



T.C.

KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ  
ANABİLİM DALI



MACAR FİĞİ VE ÇAVDAR KARIŞIMI  
SİLAJLARDA *Lactobacillus plantarum*  
KULLANIMININ SİLAJ KALİTESİ ÜZERİNE  
ETKİLERİ

MOHAMMED KHALAF HASAN AL-ZUBAIDI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR

2023



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



MACAR FİĞİ VE ÇAVDAR KARIŞIMI  
SİLAJLARDA *Lactobacillus plantarum*  
KULLANIMININ SİLAJ KALİTESİ ÜZERİNE  
ETKİLERİ

MOHAMMED KHALAF HASAN AL-ZUBAIDI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

DOÇ. DR. GÖKHAN FİLİK

KIRŞEHİR

2023

**KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI**  
**ETİK BEYANI**

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesini okuduğumu ve anladığımı ve Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde ve ortaya çıkan sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tez olarak sunduğum bu çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda bu konuda hakkımda yapılacak tüm yasal işlemleri ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim. 02/08/2023

Öğrenci

Mohammed Khalaf Hasan AL-ZUBAIDI

<b>İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....</b>	<b>I</b>
<b>TEŞEKKÜR.....</b>	<b>II</b>
<b>ÖZET .....</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>IV</b>
<b>TABLolar DİZİNİ.....</b>	<b>V</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....</b>	<b>VI</b>
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....</b>	<b>5</b>
<b>3. MATERYAL VE METOT .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1. Materyal .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1.1. Silaj materyali .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1.2. Silajın hazırlanması.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1.3. Silajlarda kullanılan katkı maddeleri ve kullanım şekilleri .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2. Metot .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2.1. Kimyasal Analizler .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2.2. Hesaplama ile Belirlenen Parametreler.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2.3. Metabolize Edilebilir Enerji ve Protein Değeri Hesaplamaları</b>	<b>16</b>
<b>3.2.4. Nispi Yem Değeri ve Nispi Yem Kalitesi Hesaplamaları .....</b>	<b>16</b>
<b>3.2.5. Fiziksel Analizler .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2.6. Mikrobiyolojik Analizler .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2.7. İstatistiksel Analizler .....</b>	<b>18</b>
<b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....</b>	<b>19</b>
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>29</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>31</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>35</b>

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca tüm bilgi ve birikimlerini benimle paylaşan gerek akademik gerekse kişisel hayatıma yönelik desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen danışmanım Sayın Doç. Dr. Gökhan 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 Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Gül FİLİK hocama saygılarımı sunar teşekkürü borç bilirim.

Tez çalışmamda bilgi ve birikimlerini benimle paylaşıp, materyal konusunda yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Hakan KIR ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Esin KIRAY hocalarıma 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.

Ağustos, 2023

Mohammed Khalaf Hasan AL-ZUBAIDI

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### MACAR FİĞİ VE ÇAVDAR KARIŞIMI SİLAJLARINDA *Lactobacillus plantarum* KULLANIMININ SİLAJ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Mohammed Khalaf Hasan AL-ZUBAIDI

KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

Danışman:

Doç. Dr. Gökhan FİLİK

Yıl: 2023 Sayfa: 35

Jüri:

Doç. Dr. Gökhan FİLİK

Doç. Dr. Taki KARSLI

Dr. Hayrettin ÇAYIROĞLU

Bu tez çalışması macar fiği ile çavdar yem bitkilerinin tek başına veya karışımlarından elde edilen silajlara *Lactobacillus plantarum* (LP) inokülasyonunun silaj kalitesi, fermantasyon, aerobik stabilite ve mikroorganizma gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırma grupları macar fiği kontrol (MF), çavdar kontrol (Ç), macar fiği + çavdar kontrol (MFÇ), macar fiği + LP (MFLAB), çavdar + LP (ÇLAB), macar fiği + çavdar + LP (MFÇLAB) şeklinde oluşturulmuştur. LP bakterisi silajlara  $1 \times 10^9$  kob/g oranında ilave edilmiştir. Araştırma grupları 6 grup, 5 tekerrür olmak üzere toplamda 30 adet silaj ile oluşturulmuştur. Hazırlanan silajlar laboratuvar ortamında  $23 \pm 2$  °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 neticesinde elde edilen bulgular incelendiğinde, LP kullanımının silajlarda lactobacilli yoğunluğunda beklenen etkiyi göstermediği fakat pH<sub>1</sub> (açım sonrası pH değeri) ve pH<sub>2</sub> (aerobik stabilite sonrası pH değeri) oranlarının düşmesinde, buna bağlı olarak arzu edilmeyen mikroorganizmaların gelişiminin engellenmesinde etkili olduğunu söylemek mümkündür.

**Anahtar Kelimeler:** Silaj Fermantasyonu, aerobik stabilite, macar fiği, çavdar

## ABSTRACT

### MASTER'S THESIS

#### THE EFFECTS OF THE USE OF *Lactobacillus plantarum* ON SILAGE QUALITY IN HUNGARIAN VETCH AND RYE MIX SILAGES

Mohammed Khalaf Hasan AL-ZUBAIDI

KIRŞEHİR AHİ EVRAN UNIVERSITY  
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES  
DEPARTMENT OF AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY

**Supervisor:** Assoc. Prof. Dr. Gökhan FİLİK  
Year: 2023 Pages: 35  
**Juries:** Assoc. Prof. Dr. Gökhan FİLİK  
Assoc. Prof. Dr. Taki KARSLI  
Assist. Prof. Dr. Hayrettin ÇAYIROĞLU

This thesis was carried out to determine the effects of *Lactobacillus plantarum* (LP) inoculation on silage quality, fermentation, aerobic stability and microorganism growth in silages obtained from Hungarian vetch and rye fodder plants alone or from their mixtures. The research groups were formed as Hungarian vetch control (MF), rye control (Ç), Hungarian vetch + rye control (MFÇ), Hungarian vetch + LP (MFLAB), rye + LP (MLAB), Hungarian vetch + rye + LP (MFÇLAB). *Lactobacillus plantarum* lactic acid bacteria was added to the silages at a rate of  $1 \times 10^9$  cfu/g. The research groups were formed with a total of 30 silages, 6 groups, 5 replications. The prepared silages were stored in a laboratory environment at  $23 \pm 2$  °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. When the findings obtained as a result of the research are examined, it is possible to say that the use of LP does not have the expected effect on the lactobacilli density in silages, but it is effective in reducing the pH<sub>1</sub> (pH value after opening) and pH<sub>2</sub> (pH value after aerobic stability) ratios and, accordingly, preventing the growth of undesirable microorganisms.

**Keywords:** Silage fermentation, aerobic stability, hungairan vetch, rye

## TABLULAR DİZİNİ

### Sayfa No

Tablo 4.1. Açım Sonrası Silajlara Ait Kimyasal Analiz Sonuçları .....	19
Tablo 4.2. Silajların SHP ve Enerji İçerikleri .....	22
Tablo 4.3. Silajların Yem Kalite Özellikleri .....	23
Tablo 4.4. Silajlara Ait Fiziksel Analiz Sonuçları .....	24
Tablo 4.5. Silajların Açım Zamanındaki Mikroorganizma Sayım Sonuçları .....	25
Tablo 4.6. Silajların Aerobik Stabilite Sonrası pH <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> ve Mikroorganizma Sayım Sonuçları .....	26





## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Simgeler</b>	<b>Açıklama</b>
%	: Yüzde
°C	: Santigrat Derece
cm	: Santimetre
g	: Gram
kcal	: Kilokalori
kg	: Kilogram
kob	: Koloni Oluşturan Birim
L	: Litre
N	: Normalite

<b>Kısaltmalar</b>	<b>Açıklama</b>
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
HCl	: Hidroklorit Asit
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	: Sülfürik Asit
KMT	: Kuru Madde Tüketimi
LAB	: Laktik Asit Bakterileri
LOK	: Lif Olmayan Karbonhidratlar
ME	: Metabolik Enerji
NaOH	: Sodyum Hidroksit
NE <sub>G</sub>	: Net Enerji Verim Payı
NE <sub>M</sub>	: Net Enerji Yaşama Payı
NE <sub>L</sub>	: Net Enerji Laktasyon
NDF	: Nötr Deterjanda Çözünemeyen Lif
NFE	: Nitrogen Free Extract (Nitrojen İçermeyen Ekstrakt)
NYD	: Nispi Yem Değeri
NYK	: Nispi Yem Kalitesi
NH <sub>3</sub> -N	: Amonyak Azotu
OM	: Organik Madde
SE	: Sindirilebilir Enerji
SHP	: Sindirilebilir Ham Protein
SKM	: Sindirilebilir Kuru Madde
TÇM	: Toplam Çözünebilir Maddeler
TK	: Toplam Karbonhidrat
TSM	: Toplam Sindirilebilir Besin Maddeleri

## 1. GİRİŞ

Tarımın önemli bir yapıtaşı olan hayvansal üretimdeki en büyük sorunlardan biri yem giderlerinin yüksek olması ve kaliteli yem kaynağının yetersiz olmasıdır. Ruminantların beslenmesinde kaba yem büyük bir öneme sahip olmakla beraber coğrafi koşullara bağlı olarak yılın her döneminde hayvanların ihtiyaç duyduğu taze yeşil yem ve kaba yem ihtiyacının karşılanması pek mümkün olmadığından dolayı bu ihtiyaç silaj yapılarak karşılanabilmektedir. Bu nedenle tarımsal açıdan gelişmiş birçok ülkede hayvansal üretimde silaj alternatif bir yem kaynağı olarak kullanılmaktadır (Turan, 2019; Karadeniz, 2019).

Yeşil mutabakat, karbon ayak izini azaltma ve sürdürülebilir yaşamı teşvik etmeye yönelik adımların bir parçası durumundadır. Bu anlaşmaların hedefleri çerçevesinde ülkeler, çevre dostu projeler yapmaya ve sürdürülebilir tarım gibi uygulamaları benimsemeye teşvik edilmektedirler. Silaj katkı maddeleri, bu hedefler doğrultusunda önemli bir yer tutmaktadır. Hem temiz ve sürdürülebilir tarımın desteklenmesine yardımcı olmaktadır hem de uluslararası standartlara uygun olarak üretimi yapılmaktadır. Bu nedenle, silaj katkı maddeleri global pazarda oldukça önemli bir yere sahip olmuştur. Yem katkı maddeleri sektörü de bu sürdürülebilirlik trendinden olumlu olarak etkilenmektedir. Bu sektörün 2030 yılında 3 milyar \$'lık bir pazar değerine ulaşacağı öngörülmektedir (Gorade,2023). Ülkemizde ise yem katkı maddeleri içinde ithalat büyük bir paya sahip olup, TUYEKAD verilerine göre 2022 yılında 200 bin ton yem katkı maddesi ithalatı gerçekleştirilmiştir. Bu veriler, sürdürülebilir tarım ve yeşil mutabakat hedeflerine ulaşmak için yem katkı maddeleri platformunda daha fazla çalışma yapılması gerektiğini göstermektedir. Ülkemiz, bu alanda daha fazla çalışma ve yatırım yaparak kendi üretimini ve sürdürülebilir tarım uygulamalarını geliştirmesi gerekmektedir. Bu sayede, yeşil mutabakat hedeflerine uygun bir şekilde ilerleyebilir ve çevreye daha duyarlı bir tarım sektörü oluşturulabileceği öngörülmektedir.

Genellikle ruminantların beslenmesinde kullanılan yem materyallerinin, oksijensiz ortamda fermantasyona bırakılması sonucu elde edilen alternatif kaba yemler silaj olarak adlandırılmaktadır. Yapımının kolay olması, silaj yapımında birçok farklı yem bitkisinin tek başına veya karışım halinde kullanılabilmesi, düşük iş gücü ve maliyet gerektiriyor olması nedeniyle yalnızca yılın belirli dönemlerinde değil, tüm besleme aşamalarında tercih edilebilecek bir alternatif yem kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır (Özdemir ve Okumuş, 2022).

Başta mısır olmak üzere; buğday, sorgum, arpa, çeşitli baklagil ve buğdaygil yem bitkileri, fiğ türleri, yonca ve benzeri bitkiler ile farklı meyve posaları ve tarımsal atıklar da silaj yapımında kullanılabilir. Silaj yapımında kullanılacak olan materyallerin çeşitliliği, silajın tercih edilmesinde önemli bir etkidir (Kızılışımşek ve ark. 2016). Soğuğa karşı dirençli olan ve rakımın yüksek olduğu bölgelerde de yetişebilen, kuraklığa ve şiddetli soğuklara dahi dirençli macar fiği, alternatif bir yem bitkisi olarak kullanılmaktadır. Ülkemizin de neredeyse her bölgesinde yetiştirilebilen bir baklagil yem bitkisi olan macar fiği, silaj yapımında da tek başına veya farklı bitkilerle karışım halinde kullanılabilir. Karışık ekildiği takdirde kuru madde verimi ve protein oranı artmaktadır (Turan, 2019).

Silaj kalitesini belirleyen en önemli faktörlerden biri, silaj fermantasyonudur. Silaj fermantasyonu kontrolsüz bir şekilde gerçekleşmekte ve silaj bünyesindeki besin maddelerinin optimum düzeyde muhafaza edilememesine sebep olan bir süreçtir. Silaj kalitesinin artırılması, kontrolsüz fermantasyon sürecinin neden olabileceği risklerin mümkün olduğunca azaltılması ve silajın besin madde içeriğinin artırılması amacıyla uzun yıllardan bu yana gerek kimyasal gerekse biyolojik birçok silaj katkı maddesi üretilmiş olup, bu konudaki çalışmalar günümüzde de devam etmektedir. Bu katkı maddelerinden biri de özellikle hayvancılık faaliyetleri açısından gelişmiş ülkelerde çoğunlukla büyük işletmelerde kullanılan bakteriyel inokulantlardır (Altınçekiç, 2022). Homofermantatif laktik asit bakterileri, heksozların fruktozdifosfat yolu ile laktik aside fermentasyonunu sağlamakta, böylece saf olarak nitelendirilebilecek derecede laktik asit üretimini gerçekleştirmektedir (Çon ve Gökalp, 2000; Yılmaz, 2015). Heterofermantatif laktik asit bakterileri ise heksozları laktik asit haricinde CO<sub>2</sub>, etanol ve ortamda elverişli elektron alıcısının bulunması halinde asetik aside fermente edebilmektedir (Demirci, 2009). Homofermantatif ve heterofermantatif laktik asit bakterilerini içeren ticari bakteriyel inokulantlar genel olarak *Lactobacillus*, *Pediococcus* ve *Enterococcus* cinsi bakterilerden oluşmakta ve *Lactobacillus* türleri söz konusu katkı maddelerinde diğer bakteri cinslerine göre daha sıklıkla kullanılmaktadır. Aynı zamanda homofermantatif laktik asit bakterilerinin de heterofermantatif laktik asit bakterilerine göre daha fazla tercih edildiği görülmektedir. Bunun sebebi homofermantatif laktik asit bakterilerinin silaj fermantasyonunu olumlu yönde etkileyen laktik asit üretimini hızlı ve etkili bir şekilde gerçekleştirmesidir (Erbil, 2012; Kiraz ve Kutlu, 2016; Altınçekiç, 2022).

*Lactobacillus plantarum* (LP), homofermantatif laktik asit bakterileri içerisinde en yaygın şekilde kullanılan bakteri türlerinin başında gelmektedir. Bu bakterinin tek

başına veya çeşitli homofermantatif/heterofermantatif laktik asit bakterileri ile birlikte, farklı dozlarda ve farklı yem bitki/bitkilerinde kullanılmasının etkileri üzerine birçok çalışma gerçekleştirilmiş olup, konu ile alakalı çalışmalar güncelliğini korumaktadır. Bu tez çalışmasında, çeşitli ev yapımı turşu türlerinden izole edilen LP suşunun macar fiği ve çavdar karışım silajlarında kullanımının; silaj fermantasyonu, aerobik stabilite, mikroorganizma gelişimi ve CO<sub>2</sub> üretimi üzerine etkilerinin araştırılması hedeflenmiştir. Araştırma sonucunda elde ettiğimiz bulguların LP laktik asit bakterisinin ve homofermantatif laktik asit bakterilerinin silajlarda katkı maddesi olarak kullanımına yönelik çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Silajın fermantasyon özellikleri, aerobik stabilitesi ve arzu edilmeyen mikroorganizmaların oluşumu silajın içeriği ve depolama koşullarıyla doğrudan ilişkilidir. Silaj kalitesinin iyi olabilmesi için gerekli niteliklerin karşılanmadığı durumlarda silaj katkı maddeleri kullanılması gerekmektedir. Bakteriyel inokulantlar, özellikle laktik asidin silajdaki fermantasyon asitleri içerisinde en yüksek yoğunlukta olması amacıyla kullanılmaktadır. Bu nedenle birçok ticari bakteriyel inokulant, homofermantatif laktik asit bakterilerini barındırmaktadır (Juráček ve ark. 2022).

Macar fiği, çavdar gibi yem bitkilerinin yalın halde veya karışımlarından elde edilen silajların, katkı maddesi olarak laktik asit bakterileri kullanılarak silolanması ve etkilerinin araştırılması kaliteli silaj çeşitliliğinin artırılması bakımından önemlidir. Nitekim silo yemler üzerinde laktik asit bakterilerinin etkileri üzerine birçok çalışma yapılmış, konu ile ilgili çalışmalar günümüzde de güncelliğini korumaktadır (Zhang ve ark. 2015, Chen ve ark. 2016, Lee ve ark. 2018). Bu nedenle laktik asit bakterilerinin farklı bitkiler ve karışımlarından oluşan silajlarda katkı maddesi olarak kullanımının etkilerinin araştırılması önem arz etmektedir.

Bu tez çalışmasında katkı maddesi olarak kullanılan LP, bir homofermantatif laktik asit bakterisi olup; macar fiği, çavdar ve farklı yem bitkilerinde kullanımına yönelik çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Zhang ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada LP ve propiyonik asit ilavesinin, fiğ ve yulaf yem bitkilerinin yalın olarak veya karışımlarından elde edilen silajlarda aerobik stabilite ve silaj fermantasyonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. Katkı maddeleri silajlara LP  $10^6$  kob/g, PA %0.4 ve LP  $10^6$  kob/g + PA %0.4 karışımı olacak şekilde püskürtülerek uygulanmıştır. Atmış gün boyunca muhafaza edilen silajlar açıldıktan sonra yapılan analizler neticesinde amonyak azotu, lactobacilli yoğunluğu ve pH düzeylerinin korunduğu belirtilmiştir. Laktik asit ve HP (ham protein) değerlerinin LP ve PA ilave edilen gruplarda kontrollerine göre yüksek olduğu; yalnızca PA ilave edilen silajlarda ise laktik asit üretiminin düşük olduğu bildirilmiştir. LP + PA karışım ilavesinin söz konusu silajlarda fermantasyon ve aerobik stabilite açısından en iyi sonuçların alındığı katkı maddesi ilavesi olduğu bildirilmiştir.

Chen ve ark. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada, yulaf ve adi fiğ kullanılarak hazırlanan silajlara LAB, melas ve propiyonik asit ilavesinin fermantasyon ve aerobik stabilite üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışmada, kontrol (K), melas (M), inokulant

(*Lactobacillus plantarum*, LP), propiyonik asit (P), propiyonik asit+melas (PM) ve propiyonik asit+inokulant (P+LP) olmak üzere toplamda altı farklı deneme grubu oluşturulmuştur. Silolama süreci sonunda yapılan analiz sonuçlarına göre, tüm silajların düşük NH<sub>3</sub>-N ve pH değerleri (<4.19) ve laktik asit içeriğinin yüksek olması sebebiyle 45 gün boyunca bozulmadan depolandığı gözlemlenmiştir. LP ve LP+P gruplarında, LP içermeyen silaj gruplarına kıyasla daha kaliteli bir fermantasyon sürecinin yaşandığı, PM silajlarında ise laktobacilli üretiminin büyük ölçüde engellendiği belirtilmiştir. Aerobik stabilite testi sonucunda ise M ve LP ilaveli gruplarda aerobik stabilitenin sırasıyla 15 ile 74 saat azaldığı ifade edilmiştir. Önemli miktarda propiyonik asit içeren tüm silajlarda aerobik stabilitenin iyileştiği bildirilmiştir. Ayrıca, muamele gruplarında kontrol grubuna kıyasla in vitro organik madde sindirilebilirliği ve gaz üretimi, 72 saatlik inkübasyon sonrasında artmıştır. Sonuç itibari ile yulaf ve adi fiğ ile hazırlanan karışık silajda LAB ve PA'in birlikte kullanılması durumunda, fermantasyon, aerobik stabilite ve in vitro sindirilebilirlik üzerindeki etkilerinin az olmasının yanı sıra silajların uzun süre muhafaza edilmesine katkı sağlayabileceği bildirilmiştir.

Marković ve ark. (2018), yulaf ve adi fiğ yem bitkilerinin çeşitli oranlarda karışımlarından elde edilen silajlara katkı maddesi olarak BioStabil Plus (*Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium* ve *Lactobacillus brevis*) ilavesinin fermantasyon ve mikroorganizma gelişimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışma materyallerinden saf adi fiğ, saf yulaf, %25 adi fiğ + %75 yulaf, %50 adi fiğ + %50 yulaf ve %75 adi fiğ + %25 yulaf olacak şekilde toplamda beş farklı grup oluşturulmuştur. Katkı maddesinin, hazırlanan silajlara 5 x 10<sup>5</sup> kob/g konsantrasyonunda eklendiği bildirilmiştir. Kırkbeş günlük silolama süreci sonunda yapılan analizlerle silajlara ait KM (kuru madde), pH, amonyak azotu, laktik asit, asetik asit ve bütirik asit miktarları belirlenmiş ve silajların ATÖ (Alman Tarım Örgütü) yöntemi esas alınarak sınıflandırıldığı belirtilmiştir. Çalışmanın sonunda, bakteriyel inokulant kullanımının asetik asit ve amonyak azotu düzeyini arttırdığı fakat çözünür azot miktarının daha düşük olduğu bildirilmiştir. Yüzde 75 adi fiğ-%25 yulaf karışımı grubunun yüksek laktik asit içeriği ve düşük bütirik asit içeriğine sahip olan grup olduğu ifade edilmiş olup, adi fiğ ve yulaf karışımına inokulant ilavesinin silaj fermantasyonuna beklenen etkiyi sağlamadığı bildirilmiştir.

Lee ve ark. (2018) çavdar yem bitki materyalini *L. plantarum* (LP) ve *L. buchneri* (LB) laktik asit bakteri inokulantlarıyla muamele ederek çavdar silajının kimyasal bileşimini ve fermantasyon özelliklerini saptamak amacıyla çalışmayı yürütmüşlerdir. Çalışma gruplarını, kontrol (K, katkı maddesiz), LP R48-27 4.0×10<sup>4</sup> cfu/g (LP27), LB

R4-26  $4.0 \times 10^4$  cfu/g (LB26), LP27 ve LB26 1:1 oranında karışım silajı (MIX) ve LB KACC 12416  $4.0 \times 10^4$  cfu/g (LB) olacak şekilde 5 grupta çalışmışlardır. Hazırlamış oldukları 5'er kilogramlık silajları 100 gün fermantasyona bırakmışlardır. Belirlenen süre tamamlandığında açmış oldukları silajların NDF ve ADF içeriğinin en düşük olduğu grubun LB26 olduğunu bildirmişlerdir. K ve LP27 gruplarında pH değerinin diğer çalışma gruplarına göre daha yüksek olduğunu saptamışlardır. En yüksek laktat içeriğini LB'de saptamışlardır. LB26 ve LB gruplarının asetat içeriği K ve LP27 gruplarından daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Laktik asit bakteri sayılarına bakıldığında ise LB'deki bakteri sayısının K grubundan daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda LB26 ile muamele edilmiş olan silajların aerobik stabiliteyi geliştirebilecek potansiyele sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Kara ve ark. (2021) çalışmalarında suni gübre kullanmadan bezelye, macar fiği, çavdar ve tritikale yem bitkilerinden hazırlamış oldukları silajları, melas ve bakteri inokulantı ile muamele ederek silajın kalitesini, fermantasyon özelliklerini, besin madde içeriklerini ve in vitro sindirilebilirliğini saptamayı amaçlamışlardır. Çalışmalarında bakteri inokulantı olarak DuPont Pioneer Company'den tedarik ettikleri 1188 silaj katkı maddesini kullanmışlardır. Silaj katkı maddesi *Lactobacillus plantarum* LP286 DSM, *L. plantarum* LP318 DSM, *L. plantarum* LP319 DSM, *L. plantarum* LP346 DSM, *Enterococcus faecium* SF301 DSM, *Enterococcus faecium* SF202 DSM içeriğine sahiptir. Yem bitki materyallerinden 10 kg doğrayarak yapmış oldukları çalışma gruplarını, kontrol (muamelesiz), %5 melas ve 10 g/t bakteriyel inokulant ( $1,25 \times 10^{11}$  CFU/g) şeklinde oluşturmuşlardır. Çalışmada 1.5 litrelik cam kavanozlara hazırladıkları silajları 60 gün boyunca fermantasyona bırakmışlardır. Fermantasyon süresi tamamlandığında yapmış oldukları analiz sonuçlarına göre yem bezelyesi silajının laktik asit ve asetik asit konsantrasyonlarının diğer silajlardan daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Çalışma verilerine göre silajların melas ve inokulant muamelesine karşı laktik asit içeriklerinde herhangi bir değişim olmadığını gözlemlemişlerdir. Silaj gruplarına ilave edilen melasın, organik madde, ADF ve NDF içeriklerini önemli oranda azalttığını saptamışlardır. Silaj katkı maddesi olarak kullanılan laktik asit bakteri inokulant kullanımı bazı silajlar üzerinde sayısal artışlara neden olmalarına karşın önemli bir etkisinin görülmediği sonucuna varmışlardır.

Şen ve ark. (2022) çalışmalarında çavdar ve macar fiği bitki materyallerine laktik asit bakteri inokulantı ve melas ile muamele ederek hazırlamış oldukları silajların kalite ve in vitro sindirilebilirlik üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada laktik asit

bakterisi olarak Du Pont Pioneer Company ‘den temin ettikleri 1188 silaj katkı maddesini kullanmışlardır. Bu bağlamda çavdar ve %20, %40, %60 ve %80 oranlarında macar fiğ karıştırılmış olup her karışım için %5 oranında melas ve 10g/ton ( $1.25 \times 10^{11}$  cfu/g) inokulantı homojen bir şekilde karıştırmışlardır. Hazırlanan silajlar 60 gün süreyle fermantasyona bırakmışlardır. Silolama süresi tamamlandığında yapılan analizler sonucunda çalışmada kullanılmış olan inokulantın laktik asit düzeyini önemli ölçüde arttırmış olduğunu bildirmişlerdir. Organik madde içeriğinin %60 oranında Macar fiğ kullanılarak yapılan grupta in vitro organik madde sindirilebilirliği ve enerji değerlerinin diğer gruplara ve katkı maddelerine göre artış gösterdiğini saptamışlardır. Silajların NDF içeriklerini incelediklerinde ise %40 ve %60 macar fiğ bulunan karışımlarda artış göstermiş olduğunu saptamışlardır. Hazırlanmış oldukları silajlardaki Macar fiğ oranının silajların dış görünüşünü, inokulant kullanımının ise fiziksel özelliklerinde olumsuz etkilere neden olduğu bildirilmiştir. Yapmış oldukları analizler sonucunda, Macar fiğ yem bitkisinin inokulant ve melas ilaveli veya ilavesiz olacak şekilde %80 oranında çavdar bitkisiyle birlikte kullanımının kaliteli silaj elde etmekte olumlu sonuçlara neden olabileceğini bildirmişlerdir.



### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Silaj materyali

Çalışma materyali olan silajlık macar fiğ (*Vicia pannonica* Crantzve) çavdar (*Secale cereale* L.) 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. Silajın hazırlanması

Bitkiler dane olum döneminde hasat edilmiş olup, hasat sonrası 3.0-5.0 cm uzunluğunda parçalama işlemine tabi tutulmuştur. Parçalama işlemi tamamlandıktan sonra 2 kg'lık plastik torbalara 1000 g bitki materyali konularak içerisine  $1 \times 10^9$  kob/g konsantrasyonundaki LP laktik asit bakterisi püskürtülmüştür. Ekim işleminin ardından vakum cihazı (Packtech PT-VKM-CPRO) yardımıyla paketlerin içerisinde bulunan hava vakumlanarak alınmıştır. Çalışmada 6 grup oluşturulmuş, 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 homofermantatif laktik asit bakterisi olan ev yapımı çeşitli turşu türlerinden izole edilen probiyotik özelliğe sahip LP MF098786 suşu kullanılmıştır. Katkı maddesinin silajlara uygulanma şekli ve gruplar aşağıdaki gibidir.

- Macar fiği (Kontrol),
- Çavdar (Kontrol),
- Macar fiği + Çavdar (Kontrol, %50: %50).
- 1000 g doğranmış macar fiği tartılarak 2 kg'lık plastik torbalara alınmıştır. Plastik torbalara alınan materyal üzerine 1 ml LP enjektör yardımıyla ilave edilmiştir (Macar fiğ + LP).
- 1000 g parçalanmış çavdar tartılarak 2 kg'lık plastik torbalara alınmıştır. Plastik torbalara alınan materyal üzerine 1 ml LP enjektör yardımıyla ilave edilmiştir (Çavdar + LP).

- 1000 g (500 g macar fiğı, 500 g çavdar) parçalanmış macar fiğı + çavdar karışımı tartılarak 2 kg'lık plastik torbalara alınmıştır. Plastik torbalara alınan materyal üzerine 1 ml LP enjektör yardımıyla ilave edilmiştir (Macar fiğı + Çavdar + LP).

### 3.2. Metot

Tezde, macar fiğı, çavdar ve karışım silajlarının içerisinde LP laktik asit bakterisi enjektör yardımıyla ilave edilmiş ve 2 kg'lık plastik torbalarda vakumlanarak muhafaza edilmiştir. *L. plantarum* laktik asit bakterisi, paket başına 1 ml olacak şekilde hazırlanan silajlara  $1 \times 10^9$  oranında ilave edilmiştir. Deneme grupları 5'er tekerrürlü olarak; macar fiğı (kontrol, MF), çavdar (kontrol, Ç), macar fiğı + çavdar (kontrol, %50: %50, MFÇ), macar fiğı + *L. Plantarum* (MFLAB), çavdar + *L. plantarum* (ÇLAB), macar fiğı + çavdar + *L. plantarum* (MFÇLAB) 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 sayısı) ve istatistik analizleri yapılmıştır.

Silajların havada kuru madde (%HKM), kuru madde (%KM), ham protein (%HP), ham kül (%HK) analizleri AOAC (1998) standart prosedürüne göre, ham yağ içeriği (HY) ANKOM XT15 Ekstraksiyon Sistemi kullanılarak AOCS (2005)'e göre, ham selüloz (%HS), %ADF ve %NDF analizleri Van Soest ve ark. (1991)'e göre ANKOM 200 Fiber Analyzer cihazı kullanılarak yapılmış olup; pH değerleri Chen ve ark. (1994); toplam çözülebilir madde (TÇM) içerikleri Singh ve ark. (2020)'de açıklandığı şekilde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada silajların içerdiği laktik asit bakterisi, maya ve küf sayısı Seale ve ark. (1990) tarafından bildirilen yöntemler ile belirlenmiştir.

#### 3.2.1. Kimyasal Analizler

##### 3.2.1.1. 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:

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

A= Alüminyum kap darası

B= Alüminyum kap + örnek ağırlığı

C= Kurutma İşlemi Sonunda Alüminyum Kap +Yem Örneği Ağırlığı

#### 3.2.1.2. 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 düşükten sonra, örnekler desikatöre yerleştirilmiş ve yem örneklerinin son tartımı yapılarak dara + kuru örnek ağırlığı hesaplanmıştır (AOAC, 1998).

Hesaplama:

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

A: Porselen Kroze Darası

B: Porselen Kroze Darası + Örnek Ağırlığı

C: Yakma İşlemi Sonrası Porselen Kroze Darası + Kül Ağırlığı

#### 3.2.1.3. Ham yağ

Öğütülmüş örnekten 0.5 g alınarak TX4 Ankom yağ torbaları içerisine konularak ağzı 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 (AOCS, 2005).

Hesaplama:

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

W1: Örnek Ağırlığı

W2: Ekstraksiyondan işleminden önce kurutma sonrası örnek ve torba ağırlığı

W3: Ekstraksiyondan işleminden sonra kurutma sonrası örnek ve torba ağırlığı

#### 3.2.1.4. 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 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Sülfürük asit) 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 eklemekten analizde kullanılan kimyasallar konularak kör çalışma yapılmıştır. Herhangi bir köpürme ve taşma durumunu engellemek amacıyla Kjeldahl 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 kjeldahl tüpler dışarı alınarak soğumaya bırakılmıştır. 300 ml hazneli ve geniş ağızlı erlene 50 ml %2’lik borik asit, 3-4 damla indikatör konularak damıtma aygıtında bulunan soğutucu bölümüne yerleştirilmiştir (Velp UDK 149 Kjeldahl Azot Protein Tayin Cihazı). Distilasyon ünitesine takılan kjeldahl 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:

$$\% \text{ HP} = [K * V * N * f_{\text{HCl}}] * [100 / M * 1000 * fp]$$

K: 14.007 (Azotun atom ağırlığı)

V: Kullanılan HCl (ml)

N: HCl'nin normalitesi (0,1)

f<sub>HCl</sub>: 0.1 N HCl'nin faktörü

fp: Proteine çevirme faktörü (6.25)

M: Tartılan örnek miktarı

#### 3.2.1.5. 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 ark. (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 çözündürülmesiyle 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 ark. 1991).

Hesaplama:

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

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 çözündürülerek 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 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 ark. 1991).

Hesaplama:

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

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

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 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 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 600 ± 15 °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 ark. 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

### 3.2.1.6. Toplam çözünebilir maddeler

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 ark. 2020; Filik ve Filik, 2021).

### 3.2.1.7. Aerobik stabilite

Fermentasyon süresi sonunda açılan silajlar 5 gün boyunca aerobik stabilite testine tabi tutulmuştur (Ashbell ve ark. 1991). Test sonucunda örneklere ait pH, üretilen CO<sub>2</sub> 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 O<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> üretim miktarları hesaplanmıştır.

Hesaplama:

$$CO_2 = 0.044 * T * V / [A * TM * KM]$$

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.

$$\text{Toplam Karbonhidrat (TK, g/kg KM)} = 100 - [\text{HP} + \text{HY} + \text{HK}]$$

$$\text{Hemiselüloz} = [\text{NDF}\% - \text{ADF}\%]$$

$$\text{Nitrojen İçermeyen Ekstrakt (NFE, g/kg)} = [\text{KM} - (\text{HP} + \text{HK} + \text{HY} + \text{HS})]$$

$$\text{Lif Olmayan Karbonhidratlar (LOK, g/kg)} = 100 - [\text{NDF} + \text{HP} + \text{HY} + \text{HK}]$$

### 3.2.3. Metabolize Edilebilir Enerji ve Protein Değeri Hesaplamaları

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

$$\text{SHP (Sindirilebilir Ham Protein, \%)} = \text{HP} * 0.908 - 3.77$$

$$\text{TSM (Toplam Sindirilebilir Besin Maddeleri, \%)} = 50.41 + 1.04 \text{HP} - 0.07 \text{HS}$$

$$\text{SE (Sindirilebilir Enerji, Mcal/kg)} = 0.04409 * \text{TSM}\%$$

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

$$\text{NE}_L \text{ (Net Enerji Laktasyon, Mcal/kg)} = [0.0245 * \text{TSM} (\%) - 0.12]$$

NE<sub>M</sub> (Net enerji Yaşama Payı, Mcal/kg) = 1.37 ME – 0.138 ME<sup>2</sup> + 0.0105 ME<sup>3</sup> – 1.12

NE<sub>G</sub> (Net Enerji Verim Payı, Mcal/kg) = 1.42 ME – 0.174 ME<sup>2</sup> + 0.0122 ME<sup>3</sup> – 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.

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

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

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

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

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 kullanılabilir 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.

#### 3.2.5.1. Sıcaklık analizi

Açılan silajların 4 farklı noktasından Dijital Termometre ölçer yardımı ile silaj paketlerinin farklı katmanlardaki sıcaklık değerleri elde edilmiştir.

#### 3.2.5.2. 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 ( $h^\circ$ ) değerleri hesaplanmıştır. Kroma [(C\*, doygunluk indeksi) =  $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ ]. Ton açısı [ $h^\circ = h^\circ ab = \arctan(b^*/a^*)$ ] (AMSA, 2012; Çayiroğlu ve ark. 2020; Filik ve Filik, 2021).

#### 3.2.5.3. 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

#### 3.2.6.1. 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 ark. 1990).

#### 3.2.6.2. 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 ark. 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 VE TARTIŞMA

Bu bölümde macar fiğ ve çavdar yem bitkilerine LP laktik asit bakterisi ilaveli/ilavesiz şekilde silajlar hazırlanıp 90 gün boyunca silolanarak süre sonunda açılan çalışma gruplarının silaj kalite parametreleri, fermantasyon, aerobik stabilite ve mikroorganizma gelişimi üzerine yapılan analizlerin bulgularına yer verilmiştir.

**Tablo 4.1. Açım Sonrası Silajlara Ait Kimyasal Analiz Sonuçları**

GRUP	MF	Ç	MFC	MFLAB	ÇLAB	MFÇLAB	P
KM	89.45±0.02 <sup>d</sup>	93.67±0.02 <sup>a</sup>	91.59±0.02 <sup>c</sup>	89.22±0.05 <sup>e</sup>	93.34±0.01 <sup>b</sup>	91.66±0.00 <sup>c</sup>	0.0001
OM	87.28±0.08 <sup>f</sup>	92.19±0.02 <sup>a</sup>	89.92±0.03 <sup>c</sup>	87.65±0.03 <sup>e</sup>	92.03±0.00 <sup>b</sup>	89.71±0.02 <sup>d</sup>	0.0001
HK	12.72±0.08 <sup>a</sup>	7.81±0.02 <sup>f</sup>	10.08±0.03 <sup>d</sup>	12.35±0.03 <sup>b</sup>	7.97±0.00 <sup>e</sup>	10.30±0.03 <sup>c</sup>	0.0001
HP	23.23±0.03 <sup>a</sup>	11.41±0.04 <sup>f</sup>	16.44±0.04 <sup>d</sup>	23.05±0.03 <sup>b</sup>	12.01±0.03 <sup>e</sup>	16.79±0.10 <sup>c</sup>	0.0001
HY	7.36±0.03 <sup>b</sup>	4.75±0.01 <sup>f</sup>	5.96±0.01 <sup>d</sup>	8.21±0.04 <sup>a</sup>	4.94±0.01 <sup>e</sup>	6.12±0.00 <sup>c</sup>	0.0001
HS	17.59±0.08 <sup>e</sup>	28.23±0.12 <sup>a</sup>	24.89±0.09 <sup>c</sup>	17.32±0.11 <sup>e</sup>	27.31±0.00 <sup>b</sup>	23.02±0.01 <sup>d</sup>	0.0001
ADF	24.84±0.04 <sup>e</sup>	36.03±0.11 <sup>a</sup>	32.49±0.06 <sup>c</sup>	24.23±0.13 <sup>f</sup>	35.25±0.04 <sup>b</sup>	29.92±0.08 <sup>d</sup>	0.0001
ADFom	12.12±0.04 <sup>e</sup>	28.22±0.09 <sup>a</sup>	22.41±0.03 <sup>c</sup>	11.88±0.16 <sup>e</sup>	27.28±0.04 <sup>b</sup>	19.63±0.05 <sup>d</sup>	0.0001
NDF	34.29±0.43 <sup>d</sup>	62.65±0.20 <sup>a</sup>	53.76±0.10 <sup>b</sup>	32.11±0.01 <sup>e</sup>	63.08±0.08 <sup>a</sup>	50.38±0.66 <sup>c</sup>	0.0001
NDFom	21.57±0.35 <sup>d</sup>	54.84±0.22 <sup>a</sup>	43.68±0.19 <sup>b</sup>	19.76±0.02 <sup>e</sup>	55.11±0.08 <sup>a</sup>	40.08±0.63 <sup>c</sup>	0.0001
Hsel	9.46±0.39 <sup>d</sup>	26.62±0.31 <sup>b</sup>	21.27±0.23 <sup>c</sup>	7.88±0.14 <sup>e</sup>	27.83±0.05 <sup>a</sup>	20.45±0.57 <sup>c</sup>	0.0001
TK	56.69±0.02 <sup>e</sup>	76.04±0.03 <sup>a</sup>	67.52±0.06 <sup>c</sup>	56.40±0.10 <sup>f</sup>	75.09±0.02 <sup>b</sup>	66.80±0.08 <sup>d</sup>	0.0001
LOK	22.41±0.46 <sup>b</sup>	13.39±0.23 <sup>d</sup>	13.76±0.10 <sup>d</sup>	24.30±0.12 <sup>a</sup>	12.01±0.11 <sup>e</sup>	16.42±0.58 <sup>c</sup>	0.0001
NFE	39.10±0.10 <sup>d</sup>	47.82±0.09 <sup>a</sup>	42.63±0.03 <sup>c</sup>	39.08±0.00 <sup>d</sup>	47.78±0.03 <sup>a</sup>	43.78±0.04 <sup>b</sup>	0.0001
TÇM	15.88±0.30 <sup>e</sup>	26.93±0.09 <sup>a</sup>	22.00±0.16 <sup>c</sup>	17.28±0.34 <sup>d</sup>	24.93±0.34 <sup>b</sup>	22.33±0.43 <sup>c</sup>	0.0001

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) (%), TÇM: Toplam çözünebilir maddeler (%Bx), MF: Macar fiğ kontrol, Ç: Çavdar kontrol, MFC: %50 macar fiğ + %50 çavdar kontrol, MFLAB: Macar fiğ + LP9, ÇLAB: Çavdar + LP9, MFÇLAB: %50 macar fiğ + %50 çavdar + LP9. \*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Tablo 4.1'de, silolama sürecinin sona ermesinin ardından açılan silajlara ait kimyasal analiz sonuçları yer almaktadır. Kuru madde (KM) içeriklerine bakıldığında en yüksek KM içeriğinin 93.67 g ile kontrol çavdar (Ç) grubunda, en düşük KM içeriğinin ise 89.22 g ile macar fiğ + LAB (MFLAB) grubunda olduğu görülmektedir. Genel olarak muamele gruplarında KM miktarının kontrol gruplarına göre azaldığı belirlenmiştir. Yalnızca macar fiğ + çavdar + LAB (MFÇLAB) grubunda kontrolüne göre istatistiksel anlamda önemsiz de olsa bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Macar fiğ ile çavdar yem bitkilerini karıştırmanın ve inokulant ilavesinin genel olarak KM miktarlarını düşürdüğü görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur (P<0.001). OM içeriklerine bakıldığında kontrol gruplarına göre muamele gruplarında MFÇLAB hariç

genel olarak artış göstermiştir. Bu durumun katkı maddesi olarak kullanılan LAB'nin ortamdaki şekeri çok fazla kullanamamasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Nitekim LP ortamdaki şekeri çoğunlukla laktik aside dönüştürmektedir (Can, 2010). Silajların ham kül (HK) değerlerine bakıldığında MF, Ç, MFÇ, MFLAB, ÇLAB ve MFÇLAB gruplarında sırasıyla 12.72, 7.81, 10.08, 12.35, 7.97 ve 10.30 olarak bulunmuş olup, MFLAB dışında diğer muamele gruplarında kontrollerine göre artış yaşandığı belirlenmiştir ( $P<0.001$ ). Silajların ham protein (HP) içerikleri incelendiğinde ise MF, Ç, MFÇ, MFLAB, ÇLAB ve MFÇLAB gruplarında sırasıyla 23.23, 11.41, 16.44, 23.05, 12.01, ve 16.79 olarak belirlenmiş olup; MFLAB grubu dışında muamele gruplarında kontrollerine göre artış yaşandığı görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ( $P<0.001$ ). Çalışmada, silajların HK ve HP içeriklerine bakıldığında genel olarak muamele gruplarında kontrollerine göre artış yaşandığı tespit edilmiş olup, gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $P<0.001$ ). Macar fiğ, çavdar veya farklı yem bitkilerinde katkı maddesi olarak LP kullanılan benzer çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile (Ilavenil ve ark., 2015; Garcez Neto ve ark., 2018; Chen ve ark., 2016) bu araştırmada elde edilen bulguların uyum içerisinde olduğu saptanmıştır ( $P<0.001$ ). Silajların ham yağ (HY) içerikleri muamelelerden etkilenerek artış yaşandığı görülmektedir. Gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ( $P<0.001$ ). Ham selüloz içerikleri MF, Ç, MFÇ, MFLAB, ÇLAB ve MFÇLAB gruplarında sırasıyla 17.59, 28.23, 24.89, 17.32, 27.31 ve 23.02 olarak bulunmuştur. HS değerlerinin muamele gruplarında kontrollerine göre düştüğü belirlenmiş olup, gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ( $P<0.001$ ).

Silajların ADF değerlerine bakıldığında MF, Ç, MFÇ, MFLAB, ÇLAB ve MFÇLAB gruplarında sırasıyla 24.84, 36.03, 32.49, 24.23, 35.25 ve 29.92 şeklinde bulunmuştur. Silajların ADF içerikleri tüm muamele gruplarında kontrollerine göre düşmüş ve gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ( $P<0.001$ ). Grupların NDF değerleri incelendiğinde ise MF, Ç, MFÇ, MFLAB, ÇLAB ve MFÇLAB gruplarında sırasıyla 34.29, 62.65, 53.76, 32.11, 63.08 ve 50.38 şeklinde bulunmuştur. Verilerden de anlaşılacağı üzere LAB ilavesi tüm muamele gruplarında ADF değerlerini düşürmüş ve NDF içeriklerinde ise ÇLAB grubu hariç kontrollerine göre artırmıştır. Uğurlu ve ark. (2022)'nin çalışmasında yer alan verilere göre muamele gruplarının ADF ve NDF içerikleri kontrollerine göre azalırken ( $P<0.001$ ), Garcez Neto ve ark. (2018)'nin verilerinde ADF ve NDF içeriklerine kontrole göre artışın söz konusu olduğu görülmektedir. Chen ve ark. (2016)'nin verilerine göre ADF içeriklerinde gruplar

arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuş olup ( $P>0.05$ ); NDF değerlerinde LAB ilaveli gruplarda kontrole göre düşüş yaşandığı bildirilmektedir ( $P<0.05$ ). Çalışmamızda elde edilen bulgular, benzer çalışmalardaki sonuçlarla kısmi benzerlik göstermektedir. Silajların ham selüloz içerikleri incelendiğinde ise, ÇLAB hariç tüm muamele gruplarında kontrollerine göre düşüş olduğu görülmektedir ( $P<0.001$ ). Silajların hemiselüloz içerikleri 7.88 ile 27.83 arasında değişiklik göstermiş olup, ÇLAB grubunda kontrolüne göre önemli bir artış olduğu belirlenmiştir ( $P<0.001$ ). Chen ve ark. (2016) yulaf ve adi fiğ silajlarına laktik asit bakterisi (L), melas (M) ve propiyonik (P) asit ilave ederek silaj üzerindeki etkilerini araştırdıkları çalışmalarında kontrol, M, L, P, MP ve LP gruplarında hemiselüloz değerlerini sırasıyla 17.4, 16.7, 15.1, 18.3, 18.1 ve 15.4 şeklinde belirlemiş ve gruplar arasındaki farklılıkların önemli bulunduğunu bildirmişlerdir ( $P<0.05$ ). Uğurlu ve ark. (2022)'nin çavdar hasıllarına inokulant ilavesinin fermentasyon, aerobik stabilite ve silajın yem değeri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında kontrol, LAB, LAB + E I ve LAB + E II gruplarında hemiselüloz içeriklerini sırasıyla 27.58, 22.78, 23.69 ve 24.83 şeklinde bulmuşlardır ( $P<0.05$ ). Hemiselüloz değerlerinin LAB ilaveli gruplarda kontrole göre genel olarak azaldığı görülmekte olup, elde edilen sonuçların diğer sonuçlarla benzerlikleri olduğu kadar farklılıkları da söz konusu olduğundan bu durumun bitki materyali ve kullanılan LAB'nin dozuna bağlı olabileceği düşünülmektedir. Tüm muamele gruplarının toplam karbonhidrat değerleri kontrolleri ile kıyaslandığında düşüş meydana gelmiştir. Lif olmayan karbonhidrat (LOK) değerleri MFÇLAB hariç, kontrollerine göre artmış olup ( $P<0.001$ ), nitrojen içermeyen ekstrakt (NFE) değerlerinde ise MFÇLAB grubu dışında diğer muamele gruplarında kontrollerine göre düşmüştür ( $P<0.001$ ). Silajların toplam çözünebilir madde (TÇM) değerlerine bakıldığında yine yalnızca ÇLAB grubunda kontrolüne göre düşüş yaşandığı, diğer muamele gruplarında artış olduğu ve gruplar arasındaki farklılıkların çok önemli olduğu görülmektedir ( $P<0.001$ ). TÇM değerinin en yüksek olduğu grup 26.93 ile Ç grubunda, 15.88 ile en düşük değer ise MF grubunda olduğu belirlenmiştir ( $P<0.001$ ). MFLAB grubunun TÇM değerinde kontrol grubuna göre artış gözlemlenirken, ÇLAB grubunda düşüş olduğu saptanmıştır. Fermentasyon için gerekli olan ham protein içeriğinin yüksek olduğu MF gruplarında enerji kaynakları yeterince bulunmadığı için en düşük TÇM değeri MF grubunda, aksine LP MF098786 suşu ilavesi ile MFLAB grubunda TÇM değerinde kontrol grubuna göre artış gözlemlenmiştir. En fazla TÇM miktarı ise enerji kaynağı olan çavdar grubunda belirlenmiştir. Fermentasyon için gereksinim duydukları yeterli protein miktarı bulunmadığı için fermentasyon sırasında açığa çıkan TÇM

miktarında artış yaşanmış, LP MF098786 suşu ilavesiyle tam tersi TÇM değerinde düşüş yaşanmıştır. Mevcut sonuçta silajlara ilave edilen probiyotik özelliğe sahip LP MF098786 suşunun bir inokulant olarak kullanılma potansiyeli olduğunu göstermektedir. MFÇ ve MFÇLAB gruplarına bakıldığında ise muamelenin TÇM değerinde bir etkisi olmamıştır. Çünkü fermentasyon için gerekli olan enerji ve protein dengeli olarak kullanılmıştır. Zhang ve ark. (2015) yulaf ve fiğ bitki materyallerinden yapmış oldukları çalışmalarında TÇM değerini kontrol grubunda 40.3 inokulant ilave edilen grupta ise 35.9 ( $P>0.01$ ); Chen ve ark (2016) aynı şekilde yulaf ve fiğ bitkilerinden hazırlanmış oldukları laktik asit ilaveli silajların TÇM değeri kontrol ve inokulantlı grup sırasıyla 59.4 ve 64.0 ( $P<0.05$ ) olarak bildirmişlerdir.

**Tablo 4.2. Silajların SHP ve Enerji İçerikleri**

GRUP	MF	Ç	MFÇ	MFLAB	ÇLAB	MFÇLAB	P
SHP	39.10±0.10 <sup>d</sup>	47.82±0.09 <sup>a</sup>	42.63±0.03 <sup>c</sup>	39.08±0.00 <sup>d</sup>	47.78±0.03 <sup>a</sup>	43.78±0.04 <sup>b</sup>	0.0001
TSM	17.33±0.03 <sup>a</sup>	6.59±0.04 <sup>f</sup>	11.16±0.04 <sup>d</sup>	17.16±0.03 <sup>b</sup>	7.13±0.03 <sup>e</sup>	11.48±0.09 <sup>c</sup>	0.0001
SE	73.34±0.04 <sup>a</sup>	60.30±0.05 <sup>e</sup>	65.76±0.05 <sup>c</sup>	73.17±0.04 <sup>a</sup>	60.99±0.04 <sup>d</sup>	66.27±0.11 <sup>b</sup>	0.0001
ME	3.24±0.01 <sup>a</sup>	2.66±0.00 <sup>e</sup>	2.90±0.00 <sup>c</sup>	3.23±0.00 <sup>a</sup>	2.69±0.00 <sup>d</sup>	2.93±0.01 <sup>b</sup>	0.0001
NE <sub>L</sub>	2.65±0.00 <sup>a</sup>	2.18±0.00 <sup>e</sup>	2.38±0.00 <sup>c</sup>	2.65±0.00 <sup>a</sup>	2.21±0.00 <sup>d</sup>	2.40±0.00 <sup>b</sup>	0.0001
NE <sub>M</sub>	1.68±0.00 <sup>a</sup>	1.36±0.00 <sup>f</sup>	1.49±0.00 <sup>d</sup>	1.67±0.00 <sup>b</sup>	1.38±0.00 <sup>e</sup>	1.51±0.01 <sup>c</sup>	0.0001
NE <sub>G</sub>	1.74±0.00 <sup>a</sup>	1.32±0.00 <sup>f</sup>	1.50±0.00 <sup>d</sup>	1.73±0.00 <sup>b</sup>	1.34±0.00 <sup>e</sup>	1.52±0.01 <sup>c</sup>	0.0001

SHP: Sindirilebilir ham protein (%), TSM: Toplam sindirilebilir besin maddeleri (%), SE: Sindirilebilir enerji (Mcal/kg), ME: Metabolik enerji (Mcal/kg), NE<sub>L</sub>: Net enerji-laktasyon (Mcal/kg), NE<sub>M</sub>: Net enerji-yaşama payı (Mcal/kg), NE<sub>G</sub>: Net enerji-verim payı (Mcal/kg), MF: Macar fiğ kontrol, Ç: Çavdar kontrol, MFÇ: %50 macar fiğ + %50 çavdar kontrol, MFLAB: Macar fiğ + LP9, ÇLAB: Çavdar + LP9, MFÇLAB: %50 macar fiğ + %50 çavdar + LP9. \*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Silajlara ait sindirilebilir ham protein (SHP) ve enerji içeriklerine ait sonuçlar Tablo 4.2’de verilmiştir. Silajların SHP içerikleri incelendiğinde MF, Ç, MFÇ, MFLAB, ÇLAB ve MFÇLAB gruplarında sırasıyla 39.10, 47.82, 42.63, 39.08, 47.78 VE 43.78; toplam sindirilebilir madde (TSM) içeriklerine bakıldığında ise sırasıyla 17.33, 6.59, 11.16, 17.16, 7.13 ve 11.48 şeklinde bulunmuştur. SHP ve TSM değerleri incelendiğinde ÇLAB ve MFÇLAB gruplarında kontrolüne göre artış görülmekte olup, gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ( $P<0.001$ ). Silajların enerji içeriklerine bakıldığında, sindirilebilir enerji (SE), metabolik enerji (ME), net enerji-laktasyon (NE<sub>L</sub>), net enerji-yaşama payı (NE<sub>M</sub>) ve net enerji-verim payı (NE<sub>G</sub>) değerlerinin tümü için gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ( $P<0.001$ ). SE, ME, NE<sub>L</sub>, NE<sub>M</sub> ve NE<sub>G</sub> değerlerinde MFLAB dışındaki diğer muamele gruplarında kontrollerine göre artış olduğu belirlenmiştir. Abeidy (2023) yulaf ve macar fiğ silajında *Lactobacillus brevis*

kullanımının etkilerini araştırdığı çalışmasında TSM değerlerini macar fiğ kontrol (MFK), yulaf kontrol (YK), macar fiğ+yulaf kontrol (MFYK), macar fiğ + LAB (MFLAB), yulaf + LAB (YLAB) ve macar fiğ+yulaf+LAB (MFYLAB) gruplarında sırasıyla 17.13, 6.39, 9.66, 13.67, 6.19 ve 9.83; SE değerlerini ise sırasıyla 73.24, 60.23, 64.19, 69.10, 59.88 ve 64.41 şeklinde bulmuş olup, sonuçlar çalışmamızda elde ettiğimiz bulgularla yakınlık göstermektedir (P<0.001). Dakheel (2023), yulaf silajlarında LP ilavesinin etkilerini araştırdığı çalışmasında yulaf kontrol (YK), LAB6, LAB8 ve LAB9 gruplarında SHP değerlerini sırasıyla 5.51, 7.01, 6.91 ve 6.31; SE değerlerini sırasıyla 2.61, 2.69, 2.69 ve 2.65; ME değerlerini sırasıyla 2.14, 2.20, 2.20 ve 2.18 şeklinde bulmuştur. NEM, NEL ve NEG değerlerinin çalışmamızla benzer şekilde muamele gruplarında kontrollerine göre artış göstermiştir (P<0.001).

**Tablo 4.3. Silajların Yem Kalite zellikleri**

GRUP	MF		MF	MFLAB	LAB	MFÇLAB	P
SKM	69.56±0.02 <sup>b</sup>	60.83±0.08 <sup>f</sup>	63.59±0.05 <sup>d</sup>	70.03±0.10 <sup>a</sup>	61.45±0.02 <sup>e</sup>	65.59±0.06 <sup>e</sup>	<.0001
KMT	3.50±0.04 <sup>b</sup>	1.92±0.01 <sup>e</sup>	2.24±0.01 <sup>d</sup>	3.74±0.00 <sup>a</sup>	1.91±0.01 <sup>e</sup>	2.38±0.03 <sup>e</sup>	<.0001
NYD	188.73±2.43 <sup>b</sup>	90.32±0.16 <sup>e</sup>	110.04±0.24 <sup>d</sup>	202.88±0.22 <sup>a</sup>	90.62±0.16 <sup>e</sup>	121.15±1.69 <sup>e</sup>	<.0001
NYK	208.72±2.70 <sup>b</sup>	93.90±0.22 <sup>e</sup>	119.34±0.45 <sup>d</sup>	222.33±0.02 <sup>a</sup>	94.33±0.06 <sup>e</sup>	128.36±1.87 <sup>e</sup>	<.0001

SKM: Sindirilebilir kuru madde (%), KMT: Kuru madde tketimi, NYD: Nispi yem değeri, NYK: Nispi yem kalitesi, MF: Macar fiğ kontrol, : avdar kontrol, MF: %50 macar fiğ + %50 avdar kontrol, MFLAB: Macar fiğ + LP<sup>9</sup>, LAB: avdar + LP<sup>9</sup>, MFÇLAB: %50 macar fiğ + %50 avdar + LP<sup>9</sup>. \*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Silajların yem kalite özelliklerine ait sonuçlar Tablo 4.3’de verilmiştir. Muamele gruplarının kontrol gruplarına göre SKM, NYD ve NYK değerlerinde artış olduğu ve bu artışın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.001). Silajların kuru madde tüketimi (KMT) ise LAB grubunda kontrolüne göre azalırken, diğer muamele gruplarında arttığı görülmektedir (P<0.001). Silajların nispi yem değerleri MF, , MF, MFLAB, LAB ve MFÇLAB gruplarında sırasıyla 188.73, 90.32, 110.04, 202.88, 90.62 ve 121.15 şeklinde belirlenmiş olup gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur (P<0.001). Bu sonuçlara göre MF ve MFLAB prime kalitede; , LAB, MF ve MFÇLAB ise 3. kalitede bir kaba yem sınıfında olduklarını göstermektedir. Yem bezelyesi ve arpa silajlarına *Pediococcus acidilactici* (PA) laktik asit bakterisi muamele edilerek benzer şekilde yapılmış olan çalışmada SKM değerleri yem bezelyesi, arpa, yem bezelyesi+arpa, yem bezelyesi+PA, arpa+PA, yem bezelyesi+arpa+PA grupları sırasıyla 72.87, 68.11, 70.49, 73.18, 67.67, 70.57 olarak bildirilmiştir (P<0.001). KMT ve NYD değerlerini sırasıyla 5.00, 2.60, 3.12, 5.44, 2.52, 3.22 ve 281.93, 137.20, 170.33, 308.73, 131.77, 176.02 şeklinde bulmuşlardır (P<0.001). NYK değerini ise sırasıyla 299.56,

130.30, 169.60, 327.09, 125.32, 172.94 olduğunu bildirmişlerdir (P<0.001). Yapmış oldukları çalışma sonuçları ile çalışmamız benzerlik göstermiş olup gruplar arasındaki farklılıklar oldukça önemli bulunmuştur (Abdulkarim, 2022).

**Tablo 4.4. Silajlara Ait Fiziksel Analiz Sonuçları**

GRUP	MF	Ç	MFC	MFLAB	ÇLAB	MFÇLAB	P
ASKM	20.43±0.00 <sup>c</sup>	28.92±1.37 <sup>ab</sup>	30.93±0.00 <sup>a</sup>	20.00±2.14 <sup>c</sup>	26.02±0.61 <sup>b</sup>	27.39±0.42 <sup>b</sup>	<.0001
pH <sub>1</sub>	6.34±0.06 <sup>a</sup>	5.38±0.01 <sup>c</sup>	5.45±0.04 <sup>c</sup>	6.15±0.01 <sup>b</sup>	5.09±0.01 <sup>d</sup>	5.09±0.4 <sup>d</sup>	<.0001
Sıcaklık	23.38±0.09	23.20±0.11	23.33±0.16	23.10±0.09	22.90±0.19	23.13±0.13	0.1982
L*	31.85±1.32 <sup>b</sup>	50.26±2.60 <sup>a</sup>	33.75±1.36 <sup>b</sup>	28.30±1.58 <sup>b</sup>	46.07±3.55 <sup>a</sup>	33.45±0.94 <sup>b</sup>	0.0001
a*	2.48±0.13 <sup>c</sup>	4.39±0.23 <sup>a</sup>	3.09±0.21 <sup>bc</sup>	1.64±0.25 <sup>d</sup>	3.34±0.42 <sup>b</sup>	2.71±0.12 <sup>bc</sup>	0.0001
b*	10.85±0.14 <sup>b</sup>	19.36±1.05 <sup>a</sup>	12.58±0.84 <sup>b</sup>	10.36±0.65 <sup>b</sup>	17.69±1.63 <sup>a</sup>	12.24±0.61 <sup>b</sup>	0.0001
C*	11.14±0.13 <sup>b</sup>	19.86±1.03 <sup>a</sup>	12.96±0.86 <sup>b</sup>	10.50±0.62 <sup>b</sup>	18.01±1.67 <sup>a</sup>	12.54±0.61 <sup>b</sup>	0.0001
h°	77.14±0.73 <sup>bc</sup>	77.13±0.92 <sup>bc</sup>	76.11±0.90 <sup>c</sup>	80.83±1.80 <sup>a</sup>	79.38±0.49 <sup>ab</sup>	77.47±0.40 <sup>bc</sup>	0.0328

ASKM: Açım sonrası kuru madde (%), L: Parlaklık, a: Kırmızı ve yeşilliği, b: Sarı ve maviliği, C: Chroma, h°: Hue angle, MF: Macar fiğ kontrol, Ç: Çavdar kontrol, MFC: %50 macar fiğ + %50 çavdar kontrol, MFLAB: Macar fiğ + LP<sup>9</sup>, ÇLAB: Çavdar + LP<sup>9</sup>, MFÇLAB: %50 macar fiğ + %50 çavdar + LP<sup>9</sup>.

\*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Çalışmanın 90. gününde açılan silajlara ait fiziksel analiz sonuçları Tablo 4.4'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre silajların açım sonrası kuru madde (ASKM) değerleri MF, Ç, MFC, MFLAB, ÇLAB ve MFÇLAB gruplarında sırasıyla 20.43, 28.92, 30.93, 20.00, 26.02 ve 27.39 olarak belirlenmiştir. Kontrol gruplarıyla karşılaştırıldığında genel olarak ASKM değerleri düşmüş ve gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur (P<0.001). Silajların açım sonrası pH<sub>1</sub> değerlerine bakıldığında, tüm muamele gruplarında kontrollerine göre pH değerlerinde düşüş yaşanmıştır. Gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur. LP ilavesi, macar fiği-çavdar silajlarında pH<sub>1</sub> değerlerinin düşmesinde etkili olmuştur. Çalışmada elde edilen pH<sub>1</sub> değerleri MF, Ç, MFC, MFLAB, ÇLAB ve MFÇLAB gruplarında sırasıyla 6.34, 5.38, 5.45, 6.15, 5.09 ve 5.09 olarak belirlenmiştir (P<0.001). Kaliteli bir silajın pH değerinin 3.70-4.20 arasında olması gerekmektedir (Kung and Shaver 2001). Muamelelerin etkisi ile silaj pH<sub>1</sub> değerinde düşüş meydana gelse de kaliteli bir silaj için gerekli pH aralığında bir pH değeri gerçekleşmemiştir. Uğurlu ve ark. (2022)'nin çavdar hasıllarına inokulant ilavesinin fermantasyon, aerobik stabilite ve silajın yem değeri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında kontrol, LAB (Biosil; *Lactobacillus plantarum* DSM 8862 ve *Lactobacillus plantarum* DSM 8866), LAB + E I (Silapris Pro; *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, *Pediococcus pentosaceus*, *Propionibacteria acidipropionici*, ksilanaz ve β-glukanaz) ve LAB + E II (Sil-All; *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus*



*acidilactici*, *Pediococcus pentosaceus*, *Propionibacteria acidipropionici*, ksilanaz,  $\beta$ -glukanaz, amilaz ve selülaz) gruplarında pH değerleri sırasıyla 4.11, 4.05, 4.05 ve 3.93 şeklinde bulunmuşlardır. Gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Marković ve ark. (2018)'nin adi fiğ ve yulaf yem bitkilerinin yalnız olarak ve farklı oranlarda karışımlarından elde edilen silajlara LAB ilavesinin etkilerini araştırdıkları çalışmalarında inokulant ilaveli grupların pH ortalamasının (4.36), inokulant ilavesiz gruplara (4.54) göre daha düşük olduğunu ve gruplar arasındaki farklılıkların önemli olduğunu bildirmişlerdir ( $P<0.05$ ). Zhang ve ark. (2015)'nin fiğ ve yulaf yem bitkilerinin karışımlarından elde edilen silajlara LP, propiyonik asit ilave ettikleri çalışmalarında pH değerlerinin kontrol ve LAB gruplarda sırasıyla 3.98, 3.83 şeklinde bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Çalışma elde edilen pH değerlerine bakıldığında, pH'nın LP ilavesi ile kontrol gruplarına göre düştüğü görülmektedir. Fakat elde edilen pH derecelerinin silaj kalitesi ve mikroorganizma oluşumu açısından olumsuz etkilere sahip *Enterobacteriales* ve *Clostridial* sporların gelişim gösterdiği pH düzeyi olan 6-7 civarlarına yakın olmasının risk teşkil ettiği düşünülmektedir. Nitekim söz konusu etmenler pH'nın 5 ve altında olduğu durumlarda gelişim göstermediği bildirilmektedir (Filya, 2001). Açım sonrası tüm muamele gruplarında kontrollerine göre sıcaklık derecesinde azalma meydana gelmiş, gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ). Silajların renk değerlerine bakıldığında ise, ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$   $c^*$  ve  $h^\circ$ ) gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli olduğu görülmektedir ( $P<0.001$ ).  $L^*$  aydınlığı temsil etmekte olup, özellikle macar fiğ gibi ham protein içeriği yüksek materyallerle yapılan silajlarda açık yeşilden koyu yeşil renge doğru bir geçiş söz konusudur. Nitekim çavdar kontrol ve muamele grupları silajlarında koyuluk giderek açılmaktadır. LP MF098786 suşunun ilavesiyle silajlarda yeşil renge doğru yaklaşmaktadır. Abdulkarım (2022)'in yem bezelyesi ve arpa silajlarına inokulant ilave ederek yapmış olduğu çalışmada yem bezelyesi, arpa, yem bezelyesi+arpa, yem bezelyesi+PA, arpa+PA, yem bezelyesi+arpa+PA gruplarının sırasıyla fiziksel analiz sonuçlarını  $L$ : 30.29, 44.87, 37.31, 28.20, 41.54, 39.99,  $a$ : 2.12, 4.01, 3.28, 1.87, 4.33, 3.55 ve  $b$  değerini 11.50, 17.59, 14.69, 10.30, 15.90, 15.50 olarak bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri Abdulkarım (2022) ile benzerlik göstermiş olup gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ).

**Tablo 4.5. Silajların Açım Zamanındaki Mikroorganizma Sayım Sonuçları**

GRUP	MF	Ç	MFC	MFLAB	ÇLAB	MFÇLAB	P
LAB, $\log_{10}$ kob/g	3.00+0.00 <sup>c</sup>	1.00+0.00 <sup>e</sup>	9.00+0.00 <sup>a</sup>	5.00+0.00 <sup>b</sup>	1.00+0.00 <sup>e</sup>	2.00+0.00 <sup>d</sup>	0.0001
Maya, $\log_{10}$ kob/g	1.00+0.00	-	5.50+0.50	2.00+0.00	YDKA	1.00+0.00	0.1912

GRUP	MF	Ç	MFC	MFLAB	ÇLAB	MFÇLAB	P
Küf, log <sub>10</sub> kob/g	-	-	-	-	-	-	-

MF: Macar fiğ kontrol, Ç: Çavdar kontrol, MFC: %50 macar fiğ + %50 çavdar kontrol, MFLAB: Macar fiğ + LP<sup>9</sup>, ÇLAB: Çavdar + LP<sup>9</sup>, MFÇLAB: %50 macar fiğ + %50 çavdar + LP<sup>9</sup>, log<sub>10</sub> kob/g: koloni form ünite. \*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Araştırmanın 90. gününde açılan silajlara ait mikroorganizma sayım sonuçları Tablo 4.5'te verilmiştir. Silajların LAB yoğunluğuna bakıldığında, MF, Ç, MFC, MFLAB, ÇLAB, MFÇLAB lactobacilli içerikleri sırasıyla 3.00, 1.00, 9.00, 5.00, 1.00 ve 2.00 olarak saptanmıştır. (P<0.001). Muamele gruplarında beklenen artışın olmadığı belirlenmiş olup, gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.001). Silajların açım sonrası maya ve küf değerlerine bakıldığında, silaj gruplarının maya içerikleri aynı şekilde sırasıyla 1.00, 0.00, 5.50, 2.00, 0.00, 1.00 olarak belirlenmiştir (P>0.05). MFLAB grubunda MF grubuna göre artış olduğu, MFÇLAB grubunda MFC grubuna göre maya yoğunluğunda önemli düşüş olduğu saptanmıştır. Mikroorganizma sayım sonuçlarının küf oranlarına bakıldığında bütün gruplarda yok denecek kadar az olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda maya ve küf oluşumunun büyük ölçüde engellendiği görülmektedir. Özellikle MFÇLAB grubunda, MFC grubuna göre maya oluşumu büyük ölçüde azalmıştır, fakat gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Chen ve ark. (2016) çalışmalarında lactobacilli içeriğini kontrol grubunda 6.72, *L. plantarum* laktik asit bakterisi ilave edilen grupta 7.29 maya yoğunluğunu ise sırasıyla 1.84, 1.00 olarak bildirmişlerdir (P<0.001).

**Tablo 4.6. Silajların Aerobik Stabilite Sonrası pH<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> ve Mikroorganizma Sayım Sonuçları**

GRUP	MF	Ç	MFC	MFLAB	ÇLAB	MFÇLAB	P
pH <sub>2</sub>	6.56+0.0 <sup>a</sup>	5.70+0.25 <sup>bc</sup>	5.39+0.21 <sup>c</sup>	6.10+0.01 <sup>ab</sup>	5.45+0.24 <sup>c</sup>	5.21+0.05 <sup>c</sup>	0.0065
CO <sub>2</sub>	5.15+0.00	6.23+1.70	3.33+0.19	3.59+0.57	6.23+0.06	4.09+0.82	0.2151
ASS Maya log <sub>10</sub> kob/g	5.50+0.50 <sup>b</sup>	28.0+2.00 <sup>a</sup>	YDKA	YDKA	1.00+0.00 <sup>b</sup>	YDKA	0.0119
Küf, log <sub>10</sub> kob/g	YDKA	YDKA	YDKA	YDKA	YDKA	YDKA	-

CO<sub>2</sub>: Karbondioksit miktarı, ASS: Aerobik Stabilite Sonrası, MF: Macar fiğ kontrol, Ç: Çavdar kontrol, MFC: %50 macar fiğ + %50 çavdar kontrol, MFLAB: Macar fiğ + LP<sup>9</sup>, ÇLAB: Çavdar + LP<sup>9</sup>, MFÇLAB: %50 macar fiğ + %50 çavdar + LP<sup>9</sup>, log<sub>10</sub> kob/g: koloni form ünite. YDKA: yok denecek kadar az. \*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Silaj gruplarına ait aerobik stabilite testi sonrası pH<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> ve aerobik stabilite sonrası mikroorganizma sayım sonuçları Tablo 4.6'da verilmiştir. Silajların pH<sub>2</sub> değerleri MF, Ç, MFC, MFLAB, ÇLAB ve MFÇLAB gruplarında sırasıyla 6.56, 5.70, 5.39, 6.10, 5.45 ve 5.21 olarak belirlenmiş; gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (P<0.01). CO<sub>2</sub> değerleri ise sırasıyla 5.15, 6.23, 3.33, 3.59, 6.23 ve 4.09 olarak belirlenmiş

olup, gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ). Silajların 5 günlük aerobik stabilite sonrasındaki maya (ASS Maya) sayım sonuçları sırasıyla 5.50, 28.0, YDKA, YDKA, 1.0 ve YDKA olarak belirlenmiş, en yüksek maya içeriğinin kontrol Ç grubunda olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda, LAB ilavesinin genel olarak maya içeriğinin önemli oranda azalttığı görülmektedir. Maya sonuçları bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur. Aerobik stabilite sonrası gruplarda küf miktarının genel olarak yok denecek kadar az olduğu belirlenmiş, gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ( $P<0.05$ ).





## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde, LP MF098786 homofermantatif laktik asit bakteri suşunun kullanımının macar fiği ve çavdar yem bitkilerinden yalın olarak veya karışım halinde hazırlanan silajlarda lactobasilli yoğunluğunu beklenen düzeyde artırmadığı fakat maya ve küf oluşumunu genel olarak büyük ölçüde engellediği tespit edilmiştir. Silajlara ait kimyasal analiz sonuçları incelendiğinde LP ilavesinin genel olarak macar fiği+çavdar karışım silajlarının besin madde içeriklerini arttırdığı belirlenmiştir. Silajların besin maddeleri içeriğinde bazı gruplarda düşüşler belirlenmiş olup bu durumun silaj içerisindeki bakteri popülasyonu ile ilave edilen bakterinin etkinliğinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Yem bitkilerinin karışım oranları ve silolama süreleri de silajların besin madde içeriğini etkileyen önemli bir faktördür. Ayrıca katkı maddesinin  $1 \times 10^9$  kob/g oranında kullanılmış olması, farklı dozların da denenmesi gerektiğini düşündürmektedir. Bu nedenle LP MF098786 suşunun farklı baklagil ve buğdaygil yem bitkilerinin yalın ve karışım silajlarına ilave edilerek, söz konusu bakterinin farklı dozlarıyla birlikte etkilerinin araştırılmasına ihtiyaç olduğunu söylemek mümkündür.

Mevcut çalışmamızda elde edilen bulgular ve incelenen literatür verileri sonucunda önemli olduğunu düşündüğümüz bazı öneriler aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

1) İnokülant olarak kullanılan LP MF098786 homofermantatif laktik asit bakteri suşunun, silajlarda lactobacilli yoğunluğu üzerine beklenen etkiyi göstermemiş olsa da genel olarak maya ve küf oluşumunu baskıladığı görülmektedir. Bu nedenle lactobacilli içeriğinin artmamasındaki sebeplerin araştırılması faydalı olacaktır.

2) Çalışmada LP laktik asit bakteri suşu  $1 \times 10^9$  kob/g oranında kullanılmıştır. Bu bakterinin farklı dozlarda kullanılarak farklı bitkilerin yalın veya karışımlarında etkilerinin araştırılmasıyla literatüre katkı sağlayacağı ön görülmektedir.

3) LP homofermantatif laktik asit bakterisi suşunun macar fiği ve çavdar karışım silajlarında etkilerinin araştırıldığı çalışmamızda elde edilen bulgular, söz konusu bakterinin farklı bitki veya bitki karışımlarından elde edilen silajlar üzerindeki etkileri konusunda merak uyandırmıştır. Farklı bitkilerin, farklı olgunlaşma dönemlerinde, yalın veya karışımlarından hazırlanan silajlara LP suşunun farklı dozlarda veya çeşitli laktik asit bakterileri ile ilave edilmesinin etkilerine dair araştırmaların yapılması gerektiği düşünülmektedir.



## 6. KAYNAKLAR

- Abdulkarım, A. T. (2022), Yem bezelyesi ve arpa karışım silajlarında *Pediococcus acidilactici* kullanımının silaj kalitesi üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırşehir, 76690.
- Abeidy, Z. (2023), Macar fiğ, yulaf ve karışım silajlarına *Lactobacillus brevis* inokülasyonunun silaj kalitesi ve aerobik stabilite üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırşehir, 76690.
- Altınçekiç, E. (2022). Farklı kuru madde ve laktik asit bakteri inokulantlarının mısır silajının fermentasyon ve aerobik stabilite özellikleri ile yem değeri üzerine etkisi. Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- AMSA (American Meat Science Association) (2012). Meat Color Measurement Guidelines. Erişim Adresi: <https://meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/hot-topics/download-the-ebook-format-pdf-of-the-meat-color-measurement-guidelines.pdf?sfvrsn=a218b8b3> , Erişim Tarihi: 24.06.2023
- AOAC. (1998). Official methods of analysis. 16th Edition, 4th Revision, Washington, D. C.
- AOCS. (2005). Official Procedure. Approved procedure Am 5-04, rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction. Urbana, IL: American Oil Chemists' Society.
- 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.
- Can, L. (2010). Tritikale-Macar fiği hasılına enzim ve laktik asit bakterileri inokulant ilavesinin silaj kalitesi üzerine etkileri. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- 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., Guo, G., Yuan, X., Zhang, J., Li, J., & Shao, T. (2016). Effects of applying molasses, lactic acid bacteria and propionic acid on fermentation quality, aerobic stability and in vitro gas production of total mixed ration silage prepared with oat–common vetch intercrop on the Tibetan Plateau. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(5), 1678-1685.

- 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.
- Çon, A. H., & Gökalp, H. Y. (2000). Laktik asit bakterilerinin antimikrobiyal metabolitleri ve etkileri.
- Dakheel, J., M. (2023) Yulaf silajında *Lactobacillus plantarum* kullanımının silaj kalitesi üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırşehir, 76690.
- Demirci, U. (2009). Homofermantatif ve homofermantatif-heterofermantatif laktik asit bakterileri ilavesi ile hazırlanan tritikale-macar fiği karışımı silajların konya merinosu dişi toklularda rumen parametreleri ve canlı ağırlık değişimi üzerine etkileri (Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Erbil, N. İ. (2012). Homofermantatif ve/veya heterofermantatif laktik asit bakterileri inokulantların Macar fiği-buğday karışımı silajların fermantasyon ve aerobik stabilite özellikleri üzerine etkileri. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- 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.
- Garcez Neto, AF, Silva, JD, Santos, TMD, Fernandes, SR ve Nascimento, EM (2018). Farklı katkı maddeleri ile silolanan beyaz yulafın kimyasal, fiziksel ve biyolojik değişimleri. *Revista Brasileira de Saude e Produção Animal* , 19 , 1-10.
- 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
- Gorade, H. (2023). Silage additives market research report information: by Additive (Inoculants, Acid Additive, Absorbents, Nutrients, and others), by crop type (Corn, Alfafa, Clovers, and others), by application (Cereals, Pulses, and others), and Region Forecast till 2030. Erişim Adresi: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/silage-additives-market-4494> Erişim Tarihi: 19.07.2023.



- Ilavenil, S., Srigopalram, S., Park, H., Kim, W., Lee, K., & Choi, K. (2015). Beneficial effects of lactic acid bacteria inoculation on oat based silage in South Korea. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*, 35(3), 207-211.
- Juráček, M., Kalúzová, M., Bíro, D., Gálik, B., Šimko, M., Rolinec, M., Hanušovský, O., Mixtajová, E., Drotárová, S. (2022). fermentation quality of rye silage after microbial additive supplementation. *Journal of Hygienic Engineering & Design*, 41.
- Kara, K., Kara, K., Erol, T., Şen, G., & Karsli, M. A. (2021). Evaluating the effects of different silage additives on silage quality and in vitro digestion values of the silages of leguminous and gramineous forage plants grown without fertilizer and irrigation in central Anatolian arid conditions. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 45(6), 989-998.
- Karadeniz, E. (2019). Türkiyede silajlık mısır durumu ve hayvan beslemede önemi. *ISPEC Tarım Bilimleri Dergisi*, 3 (1), 170-175.
- 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).
- Kızılışımşek, M., Adem, E., Dönmez, R., & Katrancı, B. (2016). Silaj mikro florasının birbirleri ile ilişkileri, silaj fermentasyonu ve kalitesi üzerine etkileri. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 19(2), 136-140.
- Kiraz, A. B., & Kutlu, H. R. (2016). Bakteriyel inokulant kullanımının silajlarda fermentasyon özellikleri üzerine etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20(3), 230-238.
- Kung, L., & Shaver, R. (2001). Interpretation and use of silage fermentation analysis reports. *Focus on forage*, 3(13), 1-5. <https://fyi.extension.wisc.edu/forage/files/2014/01/Fermentation.pdf>
- Lee, S., Paradhita, D. H., Joo, Y., Lee, H., Kwak, Y., Han, O., & Kim, S. (2018). Effects of selected inoculants on chemical compositions and fermentation indices of rye silage harvested at dough stage. *Journal of the Korean Society of Grassland and Forage Science*, 38(2), 99-105.
- 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. (2022). Türkiye'de son beş yılda yapılan bazı silaj çalışmaları. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 4(2), 30-39.
- 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.
- 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.
- Şen, G., Erol, T., Kara, K., Demirci, M., & Karsli, M. A. (2022). The effect of microbial inoculants and molasses on quality and in vitro digestibility of silages prepared with different proportions of ryegrass and Hungarian vetch. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 46(4), 629-637.
- Turan, N. (2019). Macar fiği ile arpa yaş otunun farklı oranlarda karıştırılarak elde edilen silajın kimyasal kompozisyonu ve kalite parametrelerinin belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 787-793.
- TÜYEKAD (Yem Katkıları Üreticileri İthalatçıları ve Dağıtıcıları Derneği) (2023). Yem Katkı İthalat Verileri. Erişim adresi: <https://tuyekad.org.tr/bilgi-ve-istatistikler/yem-katki-ithalat-verileri/>, Erişim Tarihi: 18.07.2023.
- Uğurlu, S., Okuyucu, B., & Özdüven, M. L. (2022). Bakteriyel inokulantların çavdar (secale cereale l.) hasılı silajlarında fermantasyon, aerobik stabilite ve yem değeri üzerine etkileri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(3), 426-433.
- 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.
- Yılmaz, A. (2015). Fiziksel zarar görmüş mısırlara laktik asit bakteri ilavesinin mısır silaj fermantasyonu üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Zhang, J., Guo, G., Chen, L., Li, J., Yuan, X., Yu, C., Shimojo, M., & Shao, T. (2015). Effect of applying lactic acid bacteria and propionic acid on fermentation quality and aerobic stability of oats-common vetch mixed silage on the Tibetan plateau. *Animal Science Journal*, 86(6), 595-602.

## ÖZGEÇMİŞ

<b>Kişisel Bilgiler</b>	
<b>Adı Soyadı:</b>	Mohammed Khalaf Hasan AL-ZUBAIDI
<b>Uyruğu:</b>	IRAK
<b>Orcid Numarası:</b>	0000-0002-1889-9478

<b>Eğitim Bilgileri</b>	
<b>Lisans</b>	
<b>Üniversite</b>	Tikrit University (Tikrit Üniversitesi)
<b>Fakülte</b>	Tikrit Ziraat Fakültesi
<b>Bölümü</b>	Hayvansal Üretim Anabilim Dalı
<b>Mezuniyet Yılı</b>	2006
<b>Yüksek Lisans</b>	
<b>Üniversite</b>	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
<b>Enstitü Adı</b>	Fen Bilimleri Enstitüsü
<b>Anabilim Dalı</b>	Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı
<b>Programı</b>	Hayvansal Biyoteknoloji
<b>Mezuniyet Tarihi</b>	2023

<b>Tezden Üretilen Makaleler ve Bildiriler</b>
Durmuş, B., Abdullah, S.A., Al-Zubaidi, M.K.H., (2022). Zeytinyağı Endüstri Atıklarının Hayvan Beslemede Kullanımı, 12. Ulusal Tarım Öğrenci Kongresi, Kırşehir- Türkiye (20-22 Mayıs 2022)