmaktadır. Nitekim esansiyel aminoasitler gibi bazı besin maddeleri vücudun ihtiyaç duyduğu miktarlarda sadece hayvansal gıdalardan karşılanabilmektedir. Bu nedenle, insanların hayvansal ürünlerden kaliteli ve sürekli bir şekilde yararlanabilmesi adına hayvancılığın gelişerek devam etmesi ve bu sektörün sürekliliğinin korunması gerekmektedir (Görgülü, 2002).

Hayvancılık endüstrisi bakımından ise, özellikle süt ve besi sığırcılığında yaşanan yem ve beslenme sorunlarının, üretimin kârlı bir şekilde devam edebilmesi adına çözüme kavuşturulması büyük önem teşkil etmektedir. Nitekim yem kaynaklarındaki yetersizlik, hayvancılık endüstrisinin gelişmesinin önünde büyük bir engeldir. Yılın her döneminde hayvanların yem ihtiyacının ekonomik bir şekilde karşılanmasında etkin bir rol oynayan silajın, daha kaliteli ve verimli olması adına bir çok araştırma yapılmaktadır. Bu konu üzerine yapılan çözüm arayışları sorunun büyüklüğünü gözler önüne sermektedir. Dolayısıyla yem sorununun çözülmesinde bir basamak olan silajın çeşitli özelliklerinin iyileştirilmesi için gerçekleştirilen çalışmaların oldukça önemli olduğu görülmektedir (Şahin ve Zaman, 2010; Ergün ve Bayram, 2021).

Ruminantlar besin madde ihtiyaçlarının büyük bir kısmını kaba yemlerden karşılamaktadır. Bilindiği üzere hayvancılık yapılan birçok bölgede yem bitkileri yılın belirli dönemlerinde elde edilebilmektedir. Yılın geri kalan dönemlerinde ruminantların besin madde ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla çeşitli besleme yöntemleri kullanılmakta ve bunların

başında silaj gelmektedir. Silo yemler, suca zengin taze yeşil yemlerin oksijensiz ortamda uzun süre boyunca muhafaza edilmesine olanak sağlamaktadır. Böylece hayvanların, taze yeşil yemlerin bulunmadığı kış aylarında da yeşil yem ihtiyaçlarının karşılanmasında büyük rol oynamaktadır. Silo yemler genel olarak tat ve kokusu itibariyle ruminantlarda iştah açıcı bir etkiye sahiptir (Yurtseven ve Boğa, 2007; Özdemir ve Okumuş, 2022).

Silaj yapımında en yaygın olarak kullanılan bitki mısırdır. Ancak mısırın yanı sıra buğday, tritikale, arpa, yulaf, yonca, soya gibi yem bitkileri veya çeşitli meyve posaları tek başlarına veya karışım olarak silaj yapımında kullanılmaktadır. Söz konusu materyallerin silolanabilirlikleri ile ilgili çeşitli araştırmalar yapılmış olup, çalışmalar devam etmektedir (Ergin ve Aydemir, 2018; Yılmaz ve diğ. 2020).

Silaj kalitesi; kullanılan materyal, hasat zamanı, depolama koşulları ve fermantasyon süreci ile doğrudan ilişkilidir. Özellikle silaj materyalinin doğru olgunlaşma döneminde hasat edilmesi önemli bir kriterdir. Silaj fermantasyonu, silaj kalitesini etkileyen faktörlerin başında gelmesinden dolayı özellikle hammaddelerin veya katkı maddelerinin silaj fermantasyonu üzerine etkileri, araştırma konularının büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Fermantasyonun iyileştirilmesi amacıyla silo yemlerde çeşitli katkı maddeleri kullanılmaktadır (Çayıroğlu ve diğ. 2020). Laktik asit bakterileri (bakteriyel inoküulantlar) en yaygın şekilde kullanılan katkı maddeleri olarak karşımıza çıkmaktadır (Filya, 2001; Akgül, 2010).

Laktik asit bakterileri ve diğer katkı maddelerinin silo yemlerde katkı maddesi olarak kullanılması, farklı bitkilerin silo özelliklerinin belirlenmesinde etkili olabilmektedir. Öte yandan laktik asit bakterilerinin silaj mikroflorası içerisindeki yoğunluğu, istenmeyen mikroorganizma gelişiminin engellenmesi bakımından da etkilidir. Silo yemlerde zararlı bakteri toplulukları, küf ve maya oluşumu arzu edilmeyen bir durumdur. Bu tür oluşumların gerçekleşmesinin silaj fermantasyonu üzerindeki olumsuz etkilerinin yanı sıra hayvanların bu yemleri tüketmesi verim kaybı, hastalıklar ve hatta ölümler ile sonuçlanabilmektedir. Bu nedenle laktik asit bakterileri veya inokulantlar istenmeyen mikroorganizma gelişiminin engellenmesi amacıyla da sıklıkla kullanılmaktadır (Filya, 2001). Homofermantatif ve heterofermantatif laktik asit bakterilerinin silaj kalitesi ve belirli parametreler üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, yem sorunlarının çözülmesinde önemli bir çalışma alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca söz konusu katkı maddelerinin, alternatif yem bitkilerinden

hazırlanan silajlar üzerindeki etkilerinin belirlenmesi silaj materyali çeşitliliğinin genişletilmesinde de etkili olabilecektir.

Bakteriyel inokulantlar, silaj fermantasyonunun iyileştirilmesinde etkili olabilecek oranlarda laktik asit bakterileri veya laktik asit bakteri gruplarını içerisinde barındıran silaj katkı maddeleri olarak tanımlanabilmektedir. Genel olarak *Lactobacillus*, *Enterococcus* ve *Pediococcus* cinslerine ait bakterileri içermekte, *Lactobacillus plantarum* başta olmak üzere özellikle *Lactobacillus* cinsi homofermantatif ve heterofermantatif laktik asit bakterileri söz konusu katkı maddelerinin bileşeninde yerini almaktadır (Can, 2010). Çalışmalarda laktik asit bakterilerinin etkilerinin gözlemlenmesi amacıyla, izole edilmiş laktik asit bakterileri veya söz konusu bakteri/bakterileri içeren ticari inokulantlar katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Araştırmalarda çoğunlukla izole edilmiş homofermantatif laktik asit bakterileri veya bu bakterilerin içerisinde yer aldığı inokulantlar katkı maddesi olarak kullanılsa da bazı heterofermantatif laktik asit bakterilerinin tek başına veya farklı bakteriler ile karışımlarının silajlar üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla sayıca az olsa da çalışmalar gerçekleştirilmiş olup, araştırmalar devam etmektedir. Homofermantatif laktik asit bakterileri glukozu yalnızca laktik aside dönüştürürken heterofermantatif laktik asit bakterileri ortamdaki glukozun laktik asit, asetik asit, CO₂ ve etanole dönüşümünü sağlamaktadır (Kiraz ve Kutlu, 2016). Üzerinde en çok çalışılan heterofermantatif laktik asit bakterilerinin, *Lactobacillus brevis* ve *Lactobacillus buchneri* olduğunu söylemek mümkündür.

Heterofermantatif laktik asit bakterilerinin silo yemler üzerindeki olumlu veya olumsuz etkilerinin belirlenmesi, silaj kalitesinin iyileştirilmesinde katkı maddesi alternatiflerinin genişletilmesi adına ihtimallerin değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Nitekim elde edilebilecek olan olumlu gelişmeler, hayvan beslemede yaşanan sorunların çözülmesinde bir adım daha ilerlemeye vesile olacaktır. Bu amaçla çalışmada, bir heterofermantatif laktik asit bakterisi olan *Lactobacillus brevis*'in macar fiğ ve yulaf karışımı silajlarında silaj kalitesi, silaj fermantasyonu, mikroorganizma gelişimi ve CO₂ üretimi üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçların, daha sonraki süreçte diğer heterofermantatif laktik asit bakterilerinin silaj kalitesi ve aerobik stabilite üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılacak olan çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ruminantlardan (koyun, keçi, sığır) elde edilen hayvansal gıda ürünleri insanların sağlıklı bir şekilde beslenmesinde etkin rol oynamaktadır. Söz konusu ürünlerin kaliteli ve sürekliliğini koruyarak üretiminin devam etmesinin ekonomiyle doğrudan ilişkisi vardır. Nitekim hayvancılık işletmelerinde giderlerin büyük bir kısmını yem masraflarının oluşturduğu görülmektedir. Yem masraflarının azaltılması ve yetiştiriciliğin hem kaliteli hem de ekonomik bir şekilde yapılabilmesi için çeşitli yem ve besleme alternatifleri ele alınmaktadır. Bunlar arasında beslenme ve sindirim aşamalarında ruminantlarda olumlu etkilere sahip olan, muadillerine göre ucuz kaba yemler ile farklı kaba yem kaynakları yer almaktadır (Özkan ve Şahin Demirbağ, 2016).

Kaba yemler, özellikle ruminant hayvanların beslenme fizyolojisine uygunluğunun yanısıra ucuz olması sebebiyle de vazgeçilmez bir yem ham maddesidir. Hayvanların kaba yem ihtiyacı mümkünse çayır ve meralardan karşılanabilmektedir. Ancak ülkemizde uzun yıllardan beri devam eden yanlış otlama politikaları, tarım alanlarının amacının dışında kullanımı, tarımsal faaliyetlerde mekanizasyonun yoğunlaşması ile çayır ve mera alanlarının giderek azaldığı ve kalitesini yitirdiği görülmektedir. Bu nedenle üreticiler ucuz ve kaliteli kaba yemlere ulaşmakta güçlük çekmektedirler. Kaliteli kaba yem ihtiyacının karşılanamadığı durumlarda, besleme değeri açısından oldukça zayıf olan sap, saman ya da baklagil veya buğdaygil atıkları gibi kaba yemler kullanılmaktadır. Öte yandan ham protein, ham yağ ve karbonhidrat ihtiyacı bu yemlerle karşılanamayan hayvanların söz konusu ihtiyaçları için daha maliyetli yollara başvurulmakta ve bu durum işletme giderlerinin fazla oranda artmasına sebep olmaktadır (Gemalmaz ve Bilal, 2016).

Bu nedenlerle işletme giderlerinin azaltılması ve hayvanların daha iyi bir şekilde beslenebilmesi adına hayvan beslemede silaj kullanımı yaygınlaşmış, silajların kalitesinin artırılması amacıyla birçok çalışma yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalarda, laktik asit bakterilerinin silaj kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesini hedefleyen araştırmaların sayısı giderek artmaktadır.

Tezde kullanılan *Lactobacillus brevis* heterofermantatif laktik asit bakterisi olup, macar fiğ yulaf veya karışımlarından elde edilen silajlar hakkında bilgi olmaması sebebiyle heterofermantatif laktik asit bakterileri, macar fiğ, yulaf veya karışımlarının olduğu silaj çalışmaları aşağıda özetlenmiştir.

Pienaar (2010), yulaf silajına *L. buchneri* ve *Pediococcus acidilactici* bakterilerini içeren ticari inokulant ile muamele ederek silaj fermantasyonunu, aerobik stabiliteyi ve silajın besin madde değeri üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla çalışma yürütmüştür. Bitki materyali hamur olum zamanında hasat edilerek 9 mm uzunluğu olacak şekilde doğranmıştır. Toplamda 60 kg doğranan bitki materyali 30 kg olarak 2 gruba ayrılmıştır. 1. grup kontrol 2. grup ise inokulant muameleli olarak deneme hazırlanmıştır. *L. buchneri* ve *P. acidilactici* içeren inokulant 5.79×10^9 g/kob olacak şekilde 2. gruba püskürtülmüştür. Püskürtme işleminden sonra silaj homojen şekilde karıştırılarak 1,5 L hacimli cam kavanozlara her muamele için yaklaşık 670 g hazırlanan materyal konulacak şekilde toplamda 24 cam kavanoz kullanılmıştır. Silolama işlemi tamamlandığında laboratuvarında karanlık ve ortam sıcaklığında fermantasyona bırakılmıştır. Silajların fermantasyon durumlarını saptamak amacıyla silolama işleminden sonra 1, 2, 4, 8, 15, 30, 60 ve 102. günlerde her işlem için 3 tane cam silo açılmıştır. Fermantasyonu tamamlanan silajlar açılarak analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak; kullanılan inokulantın aerobik ile anaerobik faz aşamasında suda çözünür karbonhidrat tüketimini azalttığını belirlenmiştir. Fakat şeker varlığından dolayı inokulantlı silajda maya ve küflerden kaynaklanan silaj bozulmasının daha belirgin olduğu saptanmıştır. Laktik asit değerleri arasında da önemli farkların bulunduğunu, *L. buchneri* ile *P. acidilactici* muameleli yulaf silajının korunmasında ve iyileştirilmesinde potansiyele sahip olduğu bildirilmiştir.

Yücel ve diğ. (2013) yaptıkları çalışmada, *L. buchneri* bakterisinin silolanmış buğdaygil, baklagil ve karışımlarının silaj özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada *L. buchneri* içeren inokulant nohut, İngiliz çimi, adi fiğ, soya fasulyesi, ak üçgül, buğday, yulaf, yonca, tritikale ve hardalın yalnızca bulunduğu silajlar dışında, İngiliz çimi- ak üçgül, yonca - buğday, buğday karışımları, adi fiğ, yulaf, tritikale karışımları gibi 15 değişik karışım elde edilmiştir. Bakteri inokulantı olarak *L. buchneri* (Pioneer 11A44; Pioneer Hi-Bred International, Inc., Des Moines, IA, USA) kullanılmıştır. Bitkilerin karışımları; 1.%50 fiğ-%50 yulaf (FY), 2.%50 fiğ-%50 tritikale (FT), 3.%50 fiğ-%50 buğday (FB), 4. saf tritikale (T), 5. saf yulaf (Y1), 6. saf buğday (B), 7.saf fiğ (F), 8.saf soya (S), 9. ak üçgül (Ü), 10.saf nohut (N), 11. saf yonca (Y), 12.%60 İngiliz çimi-%40 ak üçgül (İÇÜ), 13. %50 yonca -

%50 buğday (YB), 14.saf İngiliz çimi (İÇ) ve 15. saf yaban hardalı (H) şeklinde oluşturulmuştur. Bitki örneklerinin laboratuvar şartlarında 2-3 cm uzunluğunda kesilmesinin ardından 5×10^5 kob/g şeklinde saf su ile iyi bir şekilde karıştırılmış ve katkı maddesi silajlık materyalin üzerine homojen bir şekilde püskürtülerek uygulanmıştır. Hazırlanan silaj materyalleri 4 L özel yapılmış silindir şeklinde silaj kapları içerisine konulup sıkıştırılarak hava almayacak şekilde kapatılmıştır. Karanlık bir odada güneş görmeyecek şekilde bekletilip 60 gün sonra açılmıştır. Örnekler üzerinde 3 paralel olmak üzere ADF, NDF, ham protein ve pH analizleri ve silaj örnekleri koku, renk ve yapısal özelliklere göre duyu ve fiziksel analizlerde uygulanmıştır. Ham protein yönünden bitki türleri arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. En yüksek ham protein oranı %21.4 ile inokulantsız yaban hardalında, en düşük değer ise %7.8 ile inokulantsız yulafta belirlenmiştir. İnokulant uygulaması bu bitki türleri ve karışımlarına olumsuz yönde etkilemiştir. Yem bitkisi tür ve karışımlarından elde edilen silajların NDF yüzdeleri önemli oranda değişiklik göstermiştir. İnokulant ilavesinin buğday, İngiliz çimi, tritikale, yaban hardalı, yonca saf türlerinde artışa sebep olurken, saf yulaf fiğ-tritikale, nohut, fiğ, buğday + yonca ve ak üçgülünde azalışa sebep olmuştur.

Daniel ve diğ. (2015) çalışmada *L. kefir* ve *L. brevis* bakterilerinin şeker kamışı silajında fermantasyon ve aerobik stabilite üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Doğrama işlemine tabi tutulan şeker kamışı işlem tamamlandıktan sonra, inokulantsız (Kontrol), *L. brevis* 2×10^5 kob/g (Lb.) + *L. kefir* 2×10^5 kob/g (Lk.) ve *L. brevis* 1×10^5 kob/g + *L. kefir* 1×10^5 (Lb. + Lk.) olacak şekilde 20 L kapasiteli paketlerde 75 gün boyunca silolanmıştır. Silolama sonucunda, kontrol grubu hariç bütün silajlarda besin madde kayıplarının %26 düzeyinde azaldığını, daha yüksek çözünür şeker ve daha düşük nötr deterjan lifi (NDF) konsantrasyonlarına sahip olduğu bildirilmiştir. *L. kefir* ile muamele edilen silajların in vitro kuru madde sindirilebilirliği kontrol grubu ile *L. brevis* muamelelerinin olduğu silajlarda daha yüksek olduğu saptanmıştır. Hazırlanmış oldukları silajların pH değerlerinin (≤ 3.86) düşük olduğunu, ancak inokulantların etanol, laktik asit ve çoğu eser bileşiklerin konsantrasyonlarını azalttığını bildirmişlerdir. Sonuç olarak, 2×10^5 kob/g olarak uygulanan *L. kefir* ile *L. brevis*, şeker kamışı silajlarının fermantasyon aşamasında uçucu organik bileşiklerin oluşmasında ve besin kaybının azaltılmasında rol oynadığı sonucuna varmışlardır.

Romero ve diğ. (2017) yaptıkları çalışmada polietilen poşetler ve plastik bidonlar olmak üzere iki farklı şekilde hazırlanan yulaf silajlarına, *L. brevis* ve *P. pentosaceus* laktik asit

bakterileri ilavesinin etkilerini araştırmışlardır. *Lactobacillus brevis* ve *Pediococcus pentosaceus*'un silajlara sırasıyla 4×10^5 ve 1×10^5 oranlarında ilave edildiği ve 217 gün boyunca silolandığı belirtilmiştir. Silolama sürecinin sonunda açılan silajlarda, vakum torbalarında bulunan silajlar ile bidonlardaki silajlar arasında azalan ham protein ve etanolun yanı sıra artan laktik asit miktarı dahil olmak üzere bazı farklılıkların olduğu ifade edilmiştir. Bu oranların sırasıyla; kuru maddenin %7.73'ne karşı 7.04 ± 0.247 , 1.93'e karşı 1.55 ± 0.155 ve 4.28'e karşı 3.65 ± 0.241 olduğu bildirilmiştir. Laktik asit bakterisi ilave edilmeyen gruplarda bidon silajlarındaki suda znen karbondhidrat ve kf miktarlarının poşetlerdeki silajlara göre azaldığı (kuru maddede %1.78'e karşın 2.70 ± 0.162 ve 0.8'e 2.82 ± 0.409 log kob/g) ancak, bu durumun inokulant ilaveli gruplarda (~1.53 ve 1.55) geçerli olmadığını bildirmişlerdir. Laktik asit bakteri ilavesinin kuru madde kazanımını, aerobik stabiliteyi, asetik asit miktarını artırdığı ifade edilirken; ADF, NDF etanol ve maya miktarlarının kontrol gruplarında ilaveli gruplara göre azaldığı belirtilmiştir. Çalışma neticesinde elde edilen bulgulara göre, farklılıklara rağmen her iki silolama tekniğinin de laktik asit bakterilerinin silo üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesinde temel faktörler üzerindeki etkilerin karakterizasyonu için karşılaştırılabilir olduğu bildirilmiştir. Laktik asit bakterileri kullanımının, yulaf silajı kalitesinin kısmen olumlu etkilediği ifade edilmiştir.

Xu ve diğ. (2017) yaptıkları çalışmayı inokulant olarak *L. brevis* ve *L. parafarraginis*'i mısır silajına muamele etmeleri sonucunda silajın fermantasyon özelliklerine ve mikrobiyal durumları üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, mısır tahıl hasadı yapıldıktan sonra arta kalan yaprak, kabuk ve sap kısmı silajda kullanılmıştır. Bitki materyali 20 cm uzunlukta olacak şekilde doğranarak 2 L'lik paketlere konularak 20 gün boyunca fermantasyona bırakılmıştır. Silajın ilk aşamalarında yapılan analizde, inokulant kullanılan silajların pH değerinde büyük bir düşüş olup, laktik asit ve asetik asit içeriklerinde artış meydana geldiği bildirilmiştir. Yirmi günün sonunda ise, inokulant muameleli silajlarda asetik asit ve 1,2-propandiol içeriğinde artış, laktik asit içeriğinde de azalma olduğunu gözlemlemişlerdir. İnokulant kullanılmayan kontrol grupları inokulant kullanılan silajlarla karşılaştırıldığında, laktik asit bakterilerinin oranının inokulantlı silajlarda silolama süresi boyunca daha yüksek olduğu saptanmıştır. Yirminci günden önceki günlerde *L. brevis* baskınken sonrasında *L. parafarraginis* daha baskın duruma gelmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda, silajda kullanılan iki inokulantın da silaj kalitesinin iyileştirilmesinde, tekrarlanabilir silolama işlemine yapma kabiliyetinde olduğunu ve silajlarda inokulant olarak oldukça büyük potansiyele sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Blagojević (2018) çalışmasında yem bezelyesi, yulaf ve fiğ bitkilerini farklı gelişim aşamalarında hasat ederek *L. brevis*, *L. plantarum* ve *E. faecium* bakterileriyle muameleli silaj hazırlamıştır. Hazırlanan silajda, farklı zamanlarda hasadı gerçekleştirilen bitkiler üzerindeki, inokulantların ve tohum oranlarının silaj kalitesi üzerindeki etkisinin saptanması amaçlanmıştır. Karışımda kullanılan baklagil bitkisi çiçeklenme aşamasında, süt olum aşamasında ve dane olum aşamasında hasadı gerçekleştirilerek silajda kullanılmıştır. Yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.) ve yulaf (*Avena sativa*) karışımları, %100 bezelye + %0 yulaf; %0 bezelye + %100 yulaf; bezelye: yulaf 1:1.5; bezelye: yulaf 1: 1; bezelye: yulaf 1: 0.5 oranında 5 farklı karışım yapılmıştır. Fiğ (*Vicia sativa* L.) ve yulaf (*A. sativa*) karışımları ise, %100 fiğ + %0 yulaf; %0 fiğ + %100 yulaf; fiğ: yulaf 1: 1.5; fiğ: yulaf 1: 1; fiğ: yulaf 1: 0.5 oranında 5 farklı karışım hazırlanmıştır. İnokulantlar 5×10^{10} kob / g konsantrasyonunda olup, $0.005 \text{ g} / \text{kg}^{-1}$ oranında püskürtme tekniği kullanılarak silajlara eklenmiştir. Silolama işlemi, her karışım oranı için 65 L hacimli plastik kaplara 3 tekerrürlü olacak şekilde yapılmıştır. Hazırlanan silajlar 90 gün boyunca fermantasyona bırakılmıştır. 90 günün sonunda açılan silajlarda, inokulantların kullanılması fermantasyon kalitesini iyileştirdiği ve bütirik asit içeriğini azaltmış olduğu sonucuna varmıştır. Ayrıca, in vitro kuru madde sindirilebilirliğinde azalma ve lignin içeriğinde oldukça net bir artış olduğu bildirilmiştir. Protein yapısında olmayan azot bileşiklerini oluşturan kolay çözümlü proteinlerin çiçeklenme aşamasında hasat edilerek hazırlanan silajlarda ve rumende orta düzeyde parçalanabilirliğe sahip gerçek proteinlerin ise dane olum aşamasında hasat edilerek hazırlanan silajlarda daha yüksek olduğu sonucuna varıldığı bildirilmiştir.

Marković ve diğ. (2018) yaptıkları çalışmada, adi fiğ ve yulafın farklı oranlarda karışımlarına bakteriyel inokulant ilavesini araştırmışlardır. Kruševac-Sırbistan Yem Bitkileri Enstitüsü'nün deneme alanında ikili karışımlar halinde yetiştirilen adi fiğ ve yulaflardan hazırlanan silajlarda bakteriyel inokulantı olarak homofermantatif laktik asit bakterileri *L. plantarum* ve *E. faecium* ile heterofermantatif laktik asit bakterisi *L. brevis* içeren BioStabil Plus kullanıldığı ve 45 gün boyunca silolandığı ifade edilmiştir. Adi fiğ ve yulafın; saf adi fiğ, saf yulaf, %25 adi fiğ + %75 yulaf, %50 adi fiğ + %50 yulaf ve %75 adi fiğ + %25 olmak üzere 5 farklı oranda silolandığı belirtilmiştir. Bakteriyel inokulantın silajlara 5×10^{10} kob/g oranında ilave edildiği ifade edilmiştir. Silajlarda kuru madde içeriği, pH, $\text{NH}_3\text{-N}$, laktik asit, bütirik asit ve asetik asit içeriklerinin belirlendiği; silaj kalitesinin sınıflandırılmasında ise DLG (Alman Tarım Örgütü) yönteminin kullanıldığı ifade edilmiştir. Çalışma neticesinde elde edilen bulgulara göre, bakteriyel inokulantı

kullanımının genel anlamda asetik asit ve NH₃-N içeriğini yükselttiği, fakat çözümlü azot içeriğinin daha düşük olmasında etkili olduğu belirtilmiştir. En yüksek laktik asit içeriği ile en düşük bütirik asit içeriğine sahip grubun %75/25 adi fiğ-yulaf silajı olduğu bildirilmiştir. Adi fiğ ve yulaf karışım silajlarında bakteriyel inokulantı kullanımının, silaj fermantasyon sürecinde önemli bir etkiye sahip olmadığı belirtilmiştir. Bakteriyel inokulant ilave edilen gruplarda çözümlü azot miktarının kabul edilebilir değerin altında olduğu, amonyak azotu içeriğinin ise kabul edilebilir değere göre oldukça fazla olduğu gözlemlenmiş olup; bu durumun önemli derecede proteolitik bakteri aktivitesini işaret ettiği bildirilmiştir. DLG yöntemi kapsamında neredeyse tüm silajların kaliteli olduğu ve adi fiğ+yulaf karışımının bakteriyel inokulantı ilaveli veya ilavesiz olarak silolanabilir potansiyele sahip olduğu ifade edilmiştir.

Gomes ve diğ. (2019) yaptıkları çalışmada, hafif soldurulmuş veya doğrudan hasat edilmiş olan yulaf silajlarında heterofermantatif laktik asit bakteri ilavesinin; aerobik stabilite, fermantatif kayıp ve uçucu organik bileşiklerin oluşumu üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada kullanılan beyaz yulafın (*Avena sativa*) sabah saatlerinde kesilmesinin ardından 5 saat boyunca soldurulduğu, diğer grup ise öğleden sonra direkt hasat edilerek silajda kullanılmıştır. Silaj doğrama makinesi ile parçalanmış materyaller üzerine 4 x 10⁵ kob/g oranında *Lactobacillus buchneri* 40788 veya 5 ml/kg oranında distile su püskürtüldüğü ifade edilmiştir. Muamelenin ardından yem materyallerinin toplamda 16 adet olmak üzere gaz geçirmez kavanozlarda silolandığı ve silolamadan önce mikrodalga kullanılarak kuru madde oranının belirlendiği; hazırlanan siloların 112 gün boyunca muhafaza edildiği bildirilmiştir. Çalışma neticesinde elde edilen bulgulara göre, soldurma işleminin kuru madde oranını yaklaşık olarak 200 g/kg'dan 300 g/kg'a artmasında etkili olduğu; bunun yanı sıra fermantasyon sürecinde gaz çıkışını azalttığı ifade edilmiştir. Öğleden sonra yulafın doğrudan hasat edilmesiyle hazırlanan silajlarda daha iyi bir fermantasyon sürecinin gerçekleştiği; *Lactobacillus buchneri* ilave edilmeyen gruplarda daha yüksek laktik asit içeriği ve daha düşük pH değerleri gözlemlendiği belirtilmiştir. *L. buchneri* ilave edilen silajlarda laktik asit içeriğinin daha düşük olduğu, buna karşın NH₃-N, etanol ve asetik asit yoğunluğunun daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca fermantatif kayıpların önemli derecede yüksek olduğu bildirilmiştir. Yulaf silajlarına *L. buchneri* ilavesinin, silajların havaya maruz bırakıldığı takdirde sıcaklık artışını geciktirdiği, tüm silajlarda aerobik stabilitenin yükseldiği gözlemlenmiş olup, bu nedenle 300 g/kg civarında kuru madde

oranına sahip olan yulaf silajlarında *L. buchneri* kullanımının fermantatif kayıplara yol açması nedeniyle önerilmediği ifade edilmiştir.

Silva ve diğ. (2020) yaptıkları çalışmada yonca silajından izole edilen laktik asit bakterilerinin inokulant olarak silaj fermantasyonuna etkilerini araştırmışlardır. Çalışma yabani yoncadan laktik asit bakterilerinin (LAB) izole edilmesi ve elde edilen LAB suşlarının yonca silajında inokulant olarak kullanılması şeklinde iki bölümden oluşmaktadır. Yonca silajından elde edilen *L. pentosus* ve *L. brevis* fermantasyonun 14. gününde, *P. acidilactici* fermantasyonun 56. gününde izole edilmiştir. Çalışmada çeşitli koşullarda performanslarına göre bu bakteriler tercih edilmiştir. Yonca tarladan hasat edilip altı saat boyunca tarlada soldurulmuştur. Deneme 4×2 tekerrür 4 inokulant ve 2 farklı hasat döneminde hasat edilerek 4 tekrarlı hazırlanmıştır. Kontrol, *L.pentosus*, *L.pentotus* + *L.brevis* + *P.acidilactici* ve ticari inokulant Sill All 4×4 kullanılmıştır. Çalışmada hasat edilen yonca kaba yem bitkisi 7 kg 10 L plastik kovalarda her hasattan 16 kova olacak şekilde silolanmıştır. Kovalar laboratuvarında oda sıcaklığında bekletildikten 90 gün sonra açılmıştır. Silaj örnekleri fiziksel ve kimyasal analizlere tabi tutulmuştur. Yapılan çalışma sonucunda yonca silajında *L.pentosus* + *L.brevis* + *P.acidilactici* karışım şeklinde kullanılan bakterilerin silaj fermantasyon kalitesini iyileştirdiği ve yabani yoncadan elde edilen suşların diğer yem baklagil bitkileri üzerinde uygulanıp yeni suşların elde edilmesi önerilmiştir.

Chen ve diğ. (2020) yaptıkları çalışmada, düşük sıcaklığa dayanıklı laktik asit bakteri inokulantının, yulaf balya silajlarında fermantasyon özellikleri ve bakteri popülasyonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çiçeklenme döneminde hasat edilen yulafın kuru madde içeriği yaklaşık 270 g/kg olacak şekilde soldurulduğu, doğranmış ve soldurulmuş yulaflardan küçük yuvarlak balya silajı yapıldığı ifade edilmiştir. Çalışmada silaj grupların kontrol (katkısız) ve *L. plantarum* BP18, *L. buchneri* LP22 ve *P. Pentosaceus* HS1 içeren düşük sıcaklığa dayanıklı inokulant ile muamele edilmiş grup şeklinde oluşturulduğu belirtilmiştir. Laktik asit bakteri inokulantını oluşturan bu üç türün, doğal olarak fermantasyonu gerçekleşmiş silajlardan izole edildiği 16s rRNA dizileme yöntemi ile tanımlandığı (Sangon Biotech (Shanghai) Co., Ltd., Şangay, Çin) ve laboratuvarında karakterize edildiği bildirilmiştir. Silolamanın ardından silajların Chengdu Ovası (L konumu) ve Qinghai Tibet Platosu (H konumu) olmak üzere iki farklı coğrafi konumda 120 gün süreyle depolandığı belirtilmiştir. Açım sonrası yapılan analizler neticesinde, laktik asit bakteri inokulantı ile muamele edilmiş gruplarda suda çözünebilir karbonhidrat, ADF, NDF ve ham protein değerlerinin yüksek bulunduğu ifade edilmiştir. Ayrıca L konumunda

depolanan silajlarda bakterilerin operasyonel taksonomik birimleri, zenginlik ve çeşitliliğinin azaldığı belirtilmiştir. Silaj örneklerindeki baskın cinslerin *Lactobacillus*, *Leuconostoc* ve *Clostridium* olduğu ve laktik asit bakteri inokulantının *Lactobacillus* yoğunluğunu artırırken, silajlarda istenmeyen *Clostridium* çoğalmasını engellediği bildirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, düşük sıcaklığa dayanıklı laktik asit bakterilerinin fermantasyon özelliklerini iyileştirebileceği ve nem oranı yüksek yulaf silajının besin madde kompozisyonunun korunması için bakteri yoğunluğunu yeniden düzenleyebileceği ifade edilmiştir.

Jia ve diğ. (2021) yaptıkları çalışmada, izole edilen üç laktik asit bakterisinin, düşük kuru madde oranına sahip tam tahıllı yulaf silajlarına ilavesinin; silolanabilirlik özellikleri, in vitro sindirilebilirlik ve aerobik stabilite üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çiçeklenme ve dane olum olmak üzere iki farklı olgunlaşma aşamasında hasat edilen yulaf silajlarına *L. buchneri*, *L. rhamnosus* ve *L. plantarum* laktik asit bakterilerinin 1×10^6 kob/g oranında ilave edildiği ve 45 gün boyunca silolandığı belirtilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre; laktik asit bakteri ilavesinin, her iki dönemde hasat edilerek hazırlanan yulaf silajlarında laktik asit yoğunluğunu artırdığı; NH₃-N içeriğini ise azalttığı ifade edilmiştir. *L. plantarum* ve *L. rhamnosus* ilave edilen silajlarda pH değerinin; kontrol ve *L. buchneri* ilaveli silajlara göre daha düşük olduğu ve Fleig puanının ise daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Öte yandan *L. buchneri* ilaveli silajların asetik asit içeriğinin diğer katkı maddeli silajlara göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Tüm silajların 7 gün süresinde havaya maruz bırakıldığı ve bunun neticesinde kontrol ve *L. buchneri* silajlarının aerobik stabilitesinin diğer gruplara göre daha yüksek olduğunun belirlendiği ifade edilmiştir. Dane olum aşamasında hasat edilen yulaflardan hazırlanan silajlarda in vitro kuru madde sindirilebilirliğin, *L. buchneri* ve *L. rhamnosus* ilaveli silajlarda diğer gruplara göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir. *Lactobacillus plantarum* ve *L. rhamnosus* ilavesinin tam tahıllı yulaf silajlarında fermantasyon özelliklerini iyileştirdiği fakat aerobik stabiliteyi azalttığı belirtilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Silaj Materyali

Çalışma materyali olan silajlık macar fiğ ve yulaf bitkileri Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü araştırma arazisinden temin edilmiştir (Enlem: 39.1286°K, Boylam: 34.1078°D). Silaj materyallerinin hazırlanması, silaj yapımı ve analizler Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Hayvansal Biyoteknolojisi Laboratuvarıyla, Enzim ve Mikrobiyal Biyoteknoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

3.1.2. Silajların Hazırlanması

Bitkiler dane olum döneminde hasat edilmiş olup, hasat sonrası 1.5-2.0 cm uzunluğunda parçalama işlemine tabi tutulmuştur. Parçalama işlemi tamamlandıktan sonra 2 kg'lık plastik torbalara 1000 g bitki materyali konularak içerisine 1×10^6 kob/g konsantrasyonundaki *Lactobacillus brevis* laktik asit bakterisi püskürtülmüştür. Ekim işleminin ardından vakum cihazı (Packtech PT-VKM-CPRO) yardımıyla paketlerin içerisinde bulunan hava vakumlanarak alınmıştır. Çalışmada her grupta 5 tekerrür olacak şekilde toplamda 30 adet silaj hazırlanmış ve laboratuvar koşullarında 20-25 °C karanlık bir ortamda 90 gün boyunca fermantasyona bırakılmıştır.

3.1.3. Silajlarda Kullanılan Katkı Maddeleri ve Kullanım Şekilleri

Silajlarda katkı maddesi olarak heterofermantatif laktik asit bakterisi olan ev yapımı çeşitli turşu türlerinden izole edilen probiyotik özelliğe sahip *L. brevis* MF098783 suşu kullanılmıştır. Katkı maddesinin silajlara uygulanma şekli ve gruplar aşağıdaki gibidir.

- Macar fiğ (Kontrol)
- Yulaf (Kontrol).
- Macar fiğ + yulaf karışımı (Kontrol, %50: %50).

- 1000 g doğranmış macar fiğ tartılarak 2 kg'lık plastik torbalara alınmıştır. Plastik torbalara alınan materyal üzerine 1 ml *L. brevis* enjektör yardımıyla ilave edilmiştir (Macar fiğ + *Lactobacillus brevis*).
- 1000 g parçalanmış yulaf tartılarak 2 kg'lık plastik torbalara alınmıştır. Plastik torbalara alınan materyal üzerine 1 ml *L. brevis* enjektör yardımıyla ilave edilmiştir (Yulaf + *Lactobacillus brevis*).
- 1000 g (500 g macar fiğ, 500 g yulaf) parçalanmış macar fiğ + yulaf karışımı tartılarak 2 kg'lık plastik torbalara alınmıştır. Plastik torbalara alınan materyal üzerine 1 ml *L. brevis* enjektör yardımıyla ilave edilmiştir (Macar fiğ + Yulaf + *Lactobacillus brevis*).

3.2.Yöntem

Tezde, macar fiğ ve yulaf silajlarının içerisinde *Lactobacillus brevis* laktik asit bakterisi enjektör yardımıyla ilave edilmiş ve 2 kg'lık plastik torbalarda vakumlanarak muhafaza edilmiştir. *L. brevis* laktik asit bakterisi, paket başına 1 ml olacak şekilde hazırlanan silajlara 1×10^6 oranında ilave edilmiştir. Deneme grupları 5'er tekerrürlü olarak; macar fiğ (kontrol, MFK), yulaf (kontrol, YK), macar fiğ + yulaf (kontrol, %50: %50, MFYK), macar fiğ + *L. brevis* (MFLAB), yulaf + *L. brevis* (YLAB), macar fiğ + yulaf + *L. brevis* (MFYLAB) şeklinde hazırlanmıştır. Silajlar hazırlandıktan sonra 90 gün boyunca fermantasyona bırakılmıştır. Belirlenen süre tamamlandıktan sonra, silajlardan altı grup üçer paralel olacak şekilde, örnekler alınarak fiziksel (sıcaklık, renk, pH), kimyasal (havada kuru madde, kuru madde, ham kül, ham yağ, ham protein, ham selüloz, ADF, NDF, suda çözünebilir karbonhidrat), mikrobiyolojik (laktik asit bakterisi, maya ve küf sayımı) ve istatistik analizleri yapılmıştır.

Silajların havada kuru madde (%HKM), kuru madde (%KM), ham protein (%HP), ham yağ (%HY), ham kül (%HK) analizleri AOAC (1998) standart prosedürüne göre, ham selüloz (%HS), %ADF ve %NDF analizleri Van Soest ve diğ. (1991)'e göre ANKOM 200 Fiber Analyzer cihazı kullanılarak yapılmış olup; pH değerleri Chen ve diğ. (1994); toplam çözülebilir madde (TÇM) içerikleri Singh ve diğ. (2020)'de açıklandığı şekilde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada silajların içerdiği laktik asit bakterisi, maya ve küf sayımı Seale ve diğ. (1990) tarafından bildirilen yöntemler ile belirlenmiştir.

3.2.1. Kimyasal Analizler

- a) **Havada kuru madde (%)**: Silajlar açıldıktan sonra besin madde analizleri öncesinde, silaj gruplarından alınan örnekler tartılmış ve darası alınan alüminyum kaplara koyulmuştur. Örnekler alüminyum kaplar içerisinde etüve yerleştirilmiş ve 65 °C derecede 48 saat bekletilerek kurutulmuştur. Etüvden alınan örnekler oda sıcaklığında bir süre soğutularak, yem örneklerinin son tartımı yapıp dara + kuru örnek ağırlığı hesaplanmıştır (AOAC, 1998).

Hesaplama:

$$\% \text{ Havada kuru madde} = ((C-A) \times 100) / (B-A)$$

A= Alüminyum Kap Darası

B= Alüminyum Kap + Örnek Ağırlığı

C= Kurutma İşlemi Sonunda Alüminyum Kap + Örnek Ağırlığı

- b) **Kuru madde (%)**: Silaj paketlerinden alınan örnekler darası alınmış alüminyum kaplarda etüve yerleştirilmiş 105 °C derecede 3,5 saat bekletilerek kurutulmuştur. Kurutma süresinin sonunda etüvden alınan örnekler desikatör içerisine koyulmuş ve oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Daha sonra yem örneklerinin son tartımı yapıp, dara+ kuru örnek ağırlığı hesaplanmıştır (AOAC, 1998).

Hesaplama:

$$\% \text{ Kuru Madde} = ((C-A) \times 100) / (B-A)$$

A= Alüminyum kap darası

B= Alüminyum kap + örnek ağırlığı

C= Kurutma İşlemi Sonunda Alüminyum Kap +Yem Örneği Ağırlığı

- c) **Ham kül (%)**: Analiz için kurutulan ve öğütülen örneklerden 5 g, daha önce kül fırınından çıkartılıp desikatör içerisinde soğutulan porselen krozelerin darası alınarak içerisine eklenmiştir. Örnek rengi açık gri ile beyazlaşma arasında değişkenlik gösteren renk tonu elde edilinceye kadar 550 °C derecede 4,5-5 saat yakılmıştır. Bu süreçte örneklerde kömürleşme olmamasına dikkat edilmiştir. Kül fırını sıcaklığı 100

°C civarına kadar düştükten sonra, örnekler desikatöre yerleştirilmiş ve yem örneklerinin son tartımı yapıp dara + kuru örnek ağırlığı hesaplanmıştır (AOAC, 1998).

Hesaplama:

$$\% \text{ Ham Kül} = (C - A / B - A) \times 100$$

A: Porselen Kroze Darası

B: Porselen Kroze Darası + Örnek Ağırlığı

C: Yakma İşlemi Sonrası Porselen Kroze Darası + Kül Ağırlığı

d) Ham yağ (%): Öğütülmüş örnekten 0.5 g alınarak TX4 Ankom yağ torbaları içerisine konularak ağız sealer cihazı ile kapatıldıktan sonra Ankom Yağ Analiz Cihazı içerisine yerleştirilen örnek torbalarının hekzan vasıtasıyla içerisindeki yağın uzaklaştırılması prensibi ile ilk tartım ve son tartım arasındaki fark % ham yağ olarak belirlenmiştir (AOAC, 1998).

Hesaplama:

$$\% \text{ Ham Yağ} = 100 \times (W2 - W3) / W1$$

W1 : Örnek Ağırlığı

W2 : Ekstraksiyondan işleminden önce kurutma sonrası örnek ve torba ağırlığı

W3 : Ekstraksiyondan işleminden sonra kurutma sonrası örnek ve torba ağırlığı

e) Ham protein (%): Silaj örneği, boyutu 1 mm olan elekte öğütme işlemine tabi tutulmuştur. Öğütme işlemi tamamlanan silaj materyalinden yaklaşık olarak 1 g alınarak Kjeldahl tüpüne konulmuştur. Etkileşimi hızlandırmak amacıyla Kjeldahl tüpünün içerisine 2 tane katalizör tableti eklenmiştir. Derişik durumdaki H₂SO₄ disperser kullanılarak 12,5 ml ilave edilmiştir. Bu aşamada tüpün iç kısmına yapışmış materyalin asit yardımıyla dip kısmına yıkanmasını sağlamak amacıyla, tüp hafif eğimli tutularak yavaşça döndürülmüştür. Deneme amacıyla tüpün birine yem materyali eklemeyen analizde kullanılan kimyasallar konularak kör çalışma yapılmıştır. Herhangi bir köpürme ve taşma durumunu engellemek amacıyla kjedahl

tüpler 15-20 dakika boyunca 200 °C’de ön yakma işlemine bırakılmıştır. Sonrasında 45-60 dakika 380 °C’de yaş yakma işlemi yapılmıştır (Velp Dk8 Yakma Ünitesi). Yakma işlemi sona erdiğinde kjedahl tüpler dışarı alınarak soğumaya bırakılmıştır. 300 ml hazneli ve geniş ağızlı erlene 50 ml %2’lük borik asit, 3-4 damla indikatör konularak damıtma aygıtında bulunan soğutucu bölümüne yerleştirilmiştir (Velp UDK 149 Kjeldahl Azot Protein Tayin Cihazı). Distilasyon ünitesine takılan kjedahl tüpü içerisine ilk olarak 50 ml saf su sonrasında 75 ml %40’lık NaOH çözeltisi eklenerek, distilasyon işlemi başlatılmıştır. Bu aşamada açığa çıkan amonyak, borik asit ile birleşip amonyum borat kompleksini oluşturmuştur. Bunun sonucunda bordo renk yeşil renge dönüşmüştür. Erlenlerin içerisinde 150-200 ml kadar distilat birikmesi sağlanıncaya kadar işlem devam ettirilmiştir.

Distilasyon işlemi tamamlandığında distilasyon ünitesinde bulunan erlenler alınıp, 0.1 N HCl kullanılarak yeşil renk açık pembe rengine dönüşüncüye kadar titrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Titrasyon işleminde kullanılan HCl miktarı not edilerek aşağıdaki formül kullanılarak %HP içeriği hesaplanmıştır (AOAC, 1998).

Hesaplama:

$$\% \text{ HP} = (K) \cdot (V) \cdot (N) \cdot (f_{\text{HCl}}) \cdot (100) / (M) \cdot (1000) \cdot (fp)$$

K: 14.007 (Azotun atom ağırlığı)

V: Kullanılan HCl (ml)

N: HCl'nin normalitesi (0,1)

f_{HCl}: 0.1 N HCl'nin faktörü

fp: Proteine çevirme faktörü (6.25)

M: Tartılan örnek miktarı

f) ADF (%), NDF (%), Ham selüloz (%): kuru madde analizi yapılan örneklerden 0.5 g alınarak F57 Ankom lif torbaları içerisine konularak ağız sealer cihazı ile kapatıldıktan sonra Ankom Ham Selüloz Analiz Cihazı içerisine yerleştirilen örnek torbalarının ilgili çözeltileri vasıtasıyla yıkanması prensibi ile ilk tartım ve son tartım arasındaki fark ile ham selüloz %ADF ve %NDF değerleri Van Soest ve diğ. (1991)'in bildirdiğine göre belirlenmiştir.

ADF analizinde kullanılmak üzere F57 Ankom lif torbaları asitlere karşı dayanıklı kalem aracılığıyla numaralandırılmış ve torbaların her birine ortalama 0,5 g örnek ilave edilmiştir. Örnek ilaveli torbalar ve kör örnek için tartılan boş torbanın ağızları sealer cihazı ile kapatılmış ve ANKOM Fiber Analyzer A2001 cihazında katlı torba raflarına yerleştirilmiştir. Örneklerin yerleştirilmesinin ardından sülfirik asitte FAD20C kimyasalının çözdürülmesiyle hazırlanan çözelti cihaz içerisine dökülmüş ve cihaz 60 dakika boyunca çalıştırılmıştır. 60 dakika sonunda çözelti tahliyesi yapılmıştır. Tahliye işleminin ardından cihaz içerisine katlı raf torbaları geçecek seviyede 80-90 °C sıcaklığında su eklenmiş ve cihaz yalnızca agitate komutu ile 5 dakika çalıştırılmıştır. Bu işlem iki kez tekrar edildikten sonra torbaların rahatça alınabilmesi için aynı seviyede normal çeşme suyu ilave edilmiştir. Torbalar dikkatlice alınarak hafifçe sıkılmıştır. 250 ml'lik behere yerleştirilen torbaların üzeri kaplanacak şekilde aseton ilave edilmiş ve 3 dakika bekletilmiştir. Laboratuvar ortamında bir süre bekletilen torbalar 105 °C'de etüvde 2-4 saat süresince kurutulmuştur. Bu süre sonunda desikatör içerisine alınan örnekler oda sıcaklığına ulaştıktan sonra tartılmış ve elde edilen veriler kaydedilmiştir (Van Soest ve diğ. 1991).

Hesaplama:

$$\text{ADF (\%, Kuru madde bazında)} = [W3 - (W1 \times C1) \times 100] / W2 \times \text{KM}$$

W1= F57 Ankom lif torba darası, g

W2= Örnek ağırlığı

W3= "Örnek + torba" nın kurutma işlemi sonrası ağırlığı, g

C1= Kör ağırlığı (boş torbanın kurutma işlemi sonrası ağırlığı), g

NDF analizinde örnekler, ADF analizinde olduğu gibi cihaza yerleştirilmek üzere hazırlanmıştır. Örnekler cihaza yerleştirildikten sonra saf suda FND20C çözdürülerek üzerine gerekli miktarlarda trietilen glikol, sodyum sülfid ve alfa amilaz eklenmesiyle elde edilen çözelti cihaza dökülmüştür. Örnekler ve çözelti cihaza yerleştirildikten sonra cihaz 75 dakika boyunca çalıştırılmıştır. 75 dakika sonunda çözelti tahliyesi yapılmıştır. Tahliye işleminin ardından cihaz içerisine katlı raf torbaları geçecek seviyede 80-90 °C sıcaklığında su eklenmiş ve cihaz yalnızca

agitata komutu ile 5 dakika çalıştırılmıştır. Bu işlem iki kez tekrar edildikten sonra torbaların rahatça alınabilmesi için aynı seviyede normal çeşme suyu ilave edilmiştir. Torbalar dikkatlice alınarak hafifçe sıkılmıştır. 250 ml'lik behere yerleştirilen torbaların üzeri kaplanacak şekilde aseton ilave edilmiş ve 3 dakika bekletilmiştir. Laboratuvar ortamında bir süre bekletilen torbalar 105 °C'de etüvde 2-4 saat süresince kurutulmuştur. Bu süre sonunda desikatör içerisine alınan örnekler oda sıcaklığına ulaştıktan sonra tartılmış ve elde edilen veriler kaydedilmiştir (Van Soest ve diğ. 1991).

Hesaplama:

$$\text{NDF (\%, Kuru madde bazında)} = [W3 - (W1 \times C1) \times 100] /$$

W1= F57 Ankom lif torba darası, g

W2= Örnek ağırlığı

W3= "Örnek + torba" nın kurutma işlemi sonrası ağırlığı, g

C1= Kör ağırlığı (boş torbanın kurutma işlemi sonrası ağırlığı), g

Ham selüloz analizinde, F57 Ankom lif torbaları asitlere karşı dayanıklı kalem aracılığıyla numaralandırılmış ve torbaların darası alındıktan sonra her birine ortalama 0,5 g örnek ilave edilmiştir. Örnek ilaveli torbalar ve kör örnek için tartılan boş torbanın ağızları sealer cihazı ile kapatılmıştır. Örnekler katlı torba laflarına yerleştirilerek cihaz içerisine koyulmuş ve cihaza 0.255±0.005 Normallik Sülfirik asit (H₂SO₄) çözeltisi ilave edildikten sonra cihazın kapağı sıkıca kapatılmıştır. Cihaz 40 dakika süresince çalıştırılmış ve bu süre sonunda içerisindeki çözelti tahliye edilmiştir. Tahliye işleminin ardından cihaz içerisine katlı raf torbaları geçecek seviyede 80-90 °C sıcaklığında su eklenmiş ve cihaz yalnızca agitate komutu ile 5 dakika çalıştırılmıştır. Asit çözeltisi için yapılan işlemler ayrıca 0.313±0.005 Normallik Sodyum hidroksit (NaOH) alkali çözeltisi için de tekrarlanmıştır. Torbalar dikkatlice alınarak hafifçe sıkılmıştır. 250 ml'lik behere yerleştirilen torbaların üzeri kaplanacak şekilde aseton ilave edilmiş ve 3 dakika bekletilmiştir. Laboratuvar ortamında bir süre bekletilen torbalar daha tartılarak daha önceden kurutulmuş ve tartılmış krozelere yerleştirilmiştir. Krozeler 105 °C'de etüvde 2-4 saat süresince kurutulmuştur. Bu süre sonunda krozeler desikatör içerisine alınmış ve örnekler oda

sıcaklığına ulaştıktan sonra tartılmış ve elde edilen veriler kaydedilmiştir (A1, (torba+lif+kroze). Daha sonra krozeler içerisinde torbalar ile birlikte $600 \pm 15^{\circ}\text{C}$ 'de kül fırınında 2 saat boyunca yakma işlemi uygulandıktan sonra desikatöre alınmıştır. Örnekler oda sıcaklığına gelene kadar soğuduktan sonra tartılmış ve elde edilen veriler kaydedilmiştir. Boş torbaya ait organik madde değeri ayrıca hesaplanmış ve W3 olarak kaydedilmiştir (Van Soest ve diğ. 1991).

Hesaplama:

$$\text{Ham selüloz (\%)} = 100 \times [W3 - (W1 \times C1)] / W2$$

W1= F57 Ankom lif torba darası, g

W2= Örnek ağırlığı

W3= Organik madde ağırlığı, g

C1= Boş torba faktörü düzeltilmiş Kül

g) Toplam çözünebilir maddeler (TÇM): Oda sıcaklığında 0.2 Brix hassasiyete sahip dijital sakaroz refraktometresi (HI 96801, Hanna Instruments Deutschland GmbH, Vöhringen, Almanya) ile bir sarımsak ezeceği yardımıyla cihazın cam yüzeyine birkaç damla silaj suyu damlatılarak belirlenmiştir. Ölçümler % Bx olarak kaydedilmiştir (Singh ve diğ. 2020; Filik ve Filik, 2021).

h) Aerobik Stabilite: Fermentasyon süresi sonunda açılan silajlar 5 gün boyunca aerobik stabilite testine tabi tutulmuştur (Ashbell ve diğ. 1991). Test sonucunda örneklere ait pH, üretilen CO₂ miktarı, maya ve küf miktarları kaydedilmiştir. Aerobik stabilite testi için 1.5 L hacimli polietilen şişelere 250 g silaj materyali eklenmiş, şişenin kapak ve dip kısmına O₂ sirkülasyonu için 1 cm çapında delikler açılmıştır. Şişeler kapak kısmı aşağıya bakacak şekilde, 100 ml %25'lik potasyum hidroksit (KOH) çözeltisi ilave edilen cam beherlere dik olarak yerleştirilmiştir. Düzenek 5 gün boyunca laboratuvar ortamında muhafaza edilmiştir. 5 günlük test sonucunda aerobik etkinlik neticesinde açığa çıkan CO₂ gazının beherde bulunan KOH çözeltisine tutunma prensibine dayanarak, 10 ml KOH çözeltisi alınmış ve dijital büret yardımıyla 1 N HCl çözeltisi ile titrasyon yapılmıştır. Titrasyonda pH'nın ilk olarak 8.1'e daha sonra 3.6'ya düşmesi sağlanmış ve bu iki değer arasında

harcanan HCl miktarı kaydedilmiştir. Elde edilen verilerle silajların CO₂ üretim miktarları hesaplanmıştır.

Hesaplama:

$$CO_2 = 0.044 \times T \times V / (A \times TM \times KM)$$

T= titrasyon işleminde harcanan 1 N HCl asit miktarı (ml)

V= %25 KOH çözeltisinin toplam hacmi (ml)

A= behere ilave edilen KOH miktarı (ml)

TM= silaj örneğinin ağırlığı (kg)

KM= silaj örneğinin kuru madde miktarı(g/kg)

3.2.2. Hesaplama ile Belirlenen Parametreler

Söz konusu hesaplamalar Filik (2020)'in bildirdiğine göre gerçekleştirilmiştir.

Toplam Karbonhidrat (TK, g/kg KM) = 100 – [HP + HY + HK]

Hemiselüloz = [NDF% - ADF%]

Nitrojen İçermeyen Ekstrakt (NFE, g/kg) = [KM – (HP + HK + HY + HS)]

Lif Olmayan Karbonhidratlar (LOK, g/kg) = 100 – [NDF + HP + HY + HK]

3.2.3. Metabolize Edilebilir Enerji ve Protein Değeri Hesaplamaları

Metabolize edilebilir enerji ve protein değerleri Filik (2020)'in bildirdiğine göre hesaplanmıştır.

SHP (Sindirilebilir Ham Protein, %) = HP * 0.908 – 3.77

TSM (Toplam Sindirilebilir Besin Maddeleri, %) = 50.41 + 1.04 HP – 0.07 HS

SE (Sindirilebilir Enerji, Mcal/kg) = 0.04409 * TSM%

ME (Metabolik Enerji, Mcal/kg) = 0.82 * SE (50% TSM: 6.40 MJ/kg Kuru Maddedeki ME)

NE_L (Net Enerji Laktasyon, Mcal/kg) = [0.0245 * TSM (%) – 0.12]

NE_M (Net enerji Yaşama Payı, Mcal/kg) = 1.37 ME – 0.138 ME² + 0.0105 ME³ – 1.12

$$NE_G (\text{Net Enerji Verim Payı, Mcal/kg}) = 1.42 ME - 0.174 ME^2 + 0.0122 ME^3 - 1.65$$

3.2.4. Nispi Yem Değeri ve Nispi Yem Kalitesi Hesaplamaları

Nispi yem değeri ve nispi yem kalitesi parametreleri Kılıç ve Abdiwali (2016) ve Filik (2020)'in bildirdiğine göre hesaplanmıştır.

$$SKM (\text{Sindirilebilir Kuru Madde, \%}) = 88.9 - [0.799 * ADF\%]$$

$$KMT (\text{Kuru Madde Tüketimi, \%}) = 120/[NDF\%]$$

$$NYD (\text{Nispi yem değeri}) = [SKM * KMT]/1.29$$

$$NYK (\text{Nispi yem kalitesi}) = [KMT * TSM]/1.23$$

Kaba yem kalitesinin belirlenmesinde “The Hay Marketing Task Force of the American Forage and Grassland Council” tarafından yapılan sınıflandırmaya göre NYD bakımından yemlerde “5” (<75) reddedilecek düzeyde kötü kaliteyi; (75-86) arası 4. kaliteyi; (87-102) arası 3. kaliteyi; (103-124) arası 2. kaliteyi; (125-151) arası iyi kaliteyi ifade ederken, “prime” (>151) ise en iyi kaliteyi ifade etmektedir (Kılıç ve Abdiwali, 2016).

Süt sığırları için kaba yem kalitesini belirlemek amacıyla geliştirilen NYK metoduna göre “140-160” inek, ilk 3 aylık buzağı; “125-150” inek, düveyi damızlığa almadan son 200 gününde, 3-12 aylık besi dönemi sığır; “115-130” düve, 12-18 aylık besi danası ya da buzağısı ve “100-120” düve, 18-24 aylık kurudaki ineklerin beslenmesinde kullanılacak kaba yemler olarak nitelendirilmektedir (Filik, 2020).

3.2.5. Fiziksel Analizler

Araştırmada silajların renk, dış görünüş, pH değeri gibi fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla aşağıdaki analizler yapılmıştır.

- a) **Sıcaklık analizi:** Açılan silajların 4 farklı noktasından Dijital Termometre ölçer yardımı ile silaj paketlerinin farklı katmanlardaki sıcaklık değerleri elde edilmiştir.
- b) **Renk analizi:** Silaj numuneleri açıldıktan sonra Konica-Minolta CR-410 renk ölçer ile silajın dört farklı kısmından L*, a* ve b* renk değerleri ölçülmüştür. Bu veriler aşağıdaki ölçeklerde kaydedilmiştir: (L*) parlaklık (0: siyah, 100: beyaz), (a*) kırmızıdan yeşile (+a*: kırmızı; -a*: yeşil) ve (b*) sarıdan maviye (+b*: sarı, -b*: mavi). Elde edilen a* ve b* değerleri kullanılarak aşağıdaki formüller yardımıyla

Chroma (C^* , doygunluk indeksi) ve hue açısı (h°) değerleri hesaplanmıştır. Kroma [$(C^*, \text{doygunluk indeksi}) = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$]. Ton açısı [$(h^\circ) = h^\circ_{ab} = \arctan(b^*/a^*)$] (AMSA, 2012; Çayıroğlu ve diğ. 2020; Filik ve Filik, 2021).

- c) **pH analizi:** Silajların pH değerleri kalibre edilmiş elektronik pH ölçer (Eutech Instruments pH 700, Nijkerk, Netherlands) aracılığıyla ölçülmüş ve elde edilen veriler kaydedilmiştir.

3.2.6. Mikrobiyolojik Analizler

- a) **LAB sayımı:** Silajlar açıldıktan sonra her paketten 10 g örnek alınarak otoklavlanmış erlene aktarılmıştır. Daha sonra her erlen içerisine 90 ml izotonik su ilave edilmiştir. Dilüsyon işlemi 10^4 10^5 ve 10^6 oranlarına kadar gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan dilüsyonlardan 1 ml steril petri kutularına alınarak ve 45°C 'ye kadar soğutularak MRS Agar'dan 15 ml petri kutusuna dökülmüştür. Anaerobik şartlar altında 30°C 'de 3 gün süre ile inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda gelişen koloniler sayılarak, *LAB* spp. sayısı bulunmuştur (Seale ve diğ. 1990).
- b) **Maya sayımı:** Silajlar açıldıktan sonra her paketten 10 g örnek alınarak otoklavlanmış erlene aktarılmıştır. Daha sonra her erlen içerisine 90 ml izotonik su ilave edilmiştir. Dilüsyon işlemi 10^4 10^5 ve 10^6 oranlarına kadar gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan dilüsyonlardan 1 ml örnek steril petri kutularına alınarak ve 45°C 'ye kadar soğutularak Malt Extract Agar'dan 15 ml petri kutusuna dökülmüştür. 30°C 'de 2-4 gün inkübasyona bırakıldıktan sonra gelişen koloniler toplam maya olarak sayılmıştır (Seale ve diğ. 1990).

3.2.7. İstatistiksel Analizler

Çalışma sonucunda elde edilen bulguların istatistiksel analizlerinde SAS (2001) paket programı kullanılmış olup, çalışmanın deneme modeline (tesadüf parselleri deneme planı) uygun olarak General Linear Model (PROC GLM) prosedürü ile varyans analizine tabi tutulup, deneme grupları arasındaki linear ilişkiler aynı paket programda ortogonal polinom kontrast uygulanarak belirlenmiştir. Gruplar arasındaki farklar çoklu karşılaştırma testlerinden Duncan Çoklu Karşılaştırma Yöntemi kullanılarak yapılmıştır (Genç ve Soysal, 2018).

4. BULGULAR

Silajlar hazırlandıktan sonra 90. günde açılan macar fiğ, yulaf ve karışım silajlarının besin madde analizleri Tablo 4.1.'de verilmiştir. MFK grubunun kuru madde içeriği diğer gruplara göre düşük bulunmuştur ($P<0.01$). Deneme gruplarının organik madde içeriklerine bakıldığında MFK, YUK, MFYK, MFLAB, YLAB ve MFYLAB sırasıyla; 88.54, 92.52, 90.74, 89.49, 92.10, 90.93 olarak tespit edilmiştir. Ham kül içerikleri %7.48 ile 11.46 arasında farklılık göstermiş olup, en yüksek ham kül oranı macar fiğ kontrol grubunda görülmüştür. Araştırma grupları ham protein içerikleri bakımından incelendiğinde, MFK grubunda ham protein içeriği %23.01, YUK grubunda %11.20, MFYK grubunda %14.80, MFLAB grubunda %19.21, YLAB grubunda %10.96 ve MFYLAB grubunda %14.98 olarak belirlenmiştir. Ham yağ oranı en düşük YLAB grubunda (%5.64), en yüksek MFK grubunda (%7.82) gözlemlenmiştir. Silajların en düşük ham selüloz içeriği MFK grubunda (%15.83) belirlenirken, en yüksek ham selüloz içeriği YLAB grubunda (%27.59) saptanmıştır. MFK ve YK silajlarına inokulant ilavesi silajların ADF içeriğini arttırırken, MFYK grubunda etkilememiştir ($P>0.05$). NDF değerleri MFK, YK, MFYK, MFLAB, YLAB ve MFYLAB gruplarında sırasıyla %24.28, 52.85, 41.26, 27.67, 54.72 ve 42.48 olarak tespit edilmiştir. İnokulant ilavesi MFK ve YK gruplarında silajların NDF değerini arttırmış ($P<0.01$) olup, ancak MFYK grubunda ise sadece artış yönünde bir etki yaratmıştır ($P>0.01$). Nişasta içeriği en yüksek silaj MFLAB grubunda (%17.14) en düşük değer ise YLAB silajında (%6.96) elde edilmiştir. Şeker içeriği en düşük silaj %3.43 ile YLAB iken, en yüksek şeker içeriğine sahip silaj 9.70 ile MFK olmuştur. En yüksek hemiselüloz %21.04 ile YK silajında en düşük ise 2.09 ile MFLAB silajında elde edilmiştir. İnokulant uygulaması silajların hemiselüloz içeriğini etkilemiştir. Silajlarda en yüksek TK içeriği YLAB grubunda (%75.51), en düşük değer ise MFK grubunda (%57.72) elde edilmiştir. MFK ve MFYK silajlarına inokulant ilavesi silajların TK içeriğini arttırırken ($P<0.01$) YK silajında etkilememiştir. Silajları LOK ve NFE değerleri bakımından incelendiğinde, en yüksek LOK değeri MFYLAB silajında (%37.75) en düşük değer ise YLAB silajında (%20.79) elde edilmiştir. En yüksek NFE değeri YK silajında (%49.45) en düşük değer ise MFK silajında (%41.89) bulunmuştur.

Tablo 4.1. Açım Sonrası Silajlara Ait Kimyasal Analiz Sonuçları

GRUP	MFK	YK	MFYK	MFLAB	YLAB	MFYLAB	P
KM	898.60±0.04 ^d	934.95±0.02 ^a	924.70±0.01 ^b	914.10±0.01 ^c	935.70±0.01 ^a	924.40±0.09 ^b	0.0001
OM	88.54±0.00 ^c	92.52±0.06 ^a	90.74±0.03 ^c	89.49±0.01 ^d	92.10±0.02 ^b	90.93±0.14 ^c	0.0001
HK	11.46±0.00 ^a	7.48±0.06 ^c	9.26±0.03 ^c	10.51±0.01 ^b	7.90±0.02 ^d	9.07±0.14 ^c	0.0001
HP	23.01±0.00 ^a	11.20±0.05 ^e	14.80±0.04 ^c	19.21±0.01 ^b	10.96±0.08 ^f	14.98±0.06 ^c	0.0001
HY	7.82±0.02 ^a	5.90±0.04 ^c	6.15±0.02 ^c	6.25±0.04 ^b	5.64±0.07 ^d	5.73±0.18 ^d	0.0001
HS	15.83±0.08 ^f	25.98±0.06 ^b	22.93±0.06 ^c	18.44±0.04 ^e	27.59±0.09 ^a	22.60±0.13 ^d	0.0001
ADF	20.69±0.05 ^e	31.81±0.00 ^b	28.95±0.09 ^c	24.58±0.02 ^d	33.82±0.35 ^a	28.77±0.12 ^c	0.0001
NDF	24.28±0.28 ^e	52.85±0.04 ^b	41.26±0.66 ^c	27.67±0.06 ^d	54.72±0.24 ^a	42.48±0.66 ^c	0.0001
Nişasta	15.56±0.02 ^b	6.97±0.02 ^e	11.14±0.00 ^d	17.14±0.09 ^a	6.96±0.12 ^e	12.03±0.25 ^c	0.0001
Şeker	9.70±0.04 ^a	5.84±0.03 ^c	5.47±0.09 ^c	7.16±0.06 ^b	3.43±0.12 ^d	5.41±0.36 ^c	0.0001
Hsel	3.59±0.33 ^c	21.04±0.04 ^a	12.32±0.76 ^b	2.09±0.04 ^c	20.89±0.12 ^a	13.71±0.54 ^b	0.0001
TK	57.72±0.01 ^e	75.43±0.08 ^a	69.79±0.05 ^c	64.03±0.05 ^d	75.51±0.04 ^a	70.23±0.04 ^b	0.0001
LOK	33.44±0.29 ^b	22.59±0.11 ^d	28.54±0.71 ^c	36.37±0.11 ^a	20.79±0.20 ^e	27.75±0.62 ^c	0.0001
NFE	41.89±0.07 ^f	49.45±0.02 ^a	46.86±0.00 ^d	45.60±0.00 ^e	47.92±0.05 ^b	47.63±0.16 ^c	0.0001
TÇM	16.52 ^c	18.85 ^a	17.72 ^b	17.47 ^{cb}	18.27 ^{ab}	19.05 ^a	0.0004

KM: Kuru madde (g/kg), OM: Organik madde (%), HK: Ham kül (%), HP: Ham protein (%), HY: Ham yağ (%), HS: Ham selüloz (%), ADF: Asit deterjanda çözünemeyen lif (%), NDF: Nötr deterjanda çözünemeyen lif (%), Hsel. : Hemiselüloz (%), TK: Toplam karbonhidrat (g/kg), LOK: Lif olmayan karbonhidratlar (g/kg), NFE: Nitrogen free extract (Nitrojen içermeyen ekstrakt) (g/kg), TÇM: Toplam çözünebilir maddeler (%Bx), MFK: Macar Fiğ kontrol, YK: Yulaf kontrol, MFYK: %50 Macar fiğ + %50 Yulaf kontrol, MFLAB: Macar Fiğ + LB^e, YLAB: Yulaf + LB^e, MFYLAB: %50 Macar fiğ + %50 Yulaf + LB^e. *Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Silajların sindirilebilir ham protein (SHP), TSM (Toplam Sindirilebilir Besin Maddeleri) ve enerji içeriklerine ait bulgular Tablo 4.2.'de verilmiştir. Analiz sonuçlarına bakıldığında SHP değeri diğer gruplara göre MFK grubunda yüksek bulunmuştur. Silajların SHP değerlerine bakıldığında yalnızca MFYLAB grubunda kontrolüne göre artış olduğu diğer gruplarda ise azalma olduğu belirlenmiştir. TSM değeri en yüksek %73.24 ile MFK grubunda (%73.24) olurken, en düşük değer YLAB grubunda (%59.88) olduğu saptanmıştır. TSM değerlerinde ise yine aynı şekilde sadece MFYLAB grubunda kontrolüne göre artış olduğu, diğer gruplarda az miktarda da olsa azalma yaşandığı gözlemlenmiştir. Sindirilebilir enerji (SE) oranı MFK, YK, MFYK, MFLAB, YLAB, MFYLAB sırasıyla %3.23, 2.66, 2.83, 3.05, 2.64, 2.84 olarak bulunmuştur. Silajlarda metabolik enerji (ME) oranı 2.17 ile 2.65 Mcal/kg arasında değişiklik göstermiştir. Net enerji laktasyon (NE_L) ve net enerji yaşama payı (NE_M) oranlarının inokulant kullanılan gruplarda kontrol grubuna göre azalmış olduğu gözlemlenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, net enerji verim payı (NE_G) değerinde MFLAB grubu MFK ile karşılaştırıldığında düşüş gözlemlenmiştir. Aynı değerde YK ve YLAB gruplarında farklılık olmazken MFYLAB grubunun değeri MFYK grubundan daha yüksek olarak saptanmıştır.

Tablo 4.2. Silajların SHP, TSM ve Enerji İçerikleri

GRUP	MFK	YK	MFYK	MFLAB	YLAB	MFYLAB	P
SHP	17.13±0.00 ^a	6.39±0.05 ^e	9.66±0.04 ^d	13.67±0.00 ^b	6.19±0.07 ^f	9.83±0.06 ^c	0.0001
TSM	73.24±0.00 ^a	60.23±0.06 ^e	64.19±0.05 ^d	69.10±0.00 ^b	59.88±0.09 ^f	64.41±0.05 ^c	0.0001
SE	3.23±0.00 ^a	2.66±0.01 ^e	2.83±0.00 ^d	3.05±0.00 ^b	2.64±0.00 ^f	2.84±0.00 ^c	0.0001
ME	2.65±0.00 ^a	2.18±0.00 ^e	2.32±0.00 ^d	2.50±0.00 ^b	2.17±0.00 ^f	2.33±0.00 ^c	0.0001
NE _L	1.67±0.00 ^a	1.36±0.01 ^e	1.45±0.00 ^d	1.57±0.00 ^b	1.35±0.01 ^f	1.46±0.00 ^c	0.0001
NE _M	1.74±0.01 ^a	1.32±0.00 ^d	1.45±0.00 ^c	1.60±0.00 ^b	1.31±0.01 ^e	1.46±0.01 ^c	0.0001

GRUP	MFK	YK	MFYK	MFLAB	YLAB	MFYLAB	P
NEG	1.12±0.00 ^a	0.74±0.00 ^e	0.86±0.00 ^d	1.00±0.00 ^b	0.74±0.01 ^e	0.87±0.00 ^c	0.0001

SHP: Sindirilebilir ham protein (%), TSM: Toplam sindirilebilir besin maddeleri (%), SE: Sindirilebilir enerji (Mcal/kg), ME: Metabolik enerji (Mcal/kg), NEL: Net enerji-laktasyon (Mcal/kg), NEM: Net enerji-yaşama payı (Mcal/kg), NEG: Net enerji-verim payı (Mcal/kg), MFK: Macar Fiğ kontrol, YK: Yulaf kontrol, MFYK: %50 Macar fiğ + %50 Yulaf kontrol, MFLAB: Macar Fiğ + LB⁶, YLAB: Yulaf + LB⁶, MFYLAB: %50 Macar fiğ + %50 Yulaf + LB⁶. *Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Silajların sindirilebilir kuru madde (8SKM), kuru madde tüketimi (KMT), nispi yem değeri (NYD) ve nispi yem kalitesi (NYK) içerikleri Tablo 4.3’de verilmiştir. Silajların SKM değerlerinin %86.27 ile 87.29 arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. Silajların SKM değerlerine bakıldığında yalnızca MFYLAB grubunda kontrolüne göre artış olduğu, inokulant ilavesi ile kontrol gruplarında meydana gelen azalma bakterilerin fermentasyon sürecinde besin maddelerini kullandıklarını göstermektedir. KMT değerlerinde ise yine aynı şekilde sadece MFYLAB grubunda kontrolüne göre artış olduğu, diğer gruplarda az miktarda da olsa azalma yaşandığı gözlemlenmiştir. Silajlardaki NYD ve NYK değerlerine bakıldığında kontrol grupları ile inokulantlı gruplar karşılaştırıldığında iki değerde de inokulantlı gruplarda düşüş olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 4.3. Silajların Yem Kalite Özellikleri

GRUP	MFK	YK	MFYK	MFLAB	YLAB	MFYLAB	P
SKM	87.29±0.01 ^a	86.42±0.00 ^d	86.65±0.01 ^c	86.99±0.00 ^b	86.27±0.03 ^e	86.66±0.01 ^c	0.0001
KMT	4.95±0.06 ^a	2.27±0.00 ^d	2.91±0.05 ^c	4.34±0.01 ^b	2.19±0.01 ^d	8.83±0.05 ^c	0.0001
NYD	334.52±3.75 ^a	152.14±0.09 ^d	195.41±3.13 ^c	292.47±0.67 ^b	146.68±0.67 ^d	189.84±2.95 ^c	0.0001
NYK	294.36±3.28 ^a	111.21±0.05 ^d	151.84±2.33 ^c	243.65±0.52 ^b	106.77±0.62 ^d	147.97±2.41 ^c	0.0001

SKM: Sindirilebilir kuru madde (%), KMT: Kuru madde tüketimi, NYD: Nispi yem değeri, NYK: Nispi yem kalitesi, MFK: Macar Fiğ kontrol, YK: Yulaf kontrol, MFYK: %50 Macar fiğ + %50 Yulaf kontrol, MFLAB: Macar Fiğ + LB⁶, YLAB: Yulaf + LB⁶, MFYLAB: %50 Macar fiğ + %50 Yulaf + LB⁶. *Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Fermentasyon süreci sonunda açılan silajlara ait fiziksel analiz sonuçları Tablo 4.4.’de verilmiştir. Silajların açım sonrası kuru madde (KM) içeriği %29.23 ile 40.20 arasında bulunmuştur. İnokulant uygulaması silajların KM içeriğini kontrole göre arttırmıştır. Silajların pH dereceleri incelendiğinde kontrol grupları ile muamele grupları arasında önemli farklılıklar olduğu, kontrol gruplarına göre muamele gruplarında pH’nın düştüğü gözlemlenmiştir. Silajların TÇM içeriği en düşük MFK (16.52 %Bx), en yüksek YK silajında (18.85 %Bx) olarak belirlenmiştir. Silajlara inokulant ilavesi ile TÇK değerinde artış meydana getirmiştir. Silajlar renk parametreleri bakımından incelendiğinde L*, b* ve C* değerlerinde gruplar arasında farklılık olmadığı, a* ve h° değerinde ise farklılıklar olduğu belirlenmiştir. h° değerinde ise kontrol gruplarına göre muamele gruplarında bir artış meydana gelmiştir.

Tablo 4.4. Silajlara Ait Fiziksel Analiz Sonuçları

GRUP	MFK	YK	MFYK	MFLAB	YLAB	MFYLAB	P
KM	29.23 ^e	36.41 ^c	36.11 ^c	32.66 ^d	40.20 ^a	37.30 ^b	0.0001
pH ₁	6.55 ^a	5.61 ^b	4.80 ^d	4.85 ^d	5.16 ^c	4.72 ^e	0.0001
Sıcaklık	23.35 ^a	21.80 ^b	23.52 ^a	24.12 ^a	24.12 ^a	24.05 ^a	0.0001

GRUP	MFK	YK	MFYK	MFLAB	YLAB	MFYLAB	P
L*	34.60	38.88	34.46	32.25	40.32	36.14	0.1993
a*	2.60 ^b	5.12 ^a	3.09 ^b	1.04 ^c	3.73 ^b	2.81 ^b	0.0001
b*	12.82	14.73	12.49	11.90	14.82	13.62	0.2846
C*	13.08	15.62	12.90	11.95	15.34	13.93	0.1266
h°	78.46 ^b	70.94 ^c	76.32 ^{bc}	84.96 ^a	75.18 ^{bc}	78.10 ^b	0.0009

L: Parlaklık, a: Kırmızı ve yeşilliği, b: Sarı ve maviliği, C: Chroma, h°: Hue angle, MFK: Macar Fiğ kontrol, YK: Yulaf kontrol, MFYK: %50 Macar fiğ + %50 Yulaf kontrol, MFLAB: Macar Fiğ + LB⁶, YLAB: Yulaf + LB⁶, MFYLAB: %50 Macar fiğ + %50 Yulaf + LB⁶,

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Silajların açım zamanındaki mikroorganizma sayım sonuçları Tablo 4.5'de verilmiştir. Tablo 4.5 incelendiğinde en yüksek laktik asit bakterisi MFYK grubunda (15.00 log₁₀ kob/g) en düşük ise YK silajında (2.00 log₁₀ kob/g) belirlenmiştir. İnokulant uygulaması MFLAB ve YLAB silajlarının LAB değerlerini kontrol gruplarına göre artırırken, MFYLAB silajına inokulant uygulaması silajın LAB içeriğini düşürmüştür. Benzer şekilde en yüksek maya içeriği MFYK grubunda (18.00 log₁₀ kob/g) en düşük maya içeriği ise YK grubunda (1.67 log₁₀ kob/g) belirlenmiştir.

Tablo 4.5. Silajların Açım Zamanındaki Mikroorganizma Sayım Sonuçları

GRUP	MFK	YK	MFYK	MFLAB	YLAB	MFYLAB	P
LAB, log ₁₀ kob/g	2.33±0.33 ^b	2.00±0.58 ^b	15.00±2.31 ^a	4.33±0.88 ^b	11.00±2.00 ^a	3.00±0.58 ^b	0.0001
Maya, log ₁₀ kob/g	4.00±1.15 ^c	1.67±0.33 ^c	18.00±4.16 ^a	9.00±1.73 ^b	9.67±1.45 ^b	2.50±0.50 ^c	0.0019
Küf, log ₁₀ kob/g	YDKA	YDKA	YDKA	YDKA	YDKA	YDKA	-

MFK: Macar Fiğ kontrol, YK: Yulaf kontrol, MFYK: %50 Macar fiğ + %50 Yulaf kontrol, MFLAB: Macar Fiğ + LB⁶, YLAB: Yulaf + LB⁶, MFYLAB: %50 Macar fiğ + %50 Yulaf + LB⁶, log₁₀ kob/g: koloni form ünite. YDKA: yok denecek kadar az.

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Silajların 5 günlük aerobik stabilite testi sonuçları Tablo 4.6.'da verilmiştir. Sonuçlara bakıldığında silajların pH değerleri 4.80 ile 6.40 arasında değiştiği belirlenmiştir. pH₂ değerlerine bakıldığında en yüksek değer MFK grubunda (6.40), en düşük pH değerinin ise MFYLAB grubunda (4.80) olduğu belirlenmiştir. En yüksek CO₂ değerinin MFYK grubunda (15.59), en düşük CO₂ değerinin ise YLAB grubunda (2.64) olduğu görülmektedir. CO₂ üretimi bakımından MFYK grubu hariç diğer gruplar arasında fark bulunmamıştır. Aerobik stabilite sonrası Maya sayısı, kontrol grubuna göre inokulant gruplarında düşüş meydana gelmiştir. Ayrıca, mevcut silajların hiçbirinde aerobik stabilite sonrası küf belirlenmemiştir.

Tablo 4.6. Silajların Aerobik Stabilite Sonrası pH₂, CO₂ ve Mikroorganizma Sayım Sonuçları

GRUP	MFK	YK	MFYK	MFLAB	YLAB	MFYLAB	P
pH ₂	6.40±0.00 ^a	5.47±0.04 ^b	5.44±0.01 ^b	4.97±0.01 ^c	4.96±0.01 ^c	4.80±0.02 ^d	0.0001
CO ₂	4.53±0.00 ^b	3.84±0.18 ^b	15.59±0.00 ^a	2.89±0.00 ^b	2.64±0.00 ^b	3.65±0.00 ^b	0.0395
ASS Maya log ₁₀ kob/g	3.00±0.58 ^b	12.67±3.56 ^b	61.00±3.79 ^a	1.00±0.00 ^b	7.67±1.33 ^b	10.67±4.81 ^b	0.0001
Küf, log ₁₀ kob/g	YDKA	YDKA	YDKA	YDKA	YDKA	YDKA	-

CO₂: Karbondioksit miktarı, ASS: Aerobik Stabilite Sonrası, MFK: Macar Fiğ kontrol, YK: Yulaf kontrol, MFYK: %50 Macar fiğ + %50 Yulaf kontrol, MFLAB: Macar Fiğ + LB⁶, YLAB: Yulaf + LB⁶, MFYLAB: %50 Macar fiğ + %50 Yulaf + LB⁶, log₁₀ kob/g: koloni form ünite. YDKA: yok denecek kadar az. *Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1.Tartışma

Tezde kullanılan silajlar besin maddeleri içeriği bakımından incelendiğinde (Tablo 4.1) en düşük KM değeri 898.6 g/kg ile MFK grubunda tespit edilirken en yüksek kuru madde içeriğinin 935.7 g/kg ile YLAB grubunda olduğu saptanmıştır. Filya (2001)'in bildirdiğine göre *Enterobacteria*'lar ve *Clostridial* sporlar silaj kalitesi üzerine etki eden mikroorganizmalar olarak karşımıza çıkmaktadır. *Enterobacteria*'lar genellikle pH'nın 6 ila 7 düzeylerinde olduğu ortamlarda etkinlik göstermekte ve çoğunlukla pH düzeyinin 5'in altında olduğu durumlarda gelişmemektedirler. Bunun yanında silaj kalitesini olumsuz yönde etkileyen *Clostridial* sporlar da pH'nın düşük olmasına son derece duyarlı mikroorganizmalardır. Söz konusu mikroorganizmalar su içeriği yüksek olan ortamlarda gelişim göstermektedir. Dolayısıyla silajın kuru madde içeriğinin %35'in altına düşmesi durumunda aktiflik gösterecek ve silaj kalitesini olumsuz yönde etkileyecektir. Bu nedenle silaj materyalinin su içeriği %70'in üzerinde olduğu takdirde mutlaka laktik asit bakteri inokulantları ilave edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Tezde elde edilen pH değerleri incelendiğinde bu değerlerin 4.72-6.56 arasında olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara bakıldığında pH değerlerinin kötü olmadığı fakat silajlarda *Enterobacteria* ve *Clostridial* sporların gelişim gösterebileceğinin göz önüne alınması gerektiği düşünülmektedir. Chen ve diğ. (2020)'nin laktik asit bakterilerinin yulaf balya silajlarında fermantasyon özellikleri ve bakteri popülasyonu üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında kontrol ve inokulantlı gruplarda pH değerlerinin sırasıyla 4.42-4.67 ve 4.19-4.45; Gomes ve diğ. (2019)'nin hafif soldurulmuş veya doğrudan hasat edilmiş olan yulaf silajlarında heterofermantatif laktik asit bakteri ilavesini araştırdıkları çalışmalarında doğrudan hasat edilmiş ve soldurulmuş silajların kontrol ve ilaveli gruplarında pH değerlerinin sırasıyla 3.90-4.61, 4.05-4.59; Romero ve diğ. (2017)'nin polietilen poşetler ve plastik bidonlar olmak üzere iki farklı şekilde hazırlanan yulaf silajlarında sırasıyla kontrol ve inokulantlı gruplarda polietilen poşet ve plastik bidonlarda hazırlanan silajların pH değerleri sırasıyla 6.10-6.04, 6.13-6.16; Erbil (2012)'nin macar fiğ-buğday hasılı karışım silajlarında heterofermantatif ve/veya homofermantatif laktik asit bakterilerinin etkilerini incelediği araştırmasında heterofermantatif *L. buchneri* laktik asit bakterisini içeren ticari inokulant ilaveli gruplarda

pH değerlerinin 2, 4, 8 ve 45. günlerde sırasıyla 4.59, 4.42, 4.40 ve 4.37; Marković ve diğ. (2018)'in adi fiğ ve yulafın farklı oranlarda karışımlarına bakteriyel inokulant ilavesini araştırdıkları çalışmalarında kontrol ve bakteriyel inokulantlı ilaveli silajlarda pH değerlerinin sırasıyla 4.13-4.89 ve 4.17-4.61 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçlar ile çalışmamızda elde edilen sonuçlar kısmen benzerlik gösterse de vakumlanabilir polietilen poşet veya plastik bidonlar kullanılan Romero ve diğ. (2017)'nin çalışmalarında elde edilen sonuçlara daha yakın olduğu görülmektedir. Bu durumun silolama yöntemi ile ilgili olabileceği düşünülmektedir. MFK, YK ve MFYK kontrol gruplarında ortalama HP ve HK değerleri sırasıyla %23.01, 11.20, 14.80 ve %11.46, 7.48, 9.26 olarak saptanmıştır. Fermantasyon sürecinin sonunda muamele gruplarındaki HP ve HK değerlerinde kontrol grubuna göre önemli bir değişim olmadığı belirlenmiştir. Pienaar (2010) çalışmasında HP içeriğini kontrol grubunda %9.9, inokulant ilaveli silaj grubunda 9.5, Jia ve diğ. (2021) kontrol grubunda 12.92 inokulantlı grupta ise 11.74 olarak saptamıştır. Erbil (2012) macar fiğ-buğday silajlarının HK değerini kontrol grubunda 8.53 bulurken, heterofermantatif laktik asit bakterisi ilave edilmesiyle birlikte 8.28 değerini bulmuştur. Bu çalışmada elde edilen sonuçların benzer konuda yapılmış olan çalışmalarla uyum içerisinde olduğu ve heterofermantatif laktik asit bakteri ilavesinin MFLAB ve YLAB gruplarında kontrol gruplarına göre HP içeriğini düşürdüğü, MFYLAB grubunda ise etkilemediği belirlenmiştir.

MFK ve YK gruplarında inokulant uygulaması silajların ADF ve NDF değerlerini kontrol gruplarına göre önemli derece artırmıştır. Romero ve diğ. (2017) çalışmalarında NDF değerlerini kontrol ve inokulant ilaveli gruplarda sırasıyla, 65.5-67.1 olarak bulmuştur. Gomes ve diğ. (2019)'nin doğrudan doğranmış veya soldurulmuş yulaf silajlarında *L.buchneri* ilave ettikleri çalışmalarında NDF değerini kontrol gruplarında sırasıyla 55.9-60.4, laktik asit bakteri ilaveli gruplarda ise sırasıyla 64.2-65.1 olarak bulmuşlardır. Benzer sonuçlara sahip olan bu çalışmaların, yapmış olduğumuz çalışma ile uyum içerisinde olduğu gözlemlenmiştir. Yücel ve diğ. (2013)'ün birçok farklı baklagil ve buğdaygil yem bitkisine *Lactobacillus buchneri* ilave ederek siloladıkları çalışmalarında ADF değerinin saf fiğ silajında %38.5, inokulant ilavesi ile yapılan silajda %40.4 olduğunu, inokulant ilavesinin ADF değerinde artışa neden olduğunu bildirmiştir. Ayrıca aynı çalışmada macar fiğ-yulaf karışım silajında kontrol grubu ADF değeri %41.3 olup, inokulant ilave edilmiş karışım silajında bu değerin %40'a düştüğü belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen ADF ve NDF sonuçlarının literatür bildirişleri ile olan küçük farklılıkları bitki materyallerinin vejetasyon

farklılıkları ve/veya karışım oranlarındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Hemiselüloz içeriğine bakıldığında, silaj grupları arasındaki farklılıkların önemsiz olduğu belirlenmiş ve MFYLAB grubunda az miktardaki artışın dışında diğer gruplarda hemiselüloz değerlerinin düştüğü gözlemlenmiştir (Tablo 4.1). Ergin (2019)'un yonca silajlarına heterofermantatif *Lactobacillus buchneri* laktik asit bakterisini ilave ettiği çalışmasında hemiselüloz değerlerinin kontrol ve LAB ilaveli gruplarda sırasıyla 13.63 ve 15.24; Jia ve diğ. (2021)'in farklı olgunlaşma dönemlerinde hasat edilen yulaf bitkisine inokulant ilave ederek siloladıkları çalışmalarında *Lactobacillus buchneri* ilaveli gruplarda başaklanmadan önceki dönemde hasat edilerek hazırlanan silajlarda hemiselüloz değerlerinin kontrol ve *L. buchneri* ilaveli gruplarda sırasıyla 22.3 ve 22.8; dane olum döneminde hasat edilerek hazırlanan silajlarda ise 18.2 ve 18.3 olarak belirlendiği bildirilmiştir. Bu sonuçlara bakıldığında heterofermantatif laktik asit bakterilerinin hemiselüloz değeri üzerindeki etkisinin, bitkinin çeşidi, protein ve karbonhidrat içeriği ile olgunlaşma dönemlerine bağlı olarak değişiklik gösterdiği söylenebilir. MFK ve YK silajlarına inokulant ilavesi silajların TÇM içeriği etkilenmemiş ancak MFYK silajında artırmıştır. Çayiroğlu ve diğ. (2016) silo materyalinin TÇM içeriğinin minimum %3 seviyesinde olması gerektiğini belirterek, yüksek TÇM içeriğinin silajlarda KM kaybını azalttığını ve buna bağlı olarak silaj kalitesini iyileştirdiğini bildirmişlerdir.

SHP, TSM, SE, ME, NE_L, NE_M ve NE_G değerleri incelendiğinde MFK ve YK gruplarının inokulasyon sonrası değer kaybettiği aksine MFYK grubuna ise inokulant LAB ilavesi sonrası değerlerin yükseldiği görülmektedir. Bu sonuçlardan yola çıkarak baklagil ve buğdaygil silaj karışımlarına LAB ilavesinin fermentasyonu iyileştirdiğini söylenebilir. Ayrıca, meydana gelen iyileşme LAB yaşamlarını devam ettirecek bir besin ortamı sağlandığının da bir göstergesidir. Nitekim Yücel ve diğ. (2013)'nin farklı baklagil ve buğdaygil yem bitkilerinin saf ve karışımlarına *Lactobacillus brevis* ilave ettikleri çalışmalarında, baklagil ve buğdaygil karışımlarında fermentasyon sürecinin daha kaliteli gerçekleştiği ve buna bağlı olarak silaj kalitesinin artmasında olumlu etkiye sahip olduğu bildirilmiştir.

Tek başlarına ve karışım halinde silajı yapılan bitkilerin NYD ve NYK değerleri incelendiğinde ise inokulasyonla birlikte bir takım besin madde kayıplarından kaynaklı olarak değerlerin düştüğü görülmektedir. Bu parametreler Kılıç ve Abdiwali (2016) ile Filik

(2020)'nin bildirdikleri değerlendirme derecelerine göre incelendiğinde NYD bakımından YLAB hariç tüm gruplar en iyi kalite kaba yem kaynağı olarak görülmektedir. İnokulasyon ilavesi sadece YLAB grubunda bir alt sınıf olan iyi kalitede kaba yem sınıfına düşürmektedir. NYK bakımından ise MFK ve MFLAB en iyi kalitede silaj grupları olarak görülmekte süt sığırlarının her döneminde, et ya da süt danalarının beslenmesinde kullanılabilir kalitededir. YK veya YLAB ise düve ve 18-24 aylık kurudaki ineklerin beslenmesinde kullanılabilir bir kaba yem iken, MFYK ve MFYLAB ise inek, ilk 3 aylık buzağı, düveyi damızlığa almadan son 200 gün gibi sürelerde kullanılabilir kaba yem sınıfında olan bir silajdır.

Açılan silajların KM, pH₁ ve sıcaklık kontrol grubuna göre inokulantlı gruplarda artış göstermiştir. Bu sonuçlar Yücel ve diğ. (2013)'nin farklı baklagil ve buğdaygil yem bitkilerinin saf ve karışımlarına *Lactobacillus brevis* ilave ettikleri çalışmalarında da belirlendiği gibi fermentasyonun *L. brevis* ilaveli karışım gruplarında daha etkili bir şekilde gerçekleştiği sonucu ile uyum içerisindedir. . L* parlaklığı temsil etmekte olup, MFK silajının içeriğinde yer alan %23.01 ham proteinden kaynaklı bir renk kararması gerçekleşmiştir. a* değeri ise rakamların azalmasından kaynaklı olarak kırmızıdan yeşile doğru bir renk geçişi meydana gelerek fermentasyonun sorunsuz olarak devam ettiğinin başka bir göstergesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Son olarak b* renk parametresi sarıdan maviye geçisi temsil etmekte olup, MFK grubunda gerçekleşen düşüş, diğer gruplarda inokulant ilavesi ile artış olarak gerçekleşmiştir. MFYLAB'ta gerçekleşen sarıdan maviye doğru renk değişimi ise YLAB'tan fazla olmuştur. Bu sonuç silaj yapılan bitkilerin baklagil ve buğdaygil olmasından kaynaklı olarak içeriğinde en fazla bulunan ham protein ve karbonhidrat içeriklerinden kaynaklanmış olabileceği şeklinde yorumlanmıştır. Proteinler genel olarak fermentasyona maruz kaldıklarında ilk olarak parlak renklerini kaybetmeye ardında da koyulaşmanın etkisi ile bitkilerde koyu yeşil bir hal almaya başlarlar. Mevcut çalışmada da MFK içerisinde yoğun şekilde bulunan ham protein fermentasyonun etkisi ile silajda koyu yeşil bir renk almıştır.

MFK ve YK silajlarında mikroorganizmaların gelişimi için yeterli miktarlarda olmayan karbonhidrat ve ham protein değerleri sebebiyle yoğun bir fermentasyon yaşanmadığını aksine karışım gerçekleştiğinde ise silajın içinde yer alan mikroorganizmaların gelişimi için uygun bir ortam sağlandığı görülmektedir. İnokulasyonla birlikte MFLAB ve YLAB gruptalarında mevcut bakterilerin baskın hale geldiği ama karışımda ise bitkilerin kendilerinin meydana getirdiği bakteri popülasyonunun ilave edilen LB suşu lehine artış gösterdiği

söylenbilir. İnokulant ilave edilmeden önce silajda gerçekleşmesi muhtemel fermentasyonu başlatacak bakteriler LB şusu varlığında aktivite göstermemiştir. Böylece silajın aşırı derece fermentasyona maruz kalmasının önüne geçilmiştir. Açım sırasında alınan örneklerde herhangi bir küfe rastlanmamıştır. Bu sonuçta silajın hava almadığını fermentasyonun doğru şekilde gerçekleştiğini göstermektedir.

Aerobik stabilite açılan bir silajın ısınmadan ve bozulmadan kaldığı sürenin uzunluğu olarak tanımlanmaktadır (Koç ve diğ. 2018). Süre ne kadar uzarsa stabilite o kadar iyi, süre ne kadar kısalsın stabilite o kadar kötü demektir. Genel olarak sıcaklık artışı, pH'daki değişiklikler, CO₂ üretimi, maya ve küf sayılarındaki artış ve KM kayıpları silajlardaki aerobik bozulmanın ana göstergeleri olarak kullanılmaktadır (Ashbell ve diğ. 1991; Franco ve diğ. 2019). Bu çalışmada pH, CO₂ üretimi, mikroorganizma gelişimindeki değişiklikler aerobik bozulmanın ana göstergesi olarak kullanılmıştır. Daha yüksek CO₂ üretimi ve daha yüksek pH değerleri, aerobik maruziyet sırasında bozulmaya neden olan mikroorganizmaların daha fazla geliştiğinin göstergesi olarak kabul edilmektedir. Özellikle CO₂ üretimi ne kadar yüksek olursa silajın raf ömrü o kadar kısa olur, yani aerobik stabilite o kadar zayıf olur. Bu çalışmada 5 günlük aerobik stabilite testi sonrasında pH₂ değerleri 4.96 ile 6.40, CO₂ değerleri 2.64 ile 15.59 g/kg KM, maya sayısı ise 1.00 ile 61.00 log₁₀ kob/g arasında bulunmuştur (Tablo 4.6). Ayrıca, kullanılan inokulant genel olarak silajların 5 günlük stabilite testi sonrasındaki pH₂, CO₂ ve maya sayılarını düşürmüştür. Bu bulguların genel olarak literatür bildirişlerinden daha düşük olduğu söylenebilir. Ayrıca, macar fiğ, yulaf ve karışımlarından oluşan kontrol gruplarına göre silajlara LB10⁶ suşu ilavesinin silaj açıldıktan sonra fermentasyonu yani CO₂ miktarını düşürdüğü görülmektedir. Tekli yapılan silajlarda mikroorganizmalar için uygun olan besin madde içeriklerinin olmaması sebebiyle yoğun bir fermentasyon yaşanmadığını aksine karışım gerçekleştiğinde ise silajın içinde yer alan mikroorganizmaların gelişimi için uygun bir ortam sağlandığı görülmektedir. Fakat LB ilavesi ile silaj içerisinde yer alan mikroorganizmalarında gelişiminin yavaşladığını hatta silaj açıldıktan sonraki 5 günde dahi koruyuculuğunu devam ettirdiğini söylemek mümkündür. Çalışmada kullanılan laktik asit bakterisi olan *Lactobacillus brevis* suşunun özellikle açım sonrası bekletilme potansiyeli olan silajlarda koruyucu bir bakteri inokulantı olarak görev yaptığı söylenebilir. Nitekim Zhang ve diğ. (2019) işlem görmemiş mısır silajının CO₂ üretim değerini 20.00 olarak bildirirken, Sarıçiçek ve diğ. (2016) 18,00 ile 18,17 g/kg KM olarak bildirilmiştir. Bunun yanında, Wambacq ve diğ. (2013), *L. buchneri* inokulasyonlu mısır silajı üzerindeki etkilerinin çok belirleyici olmadığı, ancak yine de

inokulasyonunaşılanmış mısır silajının aerobik stabilitesinin işlem görmemiş silajla karşılaştırıldığında önemli ölçüde iyileştirdiğini bildirmiştir. Bu durum göz önüne alındığında inokulant uygulaması stabiteyi istenilen düzeyde iyileştirmese bile daha da kötüleşmesini önlediği söylenebilir.

5.2.Sonuç

Bu çalışmada elde edilen bulgular sonucunda, macar fiğ gibi baklagil yem bitkilerinden silaj elde etmede yaşanan zorluklar ve riskler göz önünde bulundurularak, fermantasyon düzenleyici katkı maddeleri ile desteklenerek ve yulaf gibi buğdaygil yem bitkileri ile yarı yarıya kombine edilerek kaliteli silajlar elde edilebileceği değerlendirilmektedir. Bunun yanında gerek analizler sonucu elde edilen bulgular gerekse literatür verilerinden, *L. brevis* bakterilerinin silajlar üzerinde, özellikle maya ve küf oluşumu üzerinde baskılayıcı etki gösterdiği belirlenmiştir. Ancak besin madde parametreleri üzerindeki etkilerinin, bitkilerin kimyasal kompozisyonu, silolama yöntemi, bitkilerin olgunluk dönemi ve silolama süresine göre önemli düzeyde değişiklik göstermektedir. Bu nedenle silajlık baklagil ve buğdaygil yem bitkilerinin yalın veya karışım halindeki silajlarına *L. brevis* suşu ilavesinin etkilerini belirlemek için hem silaj materyallerinin farklı karışım oranları hem de inokulantın farklı dozlarını da içine alan ekstra in vitro ve in vivo detaylı araştırmalar yapılmasına ihtiyaç olduğu söylenebilir.

Mevcut çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular ve literatür taramaları sonucunda önemli olduğunu düşündüğümüz bazı öneriler aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- 1) Çalışmada katkı maddesi olarak kullanılan *Lactobacillus brevis* heterofermantatif laktik asit bakterisinin maya ve küf oluşumu üzerinde olumlu etki gösterdiği fakat *lactobacilli* yoğunluğu üzerinde beklenen etkiyi göstermediği belirlenmiştir. Bu nedenle *lactobacilli* içeriğini artırabilecek homofermantatif laktik asit bakterileri ile birlikte kullanımının daha olumlu sonuçlara yol açabileceği düşünülmektedir.
- 2) Çalışmada *Lactobacillus brevis* laktik asit bakterisi 1×10^6 kob/g oranında kullanılmıştır. Söz konusu bakterinin farklı dozlarda kullanılması ve dozlar arası etki mekanizması arasındaki farklılıkların belirlenmesinin literatüre katkı sağlayacağı ön görülmektedir.
- 3) Çalışmada turşudan türünden izole edilen *Lactobacillus brevis* MF098783 suşu kullanılmıştır. Farklı gıdalarda izole edilen veya edilebilecek *Lactobacillus brevis*

suşlarının da kullanımına yönelik çalışmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir. Böylece söz konusu bakterinin silaj üzerindeki etkilerinin daha geniş bir çerçevede araştırılması sağlanacaktır.

- 4) *Lactobacillus brevis* heterofermantatif laktik asit bakterisinin macar fiğ, yulaf ve karışım silajlarına üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmamızda elde edilen bulgular, bu bakterinin diğer yem bitkileri üzerindeki etkileri hakkında merak uyandırmıştır. Yem bitkilerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri farklılık gösterdiğinden elde edilen sonuçların da farklı olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle çeşitli yem bitkilerinin saf veya karışımlarıyla yapılacak olan silajlarda *Lactobacillus brevis* ilavesinin etkilerinin incelenmesinin silaj mikrobiyolojisini konu alan literatüre fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Akgül, B. (2010). Laktik asit bakterileri ve enzim karışımı inokulantların düşük kuru maddeli mısır silajlarında fermantasyon özellikleri ve yem değeri üzerine etkileri (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
- AMSA. (2012). Meat Color Measurement Guidelines. American Meat Science Association. <https://meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/hot-topics/download-the-ebook-format-pdf-of-the-meat-color-measurement-guidelines.pdf?sfvrsn=a218b8b3>, 24.11.2021
- AOAC, (1998). Official Methods of Analysis. 16th Edition, 4th Revision, Washington, D. C.
- Ashbell, G., Weinberg, Z., Azrieli, A., Hen, Y., Horev, B. (1991). A simple system to study the aerobic deterioration of silages. *Can Agric Eng*, 33, 391-394. https://library.csbe-scgab.ca/docs/journal/33/33_2_391_ocr.pdf, Access Date: 02.12.2021
- Blagojević, M. B. (2018). Uticaj međusobnog odnosa, faze razvića i inokulacije na kvalitet silaže jednogodišnjih leguminoza i žita (Doctoral dissertation, Univerzitet u Beogradu-Poljoprivredni fakultet).
- Can, L. (2010). Triticale-Macar fiği hasılına enzim ve laktik asit bakterileri inokulant ilavesinin silaj kalitesi üzerine etkileri (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
- Chen, J., Stokes, M. R., & Wallace, C. R. (1994). Effects of enzyme-inoculant systems on preservation and nutritive value of haycrop and corn silages. *Journal of Dairy Science*, 77(2), 501-512.
- Chen, L., Bai, S., You, M., Xiao, B., Li, P., & Cai, Y. (2020). Effect of a low temperature tolerant lactic acid bacteria inoculant on the fermentation quality and bacterial community of oat round bale silage. *Animal Feed Science and Technology*, 269, 114669.
- Çayıroğlu, H., Coşkun, İ., & Şahin, A. (2016). Silajın Aerobik Stabilitesini Etkileyen Faktörler ve İyileştirme Stratejileri. *Alınleri Zirai Bilim Dergisi*, 31 (B), 91-97.

- Çayıroğlu, H., Filik, G., Coşkun, İ., Filik, A. G., Çayan, H., & Şahin, A. (2020). Spraying opened sugar beet pulp silage with oregano essential oil helps to sustain quality and stability. *South African Journal of Animal Science*, 50(1), 9-16.
- Daniel, J. L. P., Checchi, M., Zwielehner, J., Junges, D., Fernandes, J., & Nussio, L. G. (2015). The effects of *Lactobacillus kefir* and *L. brevis* on the fermentation and aerobic stability of sugarcane silage. *Animal Feed Science and Technology*, 205, 69-74.
- Erbil, N. İ. (2012). Homofermantatif ve/veya heterofermantatif laktik asit bakterileri inokulantların Macar fiği-buğday karışımı silajların fermantasyon ve aerobik stabilite özellikleri üzerine etkileri (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
- Ergin, N., & Aydemir, S. K. (2018). Soya bitkisinin hayvan beslenmesindeki yeri ve önemi. *International Journal of Eastern Mediterranean Agricultural Research*, 1(1), 143-157.
- Ergin, S. (2019). Yonca silajına tuz ve laktik asit bakteri inokulant ilavesinin silaj kalitesi, fermantasyon profili ve mikrobiyel özellikleri üzerine etkileri (Master's thesis, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Ergün, O. F., & Bayram, B. (2021). Türkiye'de Hayvancılık Sektöründe Yaşanan Değişimler. *Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi*, 10(2), 158-175.
- Filik, G. (2020). Biodegradability of quinoa stalks: The potential of quinoa stalks as a forage source or as biomass for energy production. *Fuel*, 266, 117064.
- Filik, A. G., & Filik, G. (2021). Nutritive value of ensiled *Amaranthus powellii* Wild. treated with salt and barley. *Tropical Animal Health and Production*, 53(1), 1-8.
- Filya, İ. (2001). Silaj fermantasyonu. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi*, 32(1), 87-93.
- Franco, M., Stefanski, T., Jalava, T., Kuoppala, K., Huuskonen, A., Rinne, M. (2019). Fermentation quality and aerobic stability of low moisture-crimped wheat grains manipulated by organic acid-based additives. *The Journal of Agricultural Science*, 157(3), 245-253. <https://doi.org/10.1017/S0021859619000546>
- Genç, S., Soysal, M. İ. (2018). Parametric and nonparametric post hoc tests. *Black Sea Journal of Engineering and Science*, 1(1), 18-27. <https://dergipark.org.tr/en/pub/bsengineering/issue/38497/448288>, 07.01.2022

- Gemalmaz, E., & Bilal, T. (2016). Alternatif kaba yem kaynakları. *Lalahan Hayvancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 56(2), 63-69.
- Gomes, A. L. M., Jacovaci, F. A., Bolson, D. C., Nussio, L. G., Jobim, C. C., & Daniel, J. L. P. (2019). Effects of light wilting and heterolactic inoculant on the formation of volatile organic compounds, fermentative losses and aerobic stability of oat silage. *Animal Feed Science and Technology*, 247, 194-198.
- Görgülü, M. (2002). Büyük ve küçükbaş hayvan besleme. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü. Ders Kitabı. Genel Yayın, (244).
- Jia, T., Wang, B., Yu, Z., & Wu, Z. (2021). The effects of stage of maturity and lactic acid bacteria inoculants on the ensiling characteristics, aerobic stability and in vitro digestibility of whole-crop oat silages. *Grassland Science*, 67(1), 55-62.
- Kılıç, Ü., & Abdiwali, M. A. (2016). Alternatif kaba yem kaynağı olarak şarapçılık endüstrisi üzüm atıklarının in vitro gerçek sindirilebilirlikleri ve nispi yem değerlerinin belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 22(6).
- Kiraz, A. B., & Kutlu, H. R. (2016). Bakteriyel İnokulant Kullanımının Silajlarda Fermantasyon Özellikleri Üzerine Etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(3), 230-238.
- Koç, F., Özgüven, M. L., Demirci, A. Ş., Şamlı, H. E. (2018). Mısır Silajlarında Saha Şartlarında Aerobik Stabilitate Süresince Mikrobiyal Kompozisyondaki Değişikliklerin Termal Kamera Görüntüleme Tekniği ile Değerlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(2), 167-174.
- Marković, J., Blagojević, M., Kostić, I., Vasić, T., Anđelković, S., Petrović, M., & Štrbanović, R. (2018). Effect of bacterial inoculants application and seeding rate on common vetch-oat silage quality. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 34(2), 251-257.
- Özdemir, M. & Okumuş, O. (2021). Türkiye'de Son Beş Yılda Yapılan Bazı Silaj Çalışmaları. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 4 (2), 30-39. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/ethabd/issue/65479/1056179>

- Özkan, U., & Şahin Demirbağ, N. (2016). Türkiyede kaliteli kaba yem kaynaklarının mevcut durumu. *Türkiye Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 9(1), 23-27.
- Pienaar, J. (2010). Fermentation, stability and degradability of whole-crop oat silage ensiled with a commercial inoculant (Doctoral dissertation, Stellenbosch: Stellenbosch University).
- Romero, J. J., Zhao, Y., Balseca-Paredes, M. A., Tiezzi, F., Gutierrez-Rodriguez, E., & Castillo, M. S. (2017). Laboratory silo type and inoculation effects on nutritional composition, fermentation, and bacterial and fungal communities of oat silage. *Journal of dairy science*, 100(3), 1812-1828.
- Sarıçiçek, B. Z., Yıldırım, B., Kocabaş, Z., Demir, E. O. (2016). Effect of storage time on nutrient composition and quality parameters of corn silage. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 4(11), 934-939. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i11.934-939.746>
- SAS., (2001). *Sas/State User's Guide 6.03 ed.* SAS. Ins. Cary. N.C.
- Seale, D. R., Pahlow, G., Spoelstra, S. F., Lindgren, S., Dellaglio, F., Lowe, J. F. (1990). Methods for the microbiological analysis of silage. *Proceeding of the Eurobac Conference*, 147, Uppsala.
- Silva, V. P., Pereira, O. G., Leandro, E. S., Paula, R. A., Agarussi, M. C., & Ribeiro, K. G. (2020). Selection of lactic acid bacteria from alfalfa silage and its effects as inoculant on silage fermentation. *Agriculture*, 10(11), 518.
- Van Soest, P. V., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science*, 74(10), 3583-3597.
- Singh, D., Chauhan, A., & Chaudhary, A. (2020). Evaluation of maize cultivars for forage yield, silage quality traits and nutrient uptake in agro-climatic conditions of central Gujarat, India. *Range Management and Agroforestry*, 41(1), 133-140.
- Şahin, İ. F., & Zaman, M. (2010). Hayvancılıkta önemli bir yem kaynağı: Silaj. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 15(23), 1-18.

- Xu, Z., He, H., Zhang, S., & Kong, J. (2017). Effects of inoculants *Lactobacillus brevis* and *Lactobacillus parafarraginis* on the fermentation characteristics and microbial communities of corn stover silage. *Scientific Reports*, 7(1), 1-9.
- Van Soest, P. V., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science*, 74(10), 3583-3597.
- Wambacq, E., Latré, J. P., Haesaert, G. (2013). The effect of *Lactobacillus buchneri* inoculation on the aerobic stability and fermentation characteristics of alfalfa-ryegrass, red clover and maize silage. *Agricultural and Food Science*, 22(1), 127-136. <https://doi.org/10.23986/afsci.6711>
- Yılmaz, N., Akman, O., & Öner, F. (2020). Bazı silajlık mısır çeşitlerinde (*Zea mays* L.) bitkisel özelliklerinin belirlenmesi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 9 (1), 103-110.
- Yurtseven, S., & Boğa, M. (2007). Ruminantlarda Yem Tercihinin Oluşumu. *Hayvansal Üretim*, 48(1).
- Yücel, C., Avcı, M., Kılıçalp, N., & Akkaya, M. R. (2013). *Lactobacillus buchneri* ile Silolanmış Baklagil, Buğdaygil ve Karışımlarının Silaj Özellikleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(3), 11-18.
- Zhang, F., Wang, X., Lu, W., Li, F., Ma, C. (2019). Improved quality of corn silage when combining cellulose-decomposing bacteria and *Lactobacillus buchneri* during silage fermentation. *BioMed Research International*. <https://doi.org/10.1155/2019/4361358>

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Zeinebou ABEİDY
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	<input type="checkbox"/> T.C. <input checked="" type="checkbox"/> Diğer:

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	University of Science, Technology and Medicine
Fakülte	Fen ve Teknoloji Fakültesi
Bölümü	Mikrobiyoloji
Mezuniyet Yılı	2016

Yüksek Lisans	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Tarımsal Biyoteknoloji
Programı	Enzim ve Mikrobiyal Biyoteknoloji
Mezuniyet Tarihi	2022