



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

**YEM BEZELYESİ VE ARPA KARIŞIM
SİLAJLARINDA *Pediococcus acidilactici*
KULLANIMININ SİLAJ KALİTESİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

ALRABAB TARIQ ABDULKARIM ALSHAALAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR / 2022



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

**YEM BEZELYESİ VE ARPA KARIŞIM
SİLAJLARINDA *Pediococcus acidilactici*
KULLANIMININ SİLAJ KALİTESİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

ALRABAB TARIQ ABDULKARIM ALSHAALAN

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.

ALRABAB TARIQ ABDULKARIM ALSHAALAN



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 aboneliği 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.

Aralık 2022

ALRABAB TARIQ ABDULKARIM
ALSHAALAN

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	3
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	7
3.1. Materyal.....	7
3.1.1. Silaj Materyali.....	7
3.1.2. Silajların Hazırlanması.....	7
3.1.3. Silajlarda Kullanılan Katkı Maddeleri ve Kullanım Şekilleri	7
3.2. Yöntem	8
3.2.1. Kimyasal Analizler	9
3.2.2. Hesaplama ile Belirlenen Parametreler	15
3.2.3. Metabolize Edilebilir Enerji ve Protein Değeri Hesaplamaları.....	15
3.2.4. Nispi Yem Değeri ve Nispi Yem Kalitesi Hesaplamaları	16
3.2.5. Fiziksel Analizler	16
3.2.6. Mikrobiyolojik Analizler	17
3.2.7. İstatistiksel Analizler.....	17
4. BULGULAR.....	18
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	23
5.1. Tartışma	23
5.2. Sonuç	26
KAYNAKÇA.....	28
ÖZGEÇMİŞ	32

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 4.1. Açım Sonrası Silajlara Ait Kimyasal Analiz Sonuçları.....	19
Tablo 4.2. Silajların SHP ve Enerji İçerikleri	20
Tablo 4.3. Silajların Yem Kalite Özellikleri.....	20
Tablo 4.4. Silajlara Ait Fiziksel Analiz Sonuçları	21
Tablo 4.5. Silajların Açım Zamanındaki Mikroorganizma Sayım Sonuçları	21
Tablo 4.6. Silajların Aerobik Stabilite Sonrası pH ₂ , CO ₂ ve Mikroorganizma Sayım Sonuçları.....	22



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 Yaşama Payı
NE _L	: Net Enerji Laktasyon
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

YEM BEZELTESİ VE ARPA KARIŞIM SİLAJLARINDA *Pediococcus acidilactici* KULLANIMININ SİLAJ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

ALRABAB TARIQ ABDULKARIM ALSHAALAN

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Gül FİLİK

Bu tez çalışması, yem bezelyesi, arpa ve karışımlarından elde edilen silajlara *Pediococcus acidilactici* (PA) inokülasyonunun silaj fermantasyonu, aerobik stabilite ve mikroorganizma gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Mevcut silaj materyalleri karışım veya yalın halde silolanmıştır. Araştırma grupları yem bezelyesi kontrol (YB), arpa kontrol (A), yem bezelyesi + arpa kontrol (YBA), yem bezelyesi + PA (YBLAB), arpa + PA (ALAB), yem bezelyesi + arpa + PA (YBALAB) şeklinde oluşturulmuştur. *Pediococcus acidilactici* laktik asit bakterisi silajlara 1×10^9 kob/g oranında ilave edilmiştir. Araştırma grupları 6 grup, 5 tekerrür olmak üzere toplamda 30 adet silaj ile oluşturulmuştur. Hazırlanan silajlar laboratuvar ortamında 23 ± 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 yem bezelyesi ve arpa silajlarında PA kullanımının arzu edilmeyen mikroorganizma gelişimini nispeten engellediği, pH₁ ve pH₂ derecelerinin kontrol gruplarına göre azalmasında etkili olduğu belirlenmiştir. Genel olarak silaj kalitesini iyileştirdiğini söylemek mümkündür.

Aralık 2022, 32 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Silaj Fermantasyonu, aerobik stabilite, *Pediococcus acidilactici*, yem bezelyesi, arpa.

ABSTRACT

MASTER OF SCIENCE THESIS

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

ALRABAB TARIQ ABDULKARIM ALSHAALAN

Kırşehir Ahi Evran University

Graduate School of Sciences and Engineering

Agricultural Biotechnology Department

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Ayşe Gül FİLİK

This thesis was carried out to determine the effects of *Pediococcus acidilactici* (PA) inoculation on silage obtained from fodder pea, barley and their mixtures on silage fermentation, aerobic stability, and microorganism growth. Existing silage materials were ensiled in mixed or plain form. Research groups were formed as feed pea control (YB), barley control (A), feed pea + barley control (YBA), feed pea + PA (YBLAB), barley + PA (ALAB), feed pea + barley + PA (YBALAB). *Pediococcus acidilactici* lactic acid bacteria were added to the silages at a rate of 1×10^9 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 ± 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 at the end of the research, it was determined that the use of PA in fodder pea and barley silages relatively inhibited the growth of undesirable microorganisms effective in reducing the pH₁ and pH₂ levels compared to the control groups. It is possible to say that it improves silage quality in general.

December 2022, 32 Pages

Keywords: Silage fermentation, aerobic stability, *Pediococcus acidilactici*, forage pea, barley.

1. GİRİŞ

Hayvancılık sektörünün ilerlemesini engelleyen en temel faktörler arasında yem sorunu yer almaktadır. Yem maliyetleri işletme giderlerinde büyük bir paya sahip olmakla birlikte, hayvanların yem ihtiyacının doğru bir şekilde karşılanamaması verim ve kalite düşüklüğüne sebep olabilmektedir. Buna bağlı olarak sağlık giderleri de gün yüzüne çıkabilmektedir. Doğru ve ekonomik besleme faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi verim ve kalitenin yanı sıra işletme ekonomisine de fayda sağlamaktadır. Yem masraflarının azaltılması, daha ekonomik bir besleme ile daha verimli ve kaliteli bir yetiştiriciliğin yapılması hayvancılık endüstrisinin gelişimine doğrudan katkı sağlayacaktır. Öte yandan bu durum hayvansal ürünlerin fiyatlarına da olumlu yönde yansımaya sebep olacaktır. Üretimin doğru ve ekonomik bir şekilde gerçekleştirilmediği durumlarda tüketicilerin söz konusu ürünlere rahatça ulaşamaması da kaçınılmaz olacaktır. Bu bağlamda üretimin daha ekonomik ve kaliteli bir şekilde yapılabilmesi adına çeşitli besleme alternatifleri kullanılmakta ve silaj, bu alternatifler içerisinde sıklıkla kullanılan bir besleme yöntemi olarak popülerliğini korumaktadır (Arslan ve Erdurmuş, 2012).

Silaj, hayvancılık sektöründeki yem sorunlarının çözülmesinde önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Taze yeşil yem bitkilerinin oksijensiz ortamda fermantasyona maruz bırakılması ile elde edilen silaj; başta kış ayları olmak üzere taze yeşil yemlerin istenilen düzeyde bulunamadığı, otlama uygulamalarının gerçekleştirilemediği dönemlerde ve birçok gelişmiş hayvancılık işletmelerinde yıl boyu beslemede kullanılan, ruminantlar açısından önemli bir besin kaynağıdır. Silaj materyalinin uzun süre bozulmadan saklanabilmesi, besin madde kaybının çok düşük seviyelerde olması, hayvanlar tarafından iştahla tüketilmesi ve mekanizasyon tekniklerine uygun olması silajın en büyük avantajları arasında yer almakla beraber silaj kullanımının artmasında da etkili olmaktadır (Arslan ve Erdurmuş, 2012; Aykan ve Saruhan, 2018).

Silajların kolay bir şekilde hazırlanabilir olması ve silaj materyali çeşitliliğinin yüksek olması hayvan beslemede kullanımını yaygınlaştırmaktadır. Başta mısır olmak üzere; arpa, yonca, fiğ, bazı baklagil ve buğdaygil yem bitkileri, meyve posaları ve tarımsal üretim

atıkları gibi birçok materyal silaj yapımında kullanılabilir (Şahin ve Zaman, 2016). Bununla birlikte hazırlanan silaj materyalinin yem değerinin artırılması, fermantasyonunun iyileştirilmesi veya toksik etkiye sahip olan ancak silaj yapımında kullanılmak istenen bitkilerin söz konusu etkilerinin ortadan kaldırılması vb. amaçlarla silaj katkı maddeleri de kullanılmaktadır. Katkı maddelerinin gruplandırılmasında yapıları, kullanım amaçları ve etki mekanizmaları göz önüne alınmakta olup, silaj mikroflorasındaki laktik asit etkinliğini desteklemede etkili olan katkı maddeleri içerisinde yer alan bakteriyel inokulantlar son yıllarda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Başkavak, 2008).

Bakteriyel inokulantlar çoğunlukla *Lactobacillus*, *Pediococcus* ve *Enterococcus* cinsi bakterileri içermekte olup, laktik asit fermantasyonunun verimli bir şekilde gerçekleşmesini sağlayacak konsantrasyonlarda laktik asit bakteri veya laktik asit bakteri kombinasyonlarını içerisinde bulunduran katkı maddeleri olarak tanımlanmaktadır (Kiraz ve Kutlu, 2016). Silaj fermantasyonunun geliştirilmesi ve arzu edilmeyen mikroorganizma gelişiminin engellenmesinin yanında, aerobik stabilite üzerindeki etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla da çalışmalarda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Ticari laktik asit bakteri inokulantlarının içerisinde çoğunlukla *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilatici* ve *Enterococcus faecium* gibi homofermantatif özelliğe sahip laktik asit bakterileri yer almaktadır. Bunun sebepleri arasında, homofermantatif laktik asit bakterilerinin, ortamda bulunan şekeri büyük oranda laktik aside fermente etmesi ve buna bağlı olarak silaj fermantasyonunun iyileştirilmesinde etkili olması yer almaktadır (Erbil, 2012).

Homofermantatif laktik asit bakterilerinden biri olan ve ticari bakteriyel inokulantlarda *L. plantarum* dışında sıklıkla kullanılan *P. acidilatici*'nin, tek başına ve farklı dozlarda kullanımının silaj fermantasyonu, mikroorganizma oluşumu ve aerobik stabilite üzerine etkilerinin belirlenmesi noktasında bazı çalışmalar gerçekleştirilmiş olup, bu konudaki araştırmalar devam etmektedir. Bu bağlamda homofermantatif laktik asit bakterisi olan *P. acidilatici* ilavesinin yem bezelyesi ve arpa karışım silajında, silaj fermantasyonu, mikroorganizma gelişimi, aerobik stabilite ve CO₂ üretimi üzerine etkilerinin araştırılması hedeflenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilecek olan bulguların, önümüzdeki süreçte yem bezelyesi ve arpa karışım silajları ve *P. acidilatici* laktik asit bakterisi ile ilgili gerçekleştirilecek olan araştırmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Hayvancılık sektörünün temel taşı olan besleme faaliyetleri mutlaka doğru ve ekonomik bir şekilde gerçekleştirilmelidir. Özellikle ruminant hayvanların beslemesinde kaba yemler vazgeçilmez bir besin madde kaynağı olarak kullanılmaktadır. Ruminant hayvanların yaşamlarını devam ettirebilmeleri açısından oldukça önemlidir. Dünyada ve ülkemizde genel olarak iklim ve çevre koşullarının elverişli olmaması nedeniyle yılın her döneminde kaba yem üretimi yapılamamaktadır. Bu durum kaba yemlerin depolanması gerektiği gerçeğini ortaya çıkarmaktadır. Kaba yemlerin bozulmadan ve minimum besin madde kaybıyla uzun süre saklanabilmesinin en kullanışlı ve ucuz yolları arasında silaj yapımı yer almaktadır (Gürsoy ve diğ. 2021).

Yem bezelyesi ve arpa gibi yem bitkilerinin tek başına veya karışımlarının, bakteriyel inokulant ilavesi ile silolanması ve bunu takiben katkı maddesinin etkilerinin belirlenmesi, silaj üretiminde ekonomi ve çeşitlilik açısından önem taşımaktadır. Laktik asit bakterilerini silo yemler üzerindeki muhtemel olumlu etkilerinin, farklı yem bitkileri ve karışımları üzerinde de belirlenmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen çalışmalar son derece önemli olup, güncelliğini korumaktadır.

Tezde kullanılan *Pediococcus acidilactici* homofermantatif laktik asit bakterisi olup, gerek yem bezelyesi gerek arpa veya farklı yem bitkilerinde söz konusu laktik asit bakterisinin kullanımına dair çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Pienaar (2010), yaptıkları çalışmada *Lactobacillus buchneri* (NCIMB 40788 Lalsil® Cereal *Lactobacilli*) (LB) ve *Pediococcus acidilactici* (CNCM MA 18/5M) (PA) laktik asit bakterilerinden oluşan ticari bakteriyel inokulantlarının yulaf silajına ilavesinin etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada silaj materyali olan yulafın, hamur olum döneminde hasat edildiği ve bunu takiben 9 mm uzunluğa sahip olacak şekilde parçalandığı bildirilmiştir. Parçalamanın ardından elde edilen toplamda 60 kg yulafın her grupta 30 kg olacak şekilde 2 gruba ayrıldığı belirtilmiştir. Çalışma gruplarının; kontrol (katkısız) ve laktik asit bakteri inokulantı ilaveli olacak şekilde toplamda iki gruptan oluşturulduğu ifade edilmiştir. PA ve LB inokulantlarının silajlara 5.79×10^9 cfu/g oranında püskürtüldüğü; püskürtme işleminden

sonra silajların karıştırılarak homojen bir şekilde 1,5 l hacme sahip özel cam kavanozlarda silolanarak saklandığı belirtilmiştir. Çalışmada her kavanozda yaklaşık olarak 670 g silaj materyali olacak şekilde 24 kavanoz kullanıldığı bildirilmiştir. Silolamanın ardından 1, 2, 4, 8, 15, 30, 60 ve 102. Günde açılan silajlar üzerinde çeşitli analizlerle fermantasyon özelliklerinin belirlendiği ifade edilmiştir. Araştırma neticesinde elde edilen sonuçlara göre, bakteriyel inokulant ilavesinin, silajlarda suda çözünebilir karbonhidrat tüketimini azalmasında etkili olduğu gözlemlenmiş olup, ortamda bulunan şeker varlığına bağlı olarak inokulant ilave edilmiş silajlarda maya ve küf oluşumunun daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Sonuç olarak bakteriyel inokulant ilavesinin, yulaf silajında kalitenin artmasında ve silajın korunmasında etkili olabileceği ifade edilmiştir.

Karakozak ve Ayaşan (2010) yaptıkları çalışmada, çeşitli yem bitkileri ve karışımlarından hazırladıkları silajlara katkı maddesi olarak inokulant ilavesinin, silaj kalitesi ve kimyasal özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada arpa, fiğ, yulaf silajları ve bu bitkilerin farklı oranlardaki karışımlarından silaj hazırlamışlardır. Çalışma toplamda 14 farklı silajın üzerinde, içeriğinde *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, *Streptococcus faecium* laktik asit bakterileri ile hemiselülaz, selülaz, amilaz ve pentosanaz enzimleri bulunan Sil-All (Alltech, UK) ticari katkı maddesinin etkilerini incelemişlerdir. Çalışma materyali olan silajların saf olarak yem bitkisi veya söz konusu bitkilerin farklı oranlarda karışımları ile yazlık ve kışlık silajlar olarak ayrıldığı belirtilmiştir. İnokulanttan 1.0 g alınarak içerisine 20 ml su ilave etmişlerdir. Elde edilen sıvı karışım homojen şekilde karıştırılarak hazırlamış oldukları silaj materyalinin üzerine püskürtme tekniği kullanılarak muamele etmişlerdir. Çalışmada, LAB 10⁶ kob/g konsantrasyonda kullanmışlardır. Bütün işlemler tamamlandıktan sonra silajları 45 gün süreyle fermantasyona bırakmışlardır. Araştırmanın sonucunda elde edilen bulgulara göre kışlık silajlar arasında en yüksek ham protein içeriğine sahip silajın, %13,10 ham protein değerine sahip olan %30 yulaf + %70 fiğ karışımından elde edilen inokulant ilaveli silaj olduğu belirtmişlerdir. İnokulant ilavesi yapılmayan silajlara bakıldığında ise %12.40 ile en yüksek ham protein içeriğine sahip olan silajın %30 yulaf + %70 fiğ karışımından oluşan silaj olduğunu saptamışlardır. Ayrıca, saf fiğ silajının, kışlık silajlar içerisinde en yüksek Fleig puanını aldığı ifade edilmiştir. Genel anlamda inokulant ilavesinin silajlarda yem kalitesinin artmasına neden olduğu belirtilmiştir. Daha sonraki süreçte in vitro sindirilebilirlik ile ilgili araştırmaların gerçekleştirilmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Addah ve diğ. (2011) yaptıkları çalışmada mısır ve arpa silajlarında *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium*, *Pediococcus acidilactici* laktik asit bakteri inokulant katkılı veya katkısız silajların fermantasyon özellikleri ve aerobik stabilitelelerini incelemiştir. Arpa veya mısır silajına inokulant katkısının yem kalitesini iyileştirmiştir. Silajların fermantasyonları kıyaslandığında arpa silajlarının sığırların büyümesinde mısır silajlarına göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Baah ve diğ. (2011) yaptıkları çalışmada *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici* ve *Enterococcus faecium* homofermantatif laktik asit bakterilerini içeren SIL-ALL® (Alltech Inc., Canada) ticari bakteriyel inokulant ile anyonik yüzey aktif madde olan sodyum dodesil sülfat (SDS) tek başına veya karışım olarak kullanımının arpa silajında aerobik stabilite, kuru madde (KM), organik madde sindirilebilirliği (OM) ve nötr deterjan lifi (NDF) bozunabilirliğine etkisi araştırılmıştır. Muamele edilen silajlar kontrol gruplarına göre KM ve OM sindirilebilirliği düşük, Inokulant+SDS muamelesi, NDF parçalanabilirliğini diğer gruplara göre iyileştirmiştir. Araştırma sonunda inokulant ile SDS kullanımının arpa silajının fermantasyon özelliğini olumlu etkilediği ifade edilmiştir.

Shah ve diğ. (2018) *Lactobacillus plantarum* ile *Pediococcus acidilactici* laktik asit bakteri katkılı ve katkısız olarak hazırladıkları fil otu silajının mikrobiyolojik ve kimyasal durumlarını saptamak amacıyla yaptıkları çalışmada, kontrol gruplarına kıyasla, pH ve asetik asidin önemli ölçüde düştüğünü, laktik asit, bütirik asit ve etanol düzeyinin arttığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, suda çözünür karbonhidrat ve NH₃-N konsantrasyonunun kontrol grubuna göre oldukça düşük düzeyde olduğunu, laktik asit, bütirik asit ve etanol içeriğinin kontrol grubuna göre artış gösterdiğini, asetik asit ve mayanın önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir.

Da Silva ve diğ. (2018) yaptıkları çalışmada, rehidrate mısır silajında *Lactobacillus plantarum* (LP), *Lactobacillus buchneri* (LB) ve *Pediococcus acidilactici* (PA) bakterilerinin farklı kombinasyon ve dozlarda ilavesinin silaj fermantasyonu ve aerobik stabilitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma neticesinde elde edilen sonuçlara göre doz farkının herhangi bir etkisinin tespit edilemediği; *Lactobacillus buchneri* ile muamele edilen gruplarda gaz kaybının kontrol ve LP+PA ilaveli gruplara göre daha fazla olduğu ifade edilmiştir. Öte yandan LB ilavesinin silajdaki laktik asit ve etanol yoğunluğunu azalttığı belirtilirken pH, propiyonik asit, asetik asit ve 1,2-propandiol konsantrasyonlarının artmasında etkili olduğu bildirilmiştir. LB ilaveli silajların laktik asit bakteri sayısının

kontrol silajına göre daha yüksek olduğu fakat maya sayısının daha düşük olduğu, aerobik stabilitenin kontrol silajına göre LB ilaveli silajlarda yüksek; LP+PA ilaveli silajlarda ise daha düşük olduğu da ifade edilmiştir. Araştırmacılar ayrıca, aerobik stabilite sürecinde LB silajlarında kuru madde kaybı azaltırken LP+PA silajlarında arttırdığını, LP+PA ilavesinin silajlarda fermantasyon üzerinde etkili olmadığını ve aerobik stabiliteyi kötüleştirdiğini bildirmişlerdir.

Seppälä ve diğ. (2019) çalışmada bakla ve bezelyenin buğday samanıyla karışımlarına laktik asit bakterisi, formik asit ve propiyonik asit muamelesinin etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar bezelye + buğday karışımlarına asit uygulanan silajların kontrol ve LAB uygulanan silajlara kıyasla daha yüksek düzeyde etanol konsantrasyonu ile daha iyi aerobik stabiliteye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, LAB popülasyonunun iki karışımda da güçlü olduğunu ve bundan dolayı da silajların fermantasyon durumlarında kayda değer sonuçlar elde edilmediği sonucuna varmışlardır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Silaj Materyali

Çalışma materyali olan silajlık yem bezelyesi ve arpa 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 1×10^9 kob/g konsantrasyonundaki *Pediococcus acidilactici* 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 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 şalgamdan izole edilen probiyotik özelliğe sahip *Pediococcus acidilactici* MF098795 suşu kullanılmıştır. Katkı maddesinin silajlara uygulanma şekli ve gruplar aşağıdaki gibidir.

- Yem bezelyesi (Kontrol)
- Arpa (Kontrol).
- Yem bezelyesi + arpa (Kontrol, %50: %50).

- 1000 g doğranmış yem bezelyesi tartılarak 2 kg'lık plastik torbalara alınmıştır. Plastik torbalara alınan materyal üzerine 1 ml *P. acidilactici* enjektör yardımıyla ilave edilmiştir (Yem bezelyesi + *Pediococcus acidilactici*).
- 1000 g parçalanmış arpa tartılarak 2 kg'lık plastik torbalara alınmıştır. Plastik torbalara alınan materyal üzerine 1 ml *P. acidilactici* enjektör yardımıyla ilave edilmiştir (Arpa + *Pediococcus acidilactici*).
- 1000 g (500 g yem bezelyesi, 500 g arpa) parçalanmış yem bezelyesi + arpa karışımı tartılarak 2 kg'lık plastik torbalara alınmıştır. Plastik torbalara alınan materyal üzerine 1 ml *L. brevis* enjektör yardımıyla ilave edilmiştir (Yem bezelyesi + arpa + *Pediococcus acidilactici*).

3.2.Yöntem

Tezde, yem bezelyesi, arpa ve karışım silajlarının içerisinde *Pediococcus acidilactici* laktik asit bakterisi enjektör yardımıyla ilave edilmiş ve 2 kg'lık plastik torbalarda vakumlanarak muhafaza edilmiştir. *P. acidilactici* laktik asit bakterisi, paket başına 1 ml olacak şekilde hazırlanan silajlara 1×10^9 oranında ilave edilmiştir. Deneme grupları 5'er tekerrürlü olarak; yem bezelyesi (kontrol, YB), arpa (kontrol, A), yem bezelyesi + arpa (kontrol, %50: %50, YBA), yem bezelyesi + *P. acidilactici* (YBLAB), arpa+ *P. acidilactici* (ALAB), yem bezelyesi + arpa + *P. acidilactici* (YBALAB) 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 kül (%HK) analizleri AOAC (1998) standart prosedürüne göre, ham yağ içeriği (EE) ANKOM XT15 Ekstraksiyon Sistemi kullanılarak AOCS (2005)'e 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 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 (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 ekmeden 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 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 sülfürik 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 ulaşıktan sonra tartılmış ve elde edilen veriler kaydedilmiştir (Van Soest ve diğ. 1991).

Hesaplama:

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

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 Sülfürik 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 $[(h^\circ) = h^\circ_{ab} = \arctanjant (b^*/a^*)]$ (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

Silolama sürecinin sonunda açılan silajlara ait kimyasal analiz sonuçları Tablo 4.1.'de verilmiştir. Silajların kuru madde içerikleri incelendiğinde en yüksek kuru madde (KM) içeriğinin 941.00 ile arpa + LAB (ALAB) grubunda olduğu, genel olarak tüm muamele gruplarında kontrol gruplarına göre kuru madde miktarında artış olduğu belirlenmiştir. Öte yandan yem bezelyesi + arpa kontrol (YBA) grubunun kuru madde içeriği LAB ilavesi ile (YBALAB) artış göstermiş ve gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Organik madde (OM) içerikleri incelendiğinde ise yine en yüksek OM içeriğinin 94.00 ile ALAB grubunda olduğu saptanmıştır. LAB ilaveli grupların OM içerikleri kontrollerine göre genel olarak artış göstermiş ve gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Çalışma gruplarının ham kül (HK) değerleri YB, A, YBA, YBLAB, ALAB VE YBALAB gruplarında, sırasıyla 9.91, 6.01, 8.10, 9.62, 6.01, 7.49 olarak belirlenmiş olup gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). ALAB grubu dışında diğer LAB ilaveli gruplarda kontrollerine göre düşüş yaşanmıştır. Ham protein (HP) içeriklerine bakıldığında ise yalnızca yem bezelyesi + LAB (YBLAB) grubunda yem bezelyesi kontrol (YB) grubuna göre az miktarda bir artış olduğu belirlenmiştir. Diğer muamele gruplarında ise kontrol gruplarına göre HP değerlerinde bir azalma olduğu tespit edilmiş ve gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). En düşük ham yağ (HY) içeriğinin 3.87 ile A grubunda en yüksek HY içeriğinin ise 9.22 ile YBLAB grubunda olduğu belirlenmiştir. Yem bezelyesi + arpa + LAB (YBALAB) grubunda, yem bezelyesi + arpa kontrol (YBA) grubuna göre çok az bir miktarda düşüş yaşanmış, gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Silajların ham selüloz (HS) içerikleri YB, A, YBA, YBLAB, ALAB ve YBALAB gruplarında, sırasıyla 15.81, 22.88, 19.53, 15.06, 22.82 ve 19.28 olarak tespit edilmiş olup, en yüksek HS içeriğinin 22.88 ile A grubunda, en düşük HS içeriğinin ise 15.81 ile YB grubunda olduğu tespit edilmiştir ($P<0.001$). Silajların ADF içerikleri YB, A, YBA, YBLAB, ALAB ve YBALAB gruplarında, sırasıyla 20.58, 26.69, 23.64, 20.18, 27.26 ve 23.53; NDF içerikleri ise yine aynı sıra ile 24.05, 46.18, 38.50, 22.05, 47.48 ve 37.30 olarak tespit edilmiştir ($P<0.001$). YB, A, YBA, YBLAB, ALAB ve YBALAB silajlarının hemiselüloz değerleri sırasıyla 3.47, 19.49, 14.87, 1.87, 20.52 ve 13.77 olarak tespit edilmiş olup gruplar arasındaki farklılıklar

çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Silajların toplam karbonhidrat (TK) değerleri incelendiğinde en yüksek değer 77.86 ile ALAB grubunda, en düşük değer ise 57.54 ile YBLAB grubunda olduğu belirlenmiş ve gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Lif olmayan karbonhidrat (LOK) içerikleri incelendiğinde ise yalnızca YBLAB grubunda (35.49), YB grubunda göre (33.52) istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu belirlenmiştir ($P<0.001$). Silajların nitrojen içermeyen ekstrakt (NFE) içeriklerine bakıldığında en yüksek NFE değerinin 55.04 ile ALAB grubunda, en düşük değer ise 41.76 ile YB grubunda olduğu belirlenmiştir ($P<0.001$). YB, A, YBA, YBLAB, ALAB ve YBALAB silajlarının toplam çözünebilir madde (TÇM) içerikleri sırasıyla 18.53, 20.23, 19.40, 18.40, 20.70 ve 20.50 olarak tespit edilmiş ve gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$).

Tablo 4.1. Açım Sonrası Silajlara Ait Kimyasal Analiz Sonuçları

GRUP	YB	A	YBA	YBLAB	ALAB	YBALAB	P
KM	893.85±0.05 ^d	939.40±1.00 ^a	922.20±0.30 ^c	895.45±0.25 ^d	941.00±0.40 ^a	926.45±0.25 ^b	<.0001
OM	90.10±0.02 ^e	93.99±0.17 ^a	91.91±0.03 ^c	90.38±0.04 ^d	94.00±0.02 ^a	92.50±0.02 ^b	<.0001
HK	9.91±0.01 ^a	6.01±0.17 ^e	8.10±0.02 ^c	9.62±0.04 ^b	6.01±0.01 ^e	7.49±0.02 ^d	<.0001
HP	23.58±0.02 ^a	12.37±0.10 ^d	17.20±0.05 ^b	23.63±0.02 ^a	12.07±0.07 ^e	16.40±0.08 ^c	<.0001
HY	8.95±0.02 ^b	3.87±0.02 ^e	5.69±0.00 ^c	9.22±0.00 ^a	4.08±0.00 ^d	5.66±0.00 ^c	<.0001
HS	15.81±0.06 ^c	22.88±0.07 ^a	19.53±0.14 ^b	15.06±0.07 ^d	22.82±0.04 ^a	19.28±0.17 ^b	<.0001
ADF	20.58±0.05 ^d	26.69±0.05 ^b	23.64±0.24 ^c	20.18±0.06 ^d	27.26±0.08 ^a	23.53±0.08 ^c	<.0001
NDF	24.05±0.31 ^e	46.18±0.14 ^b	38.50±0.31 ^c	22.05±0.09 ^f	47.48±0.65 ^a	37.30±0.08 ^d	<.0001
Hsel	3.47±0.36 ^e	19.49±0.19 ^b	14.87±0.06 ^c	1.87±0.03 ^f	20.52±0.56 ^a	13.77±0.16 ^d	<.0001
TK	57.57±0.05 ^d	77.75±0.25 ^a	69.02±0.03 ^c	57.54±0.04 ^d	77.86±0.08 ^a	70.45±0.05 ^b	<.0001
LOK	33.52±0.26 ^b	31.57±0.38 ^c	30.52±0.28 ^{cd}	35.49±0.13 ^a	30.08±0.57 ^d	33.16±0.13 ^b	0.0002
NFE	41.76±0.11 ^e	54.88±0.31 ^a	49.49±0.11 ^c	42.48±0.11 ^d	55.04±0.11 ^a	51.18±0.11 ^b	<.0001
TÇM	18.53±0.16 ^{cd}	20.23±0.43 ^{ab}	19.40±0.15 ^{bc}	18.40±0.10 ^d	20.70±0.56 ^a	20.50±0.13 ^a	<.0001

KM: Kuru madde (g/kg), OM: Organik madde (%), HK: Ham kül (%), HP: Ham protein (%), HY: Ham yağ (%), HS: Ham selüloz (%), ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif (%), NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen 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), YB: Yem bezelyesi kontrol, A: Arpa kontrol, YBA: %50 yem bezelyesi + %50 arpa kontrol, YBLAB: Yem bezelyesi + PA⁹, ALAB: Arpa + PA⁹, YBALAB: %50 yem bezelyesi + %50 arpa + PA⁹. *Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Silajların sindirilebilir ham protein ve enerji içerikleri Tablo 4.2’de verilmiştir. Silajların SHP değerleri YB, A, YBA, YBLAB, ALAB ve YBALAB gruplarında, sırasıyla, 17.64, 7.46, 11.84, 17.68, 7.19 ve 11.12 olarak belirlenmiş olup en yüksek değer YBLAB (17.68) gruplarında, en düşük değer ise ALAB (7.19) grubunda olduğu saptanmıştır. SHP değerleri açısından gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). TSM değerleri 61.37 ile 73.93 değerleri arasında değişiklik göstermiş, gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Analiz sonuçlarına göre YB, A, YBA, YBLAB, ALAB ve YBALAB gruplarında sindirilebilir enerji (SE) içeriği sırasıyla 3.26, 2.72, 2.95, 3.26, 2.71 ve 2.92 Mcal/kg olarak belirlenmiş olup, gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). YB, A, YBA, YBLAB, ALAB ve YBALAB gruplarında ME içerikleri sırasıyla 2.67, 2.23, 2.42, 2.67, 2.22 ve 2.39; NE_L içerikleri, sırasıyla, 1.69, 1.39,

,1.52, 1.69, 1.38 ve 1.50; NE_M içerikleri, sırasıyla, 1.75, 1.37, 1.54, 1.76, 1.36 ve 1.51; NE_G içerikleri ise sırasıyla 1.13, 0.79, 0.94, 1.14, 0.78 ve 0.92 Mcal/kg olarak belirlenmiş olup ME, NE_L, NE_M ve NE_G değerlerinde gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur (P<0.001).

Tablo 4.2. Silajların SHP ve Enerji İçerikleri

GRUP	YB	A	YBA	YBLAB	ALAB	YBALAB	P
SHP	17.64±0.01 ^a	7.46±0.09 ^d	11.84±0.05 ^b	17.68±0.01 ^a	7.19±0.06 ^e	11.12±0.07 ^c	<.0001
TSM	73.83±0.02 ^a	61.68±0.10 ^d	66.93±0.06 ^b	73.93±0.01 ^a	61.37±0.07 ^e	66.12±0.09 ^c	<.0001
SE	3.26±0.00 ^a	2.72±0.01 ^d	2.95±0.00 ^b	3.26±0.00 ^a	2.71±0.00 ^d	2.92±0.00 ^c	<.0001
ME	2.67±0.00 ^a	2.23±0.00 ^d	2.42±0.00 ^b	2.67±0.00 ^a	2.22±0.00 ^e	2.39±0.00 ^c	<.0001
NE_L	1.69±0.00 ^a	1.39±0.00 ^d	1.52±0.00 ^b	1.69±0.00 ^a	1.38±0.00 ^e	1.50±0.00 ^c	<.0001
NE_M	1.75±0.00 ^a	1.37±0.01 ^d	1.54±0.01 ^b	1.76±0.00 ^a	1.36±0.01 ^d	1.51±0.00 ^c	<.0001
NE_G	1.13±0.00 ^b	0.79±0.01 ^e	0.94±0.00 ^c	1.14±0.00 ^a	0.78±0.00 ^e	0.92±0.01 ^d	<.0001

SHP: Sindirilebilir ham protein (%), TSM: Toplam sindirilebilir besin maddeleri (%), SE: Sindirilebilir enerji (Mcal/kg), ME: Metabolik enerji (Mcal/kg), NE_L: Net enerji-laktasyon (Mcal/kg), NE_M: Net enerji-yaşama payı (Mcal/kg), NE_G: Net enerji-verim payı (Mcal/kg), YB: Yem bezelyesi kontrol, A: Arpa kontrol, YBA: %50 yem bezelyesi + %50 arpa kontrol, YBLAB: Yem bezelyesi + PA⁹, ALAB: Arpa + PA⁹, YBALAB: %50 yem bezelyesi + %50 arpa + PA⁹. *Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Silajların yem kalite özellikleri Tablo 4.3’de gösterilmiştir. Silajların KM içerikleri, YB, A, YBA, YBLAB, ALAB ve YBALAB gruplarında, sırasıyla, %72.87, 68.11, 70.49, 73.18, 67.67 ve 70.57 olarak belirlenmiş, gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur (P<0.001). KMT miktarları vücut ağırlığının %’si olarak, YB, A, YBA, YBLAB, ALAB ve YBALAB grupları için sırasıyla 5.00, 2.60, 3.12, 5.44, 2.52 ve 3.22 olarak belirlenmiş olup YBLAB grubunda (5.44) kontrol YB grubuna göre (5.00) artış olduğu tespit edilmiştir (P<0.001). YB, A, YBA, YBLAB, ALAB ve YBALAB grupları silajlarının NYD sırasıyla 281.93, 137.20, 170.33, 308.73, 131.77 ve 176.02; NYK değerleri ise sırasıyla 299.56, 130.30, 169.60, 327.09, 125.32 ve 172.94 olarak belirlenmiştir. NYD ve NYK değerlerinde gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur (P<0.001). Çalışmada elde edilen NYD değerlerine göre, A ve ALAB grupların iyi kalite (125-151 arası); YB, YBA, YBLAB ve YBALAB gruplarının ise en iyi kalite yem özelliği (prime, >151) taşıdığı söylenebilir.

Tablo 4.3. Silajların Yem Kalite Özellikleri

GRUP	YB	A	YBA	YBLAB	ALAB	YBALAB	P
SKM	72.87±0.04 ^a	68.11±0.04 ^c	70.49±0.19 ^b	73.18±0.05 ^a	67.67±0.07 ^d	70.57±0.06 ^b	<.0001
KMT	5.00±0.06 ^b	2.60±0.01 ^d	3.12±0.03 ^c	5.44±0.02 ^a	2.52±0.03 ^d	3.22±0.01 ^c	<.0001
NYD	281.93±3.47 ^b	137.20±0.31 ^d	170.33±1.83 ^c	308.73±1.45 ^a	131.77±1.92 ^d	176.02±0.23 ^c	<.0001
NYK	299.56±3.89 ^b	130.30±0.17 ^d	169.60±1.52 ^c	327.09±1.29 ^a	125.32±1.83 ^d	172.94±0.14 ^c	<.0001

SKM: Sindirilebilir kuru madde (%), KMT: Kuru madde tüketimi (vücut ağırlığının %’si), NYD: Nispi yem değeri, NYK: Nispi yem kalitesi, YB: Yem bezelyesi kontrol, A: Arpa kontrol, YBA: %50 yem bezelyesi + %50 arpa kontrol, YBLAB: Yem bezelyesi + PA⁹, ALAB: Arpa + PA⁹, YBALAB: %50 yem bezelyesi + %50 arpa + PA⁹. *Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Araştırmanın 90. gününde açılan silajların açım sonrası kuru madde (ASKM), pH₁ ve fiziksel analiz sonuçları Tablo 4.4’te bildirilmiştir. ASKM değerleri YB, A, YBA, YBLAB, ALAB ve YBALAB gruplarında sırasıyla 25.75, 46.59, 37.32, 25.59, 46.59 ve 38.44 olarak

belirlenmiş, gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). YB, A, YBA, YBLAB, ALAB ve, YBALAB gruplarında pH değerleri sırasıyla 5.73, 5.80, 5.46, 5.39, 5.29 ve 5.11 olarak saptanmış, gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Sonuçlar doğrultusunda pH₁ değerlerinde, kontrol gruplarıyla inokulant ilave edilen gruplar karşılaştırıldığında LAB gruplarında önemli düzeyde düşüş olduğu belirlenmiştir. Yem bezelyesi ve arpa silajlarına ilave edilen *P. acidilactici* silajların pH₁ değerini düşürmüştür. Silajların açım sonrası ölçümü yapılan sıcaklık değerleri 23.80 ile 21.55 arasında değişiklik göstermiştir ($P<0.001$). Silajların renk değerleri incelendiğinde L*, a*, b* c* ve h° değerlerinde gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

Tablo 4.4. Silajlara Ait Fiziksel Analiz Sonuçları

GRUP	YB	A	YBA	YBLAB	ALAB	YBALAB	P
ASKM	25.75±0.00 ^d	46.59±0.21 ^a	37.32±0.07 ^c	25.59±0.00 ^d	46.59±0.00 ^a	38.44±0.00 ^b	<.0001
pH ₁	5.73±0.00 ^a	5.80±0.03 ^a	5.46±0.03 ^b	5.39±0.01 ^b	5.29±0.06 ^c	5.11±0.04 ^d	<.0001
Sıcaklık, C°	21.35±0.09 ^b	21.55±0.06 ^b	21.53±0.13 ^b	21.20±0.11 ^b	23.80±0.20 ^a	23.53±0.08 ^a	<.0001
L*	30.29±1.31 ^c	44.87±0.45 ^a	37.31±1.44 ^b	28.20±1.92 ^c	41.54±1.84 ^{ab}	39.99±4.38 ^{ab}	0.0003
a*	2.12±0.23 ^{bc}	4.01±0.46 ^a	3.28±0.27 ^{ab}	1.87±0.18 ^c	4.33±0.38 ^a	3.55±0.84 ^a	0.0052
b*	11.50±1.16 ^{bc}	17.59±0.67 ^a	14.69±0.66 ^{ab}	10.30±1.01 ^c	15.90±0.85 ^a	15.50±2.44 ^{ab}	0.0065
C*	11.70±1.18 ^{bc}	18.05±0.74 ^a	15.05±0.70 ^{ab}	10.47±1.02 ^c	16.49±0.90 ^a	15.91±2.56 ^a	0.0061
h°	79.55±0.56 ^a	77.28±1.07 ^a	77.48±0.54 ^a	79.73±0.34 ^a	74.81±0.88 ^b	77.51±1.21 ^a	0.0063

ASKM: Açım sonrası kuru madde (%), L: Parlaklık, a: Kırmızı ve yeşilliği, b: Sarı ve maviliği, C: Chroma, h°: Hue angle, YB: Yem bezelyesi kontrol, A: Arpa kontrol, YBA: %50 yem bezelyesi + %50 arpa kontrol, YBLAB: Yem bezelyesi + PA⁹, ALAB: Arpa + PA⁹, YBALAB: %50 yem bezelyesi + %50 arpa + PA⁹.

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Silajlara ait mikroorganizma sayım sonuçları Tablo 4.5’de verilmiştir. Silajların LAB değerleri YB, A, YBA, YBLAB, ALAB ve YBALAB gruplarında sırasıyla, 4.67, 10.33, 18.67, 7.00, 2.50 ve 14.67 olarak belirlenmiş gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Silajların maya değerleri ise YB, A, YBA, YBLAB, ALAB ve YBALAB gruplarında, sırasıyla, 6.00, 4.67, 7.33, 5.33, 7.33 ve 19.33 olarak belirlenmiş olup gruplar arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Silaj gruplarının genelinde küf miktarının çok az olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.5. Silajların Açım Zamanındaki Mikroorganizma Sayım Sonuçları

GRUP	YB	A	YBA	YBLAB	ALAB	YBALAB	P
LAB, log ₁₀ kob/g	4.67±0.67 ^c	10.33±4.67 ^{bc}	18.67±1.20 ^a	7.00±0.58 ^{bc}	2.50±0.50 ^c	14.67±2.85 ^{ab}	0.0070
Maya, log ₁₀ kob/g	6.00±1.00 ^b	4.67±0.88 ^b	7.33±0.88 ^b	5.33±0.33 ^b	7.33±3.28 ^b	19.33±5.90 ^a	0.0281
Küf, log ₁₀ kob/g	-	1.00±0.00	1.00±0.00	-	1.00±0.00	-	-

YB: Yem bezelyesi kontrol, A: Arpa kontrol, YBA: %50 yem bezelyesi + %50 arpa kontrol, YBLAB: Yem bezelyesi + PA⁹, ALAB: Arpa + PA⁹, YBALAB: %50 yem bezelyesi + %50 arpa + PA⁹, log₁₀ kob/g: koloni form ünite.

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Silaj gruplarına ait aerobik stabilite testi sonrası pH₂, CO₂ ve aerobik stabilite sonrası mikroorganizma sayım sonuçları Tablo 4.6’da verilmiştir. Silajların pH₂ değerleri YB, A, YBA, YBLAB, ALAB ve YBALAB gruplarında, sırasıyla, 5.57, 6.47, 5.25, 5.44, 5.40 ve

5.14 olarak belirlenmiş; gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). CO_2 değerleri ise YB, A, YBA, YBLAB, ALAB ve YBALAB gruplarında, sırasıyla, 2.89, 35.33, 4.78, 3.27, 12.20 ve 7.67 olarak belirlenmiş olup gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Silajların 5 günlük aerobik stabilite testi sonrasındaki mikroorganizma sayım sonuçları YB, A, YBA, YBLAB, ALAB ve YBALAB gruplarında, sırasıyla, 1.00, 300.00, 3.00, 1.20, 31.00 ve 23.67 olarak belirlenmiş, en yüksek maya içeriğinin kontrol arpa (A) grubunda olduğu tespit edilmiştir. Fakat LAB ilavesinin ALAB grubunda maya içeriğinin A grubuna göre önemli oranda azalttığı görülmektedir. Maya sonuçları bakımından gruplar arasındaki farklılıklar çok önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Aerobik stabilite sonrası gruplarda küf miktarının genel olarak yok denecek kadar az olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.6. Silajların Aerobik Stabilite Sonrası pH_2 , CO_2 ve Mikroorganizma Sayım Sonuçları

GRUP	YB	A	YBA	YBLAB	ALAB	YBALAB	P
pH_2	5.57±0.02 ^b	6.47±0.02 ^a	5.25±0.01 ^d	5.44±0.03 ^c	5.40±0.00 ^c	5.14±0.02 ^e	<.0001
CO_2	2.89±0.00 ^d	35.33±0.00 ^a	4.78±0.00 ^{cd}	3.27±0.13 ^d	12.20±0.76 ^b	7.67±0.76 ^c	0.0005
ASS Maya \log_{10} kob/g	1.00±0.00 ^b	300.00±57.74 ^a	3.00±0.00 ^b	1.20±0.20 ^b	31.00±2.88 ^b	23.67±7.08 ^b	<.0001
Küf, \log_{10} kob/g	0.00±0.00 ^c	1.67±0.33 ^b	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^c	0.00±0.00 ^c	5.33±0.88 ^a	0.0177

CO_2 : Karbondioksit miktarı, ASS: Aerobik Stabilite Sonrası, YB: Yem bezelyesi kontrol, A: Arpa kontrol, YBA: %50 yem bezelyesi + %50 arpa kontrol, YBLAB: Yem bezelyesi + PA⁹, ALAB: Arpa + PA⁹, YBALAB: %50 yem bezelyesi + %50 arpa + PA⁹, \log_{10} kob/g: koloni form ünite. *Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1.Tartışma

Çalışma gruplarının besin madde içerikleri incelendiğinde KM değeri 941.00 ile 893.85 g/kg arasında değişiklik göstermiş olup gruplar arasındaki farklılıklar oldukça önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Çalışmada elde edilen pH₁ değerleri YB, A, YBA, YBLAB, ALAB, YBALAB gruplarında sırasıyla 5.73, 5.80, 5.46, 5.39, 5.29, 5.11 olarak belirlenmiştir ($P<0.001$). Kiraz ve Kutlu (2016) arpa silajına ticari inokulant ekleyerek yaptığı çalışmanın 56. gününde pH değerini kontrol grubunda 3.99 inokulant ilaveli grupta ise 3.72 olarak belirlemiştir ($P<0.001$). Addah ve diğ. (2011)'nin arpa ve mısır silajlarına ilave edilen LAB'nin silaj üzerindeki fermantasyon özelliklerine, aerobik stabilitesine ve besin madde içeriklerine etkisini belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışmada pH değeri kontrol ve inokulantlı gruplar sırasıyla 4.51 ve 3.95; Baah ve diğ. (2011) arpa silajına ticari inokulant muamelesi ile yaptığı çalışmada kontrol 4.51 inokulantlı grup 3.95 olarak bildirilmiş olup bu çalışma gruplarının değerleriyle benzerlik göstermektedir. Çalışma gruplarının pH değerleri incelendiğinde genel olarak bezelye ve arpa silajlarıyla muamele edilen *P. acidilactici* laktik asit bakterisinin pH değerinin düşmesinde etkili olduğu saptanmıştır. Silaj kalitesini ve mikroorganizma oluşumunu etkileyen *Clostridial* sporlar ve *Enterobacteria*'lar genel olarak silaj pH'sının 6-7 civarında olması durumunda gelişim göstermekte; pH'nın 5 ve altında olması halinde gelişim gösterememektedirler (Filya, 2001). Bu nedenle bu çalışmada elde edilen pH düzeyleri *Clostridial* sporlar ve *Enterobacteria*'ların gelişimini engelleyecek düzeye ulaşmıştır.

Çalışmada organik madde (%OM) içeriği YB, A, YBA, YBLAB, ALAB, YBALAB gruplarında sırasıyla 90.10, 93.99, 91.91, 90.38, 94.00 ve 92.51 olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde Addah ve diğ. (2011)'nin çalışmasında OM içeriği kontrol grubunda %93.37, LAB ilave edilen grupta ise %93.29 olarak belirlenmiştir. Fermantasyon süresi boyunca yem bezelyesi-arpa silajlarının ham kül (HK) ve ham protein (HP) içeriklerinin gruplar arasındaki farklılıkları çok önemli bulunmuştur. Benzer şekillerde yapılan çalışmalar (Addah ve diğ. 2011; Kiraz ve Kutlu 2016) ile bu araştırmada elde edilen bulguların uyum içerisinde olduğu saptanmıştır ($P<0.001$).

Çalışma gruplarının ham yağ içerikleri (HY) kontrol grupları (YB, A, YBA) ve inokulant ilave edilen gruplar (YBLAB, ALAB, YBALAB)'da sırasıyla, 8.95, 3.87, 5.69 ve 9.22, 4.08, 5.66 olarak belirlenmiştir. Kontrol grupları LAB ilaveli gruplara göre kıyaslandığında yalnızca karışım grubu olan YBA ve YBLAB değişmezken diğer gruplarda HY içeriğini etkilemiş olup gruplar arasındaki farklılıklar oldukça önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Silajların ham selüloz (HS) değerlerine bakıldığında kontrol grupları sırasıyla %15.81, 22.88, 19.53 ve inokulantlı silaj grupları sırasıyla %15.06, 22.82, 19.28 olarak belirlenmiştir ($P<0.001$). ADF ve NDF değerlerinin yalnızca ALAB grubunda A grubuna göre artış gösterdiği belirlenmiş olup; elde edilen sonuçların benzer şekilde yapılmış olan (Kiraz ve Kutlu 2016; Uğurlu 2019) çalışmalarla uyum içerisinde olduğu ve gruplar arasındaki farklılıkların önemli olduğu belirlenmiştir ($P<0.001$).

Silajların toplam çözünebilir madde (TÇM, % Bx) miktarları Tablo 4.1'de verilmiştir. En yüksek TÇM değerinin 20.70 ile ALAB grubunda, en düşük TÇM değerinin ise 18.40 ile YBLAB grubunda olduğu belirlenmiştir ($P<0.001$). YBLAB grubunun TÇM değeri kontrolüne göre azalırken ALAB ve YBALAB gruplarının TÇM değerleri kontrollerine göre artış göstermiştir. Çayıroğlu ve diğ. (2016) silajların TÇM içeriğinin yüksek olmasının kuru madde kaybının azalmasında ve silaj kalitesinin artmasında etkili olduğunu; silajın TÇM değerinin en az %3 olması gerektiğini bildirmişlerdir. Baah ve diğ. (2011) arpa silajlarının toplam çözünebilir madde içeriklerini kontrol ve inokulant ilaveli gruplarda sırasıyla 18.76 ve 10.37 ($P<0.05$); Addah ve diğ. (2011) arpa silajında kontrol ve inokulant ilaveli gruplarda TÇM değerlerinin sırasıyla 63.08 ve 37.57 ($P<0.001$); Shah ve diğ. (2018) fil otu silajında kontrol ve *P. acidilactici* ilaveli gruplarda TÇM değerlerini sırasıyla 10.61 ve 6.34 olarak bulmuşlardır.

Silajların açım zamanındaki mikroorganizma sayım sonuçlarının incelendiğinde YB, A, YBA, YBLAB, ALAB ve YBALAB *lactobacilli* içeriğinin sırasıyla 4.67, 10.33, 18.67, 7.00, 2.50 ve 14.67 olarak belirlenmiş ($P<0.01$) yalnızca YBLAB grubunda YB grubunda göre az miktarda arttığı tespit edilmiştir. Genel olarak *lactobacilli* yoğunluklarında beklenen artışın olmadığı düşünülmektedir. Maya içerikleri sırasıyla 6.00, 4.67, 7.33, 5.33, 7.33 ve 19.33 olarak belirlenmiş ($P<0.05$), YBALAB grubunda YBA grubunda göre maya yoğunluğunda önemli bir artış olduğu saptanmıştır. Silajlarda maya miktarlarının genel olarak düşük olduğu, küf miktarlarının ise yok denecek kadar az olduğu belirlenmiştir. *P. acidilactici*

laktik asit bakterisini maya miktarının azalmasında, küf oluşumunun ise büyük oranda engellenmesinde etkili olduğu düşünülmektedir. Addah ve diğ. (2011)'nin arpa ve mısır silajlarına ilave edilen LAB'ın silaj üzerindeki fermantasyon özelliklerine, aerobik stabilitesine ve besin madde içeriklerine etkisini belirlemek amacıyla yapmış oldukları çalışmada arpa silajının kontrol ve inokulant ilaveli gruplarında LAB sayılarının sırasıyla 8.17 ve 7.16 ($P < 0.01$); maya sayılarının sırasıyla YDKA (Yok denecek kadar az) ve 1.08 ($P > 0.05$) şeklinde bulmuşlar ve gruplarda küf bulunmadığını belirlemişlerdir. Shah ve diğ. (2018)'in fil otu silajlarında *L. plantarum* ve *P. acidilactici* laktik asit bakterilerinin fermantasyon ve mikroorganizma gelişimi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında LAB miktarlarının kontrol, LP ve PA gruplarında sırasıyla 4.96, 5.03 ve 5.20 ($P < 0.01$); maya sayılarının ise sırasıyla 5.25, 2.39 ve 3.87 ($P > 0.05$) olarak bulmuşlardır.

Koç ve diğ. (2018) aerobik stabiliteyi, açılan silajların herhangi bir bozulma yaşanmadan ve ısı artışı olmadan kaldığı süre olarak tanımlamışlardır. Dolayısıyla aerobik stabilite süresinin uzun olması istenen bir durumdur. Aerobik stabilitenin kısılması durumunda silajların erkenden bozulması haliyle silaj kalitesini de olumsuz yönde etkileyecektir. Silaj açıldıktan sonraki süreçte CO₂ üretimi, sıcaklık artışı, silaj pH'sının değişimleri, kuru madde kaybı ve mikroorganizma oluşumu genel olarak aerobik bozulmanın anlaşıldığı temel parametreler olarak kabul edilmektedir (Ashbell ve diğ. 1991; Franco ve diğ. 2019). Bu çalışmada aerobik bozulmanın belirlenmesinde CO₂, pH ve mikroorganizma oluşumları esas alınmıştır. CO₂ ve pH miktarlarının yüksek olması silajın bozulmasına sebep olan aerobik mikroorganizmaların daha fazla oranda geliştiğini göstermekte, aerobik stabilitenin zayıf olduğunu işaret etmektedir. Çalışmamızda aerobik stabilite sonra pH₂, CO₂ ve mikroorganizma sonuçları Tablo 4.6'da verilmiştir. pH₂ değerleri 5.14 ve 6.47 arasında, CO₂ değerleri ise 2.89 ile 35.33 arasında değişiklik göstermiştir. Kontrol arpa (A) grubunun her iki parametrede de en yüksek değerlere sahip grup olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda A grubunun aerobik stabilite sonrası mikroorganizma sayım sonuçları incelendiğinde maya miktarının 300 kob/g olduğu ve en yüksek maya miktarına sahip grup olduğu saptanmıştır. PA ilavesinin YBLAB, ALAB ve YBALAB gruplarında pH₂ ve CO₂ değerlerini kontrollerine göre düşürdüğü belirlenmiştir. Addah ve diğ. (2011) yaptıkları çalışmada aerobik stabilite sonrası kontrol grubunda maya oluşumunun olmadığı, inokulant grubunda ise maya miktarının 0.88 olduğunu her iki grupta da küf oluşumunun gerçekleşmediğini bildirmişlerdir. Baah ve diğ. (2011) arpa silajına *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici* ve *Enterococcus faecium* ve/veya sodyum dodesil sülfat ilavesinin fermantasyon, mikroorganizma ve aerobik

stabilite üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında kontrol ve LAB ilaveli gruplarda pH değerlerinin sırasıyla 4.52 ve 3.99; maya değerlerinin ise 2.61 ve 2.57 olarak belirlemiş olup pH için gruplar arasındaki farklılıkları çok önemli ($P < 0.01$), maya için önemsiz bulmuşlardır ($P > 0.05$). Gruplarda kf oluşunun yok denecek kadar az olduğunu ifade etmişlerdir.

5.2.Sonuç

Çalışmada elde edilen bulgulara göre, *P. acidilactici* MF098795 homofermantatif laktik asit bakteri suşunun kullanımının yem bezelyesi, arpa ve karışım silajlarında maya ve küf oluşumunu genel olarak baskıladığı belirlenmiştir. Bununla birlikte yem bezelyesi silajının besin madde içeriklerinin arpa silajına göre genel olarak daha yüksek olduğu ve karışım halinde söz konusu değerlerin düştüğü tespit edilmiştir. Öte yandan yem bezelyesinin arpa ile karıştırıldığı gruplarda kuru madde miktarları yem bezelyesi ve yem bezelyesi + LAB gruplarına oranla artış göstermiştir. Öte yandan arpa ilavesi, yem bezelyesi + arpa gruplarında TM değerlerini yem bezelyesi gruplarına göre arttırmıştır. İki silaj materyalinin birbirlerine fayda ve zarar oranlarının yakınlığı, karışım silajlarının riskli olduğunu düşündürmektedir. Ancak besin madde parametre değerlerindeki farklılıkların bitkilerin kimyasal kompozisyonu, silolama tipi ve süresi ve bitkilerin olgunluk dönemlerine göre değişiklik gösterebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle *Pediococcus acidilactici* 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 alışmamızda elde ettiğimiz bulgular ve literatür taramaları sonucunda önemli olduğunu düşündüğümüz bazı öneriler aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

- 1) alışmada katkı maddesi olarak kullanılan *Pediococcus acidilactici* homofermantatif laktik asit bakterisinin *lactobacilli* yoğunlu üzerinde beklenen etkiyi göstermemiş olsa da maya ve kf oluşumu üzerinde olumlu etki gösterdiğini söylemek mümkündür. Bu nedenle *lactobacilli* içeriğini artmamasındaki sebeplerin araştırılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Nitekim bu durum, silaj matertallerinin bünyesinde hali hazırda bulunan laktik asit bakterileri ile ilgili olabilmektedir.

- 2) Çalışmada *Pediococcus acidilactici* laktik asit bakterisi suşu 1×10^9 kob/g oranında kullanılmıştır. Bu bakterinin farklı dozlarda kullanılarak farklı bitkilerin yalın veya karışımlarında etkilerinin araştırılmasıyla literatüre katkı sağlayacağı ön görülmektedir.
- 3) *Pediococcus acidilactici* homofermantatif laktik asit bakterisi suşunun yem bezelyesi, arpa ve karışım silajlarında etkilerinin araştırıldığı çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular, bu bakterinin diğer yem bitkileri üzerindeki etkileri hakkında merak uyandırmıştır. Farklı bitkilerin, farklı olgunlaşma dönemlerinde, yalın veya karışımlarından hazırlanan silajlara *Pediococcus acidilactici* suşunun çeşitli dozlarda veya diğer homofermantatif laktik asit bakterileri ile birlikte inokulasyonunun etkilerinin araştırılması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Addah, W., Baah, J., Groenewegen, P., Okine, E. K., & McAllister, T. A. (2011). Comparison of the fermentation characteristics, aerobic stability and nutritive value of barley and corn silages ensiled with or without a mixed bacterial inoculant. *Canadian Journal of Animal Science*, 91(1), 133-146.
- 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.
- 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.
- Arslan, M., & Erdurmuş, C. (2012). Ülkemizde Hayvancılığa ve Kaba Yem Sorununa. *Ziraat Mühendisliği*, (359), 32-37.
- 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.
- Aykan, Y., & Saruhan, V. (2018). Farklı Oranlarda Silolanan Yembezelyesi (*Pisum sativum* L.) ve Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Karışımlarının Silaj Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 11(2), 64-70.
- Baah, J., Addah, W., Okine, E. K., & McAllister, T. A. (2011). Effects of homolactic bacterial inoculant alone or combined with an anionic surfactant on fermentation, aerobic stability and in situ ruminal degradability of barley silage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(3), 369-378.
- Başkavak, S. (2008). Buğday hasılı silajında enzim+ mikrobiyal inokulant kullanımının silaj fermantasyonu üzerindeki 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.
- Çayıroğlu, H., Coşkun, İ., & Şahin, A. (2016). Silajın Aerobik Stabilesini Etkileyen Faktörler ve İyileştirme Stratejileri. *Alın Teri 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.
- Da Silva, N. C., Nascimento, C. F., Nascimento, F. A., de Resende, F. D., Daniel, J. L. P., & Siqueira, G. R. (2018). Fermentation and aerobic stability of rehydrated corn grain silage treated with different doses of *Lactobacillus buchneri* or a combination of *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus acidilactici*. *Journal of dairy science*, 101(5), 4158-4167.
- 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).
- 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

- Gürsoy, E., Kara, E. & Sürmen, M. (2021). Farklı Biçim Devresinin ve Arpa Kırmacı Uygulamalarının Tek Yıllık Yem Bitkileri Karışımının Silaj Özelliklerine Etkileri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 8(3), 273-281.
- Karakozak, E., & Ayaşan, T. (2010). Değişik yem bitkileri ve karışımlarından hazırlanan silajlarda inokulant kullanımının flieg puanı ve ham besin maddeleri üzerine etkileri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(6), 987-994.
- 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 Stabilité Süresince Mikrobiyal Kompozisyondaki Değişikliklerin Termal Kamera Görüntüleme Tekniğı ile Değerlendirilmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(2), 167-174.
- Pienaar, J. (2010). Fermentation, stability and degradability of whole-crop oat silage ensiled with a commercial inoculant (Doctoral dissertation, Stellenbosch: Stellenbosch University).
- 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.
- Seppälä, A., Rinne, M., & Huuskonen, A. (2019). Efficacy of different additives in ensiling faba bean and field pea based whole crop silages. *Agricultural and food science*, 28(4), 165-175.
- Shah, A. A., Xianjun, Y., Zhihao, D., Junfeng, L., & Sao, T. (2018). Microbiological and chemical profiles of elephant grass inoculated with and without *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus acidilactici*. *Archives of microbiology*, 200(2), 311-328.

- 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.
- Uğurlu, S. (2019). Bakteriyal inokulantların çavdar silajlarında fermantasyon, aerobik stabilite ve yem değeri üzerine etkileri (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).
- 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.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Alrabab TARIQ ABDULKARIM ALSHAALAN
Doğum Yeri	
Doğum Tarihi	
Uyruğu	<input type="checkbox"/> T.C. <input checked="" type="checkbox"/> Diğer:

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	University of Al-Qadisiyah
Fakülte	Eğitim Fakültesi
Bölümü	Biyoloji
Mezuniyet Yılı	2003

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