

**LAKTİK ASİT BAKTERİSİ VE ENZİM
İLAVESİNİN ADI FIĞ, BUĞDAY, YULAF
KARIŞIMI SİLAJLARDA
FERMANTASYON İLE AEROBİK
STABİLİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Fatih İKE

**Yüksek Lisans Tezi
Zootekni Anabilim Dalı
Prof. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN
2019**

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**LAKTİK ASİT BAKTERİSİ VE ENZİM İLAVESİNİN ADI FIĞ, BUĞDAY, YULAF
KARIŞIMI SİLAJLARDA FERMANTASYON İLE AEROBİK STABİLİTE
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Fatih İKE

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN

TEKİRDAĞ-2019

Her hakkı saklıdır

Prof.. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN danışmanlığında, **Fatih İKE** tarafından hazırlanan ‘Laktik Asit Bakterisi ve Enzim İlavesinin Adi Fiğ, Buğday, Yulaf Karışımı Silajlarda Fermantasyon ile Aerobik Stabilite Özellikleri Üzerine Etkileri’ isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Zootekni Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof. Dr. Fisun KOÇ

İmza:

Üye : Prof. Dr. Mehmet Levent ÖZDÜVEN (Danışman)

İmza:

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Gül FİLİK

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

LAKTİK ASİT BAKTERİSİ VE ENZİM İLAVESİNİN ADI FİĞ, BUĞDAY, YULAF KARIŞIMI SİLAJLARDA FERMANTASYON İLE AEROBİK STABİLİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Fatih İKE

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootečni Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN

Bu çalışma laktik asit bakterisi (LAB) inokulantları ve enzimlerin, adi fiğ, buğday ve yulaf karışımı silajlarının fermantasyon, aerobik stabilite, hücre duvarı kapsamı ve *in vitro* organik madde sindirilebilirliği özellikleri üzerindeki etkilerinin saptanması amacıyla düzenlenmiştir. Araştırmada adi fiğ tam çiçeklenme, buğday ve yulaf süt olum döneminde hasat edilmiştir. Homofermantatif laktik asit bakterisi (^{HM}LAB) inokulantı olarak SILAID (Global Nutritech ®, TR), heterofermantatif laktik asit bakterisi (^{HT}LAB) inokulantı olarak Pioneer 11A44 (Pioneer, USA), Enzim (E) karışımı olarak SILAID Enzim (Global Nutritech ®, TR) kullanılmıştır. İnokulantlar silajlara 6.00 log₁₀ kob/g düzeyinde katılmışlardır. Kontrol ve katkı maddeleri ile muamele edilen adi fiğ, buğday ve yulaf karışımı 1 litre hacimli polietilen torbalarda silolanmıştır. Torbalar laboratuvar koşullarında 20±2 °C sıcaklıkta depolanmışlardır. Silolamadan sonraki 180. gününde her gruptan 6 adet torba açılarak silajlarda kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Silolama döneminin sonunda açılan tüm silajlara 5 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmıştır. Ayrıca bu silajların, *in vitro* organik madde sindirilebilirliği saptanmıştır. Sonuç olarak LAB inokulantı ve enzimler, adi fiğ, buğday ve yulaf karışımı silajlarının fermantasyon özelliklerini artırmış ancak aerobik stabilitelerini düşürmüştür. Laktik asit bakterisi inokulantları, silajların asit deterjanda çözünmeyen lif ve selüloz kapsamını düşürürken, *in vitro* organik madde sindirilebilirliğini artırmıştır.

Anahtar kelimeler: Laktik asit bakterileri, enzim, silaj, aerobik stabilite, yem değeri

2019, 50 sayfa

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECTS OF LACTIC ACID BACTERIA AND ENZYME ADDITIVE ON THE FERMENTATION WITH AEROBIC STABILITY OF COMMON VETCH, WHEAT, OAT MIXTURE SILAGES

Fatih İKE

Tekirdağ Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Animal Science

Supervisor: Prof. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN

The aim of this study was to compare the chemical composition, *in vitro* organic matter digestibility, metabolizable energy, relative feed values of the cereal forages from barley (*Hordeum vulgare* L.) harvested at ear emergence, milk and dough stages of maturity. The crude protein content of barley forages ranged from 4.79 to 9.73%; crude ash from 4.74 to 7.13%; neutral detergent fiber (NDF) from 43.57 to 55.67%; acid detergent fiber (ADF) from 27.62 to 38.67%, acid detergent lignin (ADL) from 3.59 to 6.27%, hemicellulose from 13.79 to 22.75% and cellulose from 22.63 to 32.88%. *In vitro* organic matter digestibility ranged from %44.33 to 54.43%, metabolic energy from 6.82 to 8.05 MJ/kg DM, and relative feed values from 95.73 to 142.35. As a result of this research, maturity had a significant effect on the chemical composition, relative feed values, *In vitro* organic matter digestibility and metabolic energy values. Crude protein, neutral detergent fibre, acid detergent fibre and cellulose contents decreased with increasing maturity whereas crude ash contents, relative feed values, *in vitro* organic matter digestibility and metabolic energy increased.

Keywords: Lactic acid bacteria, enzyme, silage, aerobic stability, feed value

2019, 50 Pages

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|------|
| ÖZET | i |
| ABSTRACT | ii |
| ÇİZELGE DİZİNİ..... | v |
| ŞEKİL DİZİNİ..... | vi |
| KISALTMALAR..... | vii |
| TEŞEKKÜR..... | viii |
| 1.GİRİŞ..... | 1 |
| 2. KAYNAK ÖZETLERİ | 4 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM | 10 |
| 3.1.MATERYAL | 10 |
| 3.1.1. Silaj Materyali | 10 |
| 3.1.2. Silajların Hazırlanması | 10 |
| 3.1.3. Silajlarda Kullanılan Katkı Maddesi | 10 |
| 3.1.4. Katkı Maddelerinin Kullanım Şekli | 10 |
| 3.2. YÖNTEM | 11 |
| 3.2.1.Silaj Kalitesi Takdiri İçin Kullanılan Yöntemler | 11 |
| 3.2.1.1. pH ölçümü | 11 |
| 3.2.1.2. SÇK Analizi..... | 11 |
| 3.2.1.3. NH ₃ -N Analizi | 12 |
| 3.2.1.4. Organik Asit Analizleri | 12 |
| 3.2.1.4.1. Laktik Asit Analizleri | 12 |
| 3.2.1.5. Mikrobiyolojik Analizler..... | 13 |
| 3.2.2. Kimyasal Analizler..... | 14 |
| 3.2.2.1. Kuru Madde Analizi | 14 |
| 3.2.2.2. Ham Kül | 14 |
| 3.2.2.3. Ham Protein..... | 15 |
| 3.2.2.4. Nötral Deterjan Fiber (NDF) | 16 |
| 3.2.2.5. Asit Deterjan Fiber (ADF)..... | 16 |
| 3.2.2.6. Asit Deterjan Lignin (ADL) | 17 |
| 3.2.3. Nispi yem değeri (NYD) | 18 |
| 3.2.4. <i>In Vitro</i> Enzimde Organik Madde Sindirilebilirliği | 18 |
| 3.2.4. Aerobik Bozulmaya Dirence İlişkin Analizler | 19 |
| 3.3. İSTATİKSEL ANALİZLER | 20 |

| | |
|---|-----------|
| 4. BULGULAR | 21 |
| 4.1. SİLAJLARIN FERMANTASYON ÖZELLİKLERİ..... | 21 |
| 4.1.1. Silajların Kimyasal Analizleri | 21 |
| 4.1.2. Silajların Mikrobiyolojik Analizleri | 26 |
| 4.2. Silajların Aerobik Stabiliteleri..... | 28 |
| 4.4. Silajların Hücre Duvarı Bileşenleri | 31 |
| 4.4. Silajların <i>İn Vitro</i> Organik Madde Sindirilebilirliği..... | 36 |
| 5. TARTIŞMA..... | 38 |
| 6. SONUÇ | 43 |
| 7. KAYNAKLAR..... | 44 |
| ÖZGEÇMİŞ | 51 |

ÇİZELGE DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Çizelge 4.1. Silajlara ait kimyasal analiz sonuçları | 21 |
| Çizelge 4.2. Silajlara ait mikrobiyolojik analiz sonuçları | 25 |
| Çizelge 4.3. Silajlarına ait aerobik stabilite sonuçları | 27 |
| Çizelge 4.4. Silajların hücre duvarına ilişkin analiz sonuçları | 30 |
| Çizelge 4.5. Silajların Nispi Yem Değerine ait sonuçları | 33 |
| Çizelge 4.6. Silajlara ait organik madde sindirilebilirliği ve metabolik enerji değerlerine ait analiz sonuçları | 35 |

ŞEKİL DİZİNİ

| | |
|--|----|
| Şekil 4.1. Silajların kuru madde değerleri | 22 |
| Şekil 4.2. Silajların pH değerleri | 23 |
| Şekil 4.3. Silajların ham kül değerleri | 23 |
| Şekil 4.4. Silajların ham protein değerleri | 24 |
| Şekil 4.5. Silajların amonyak azotu değerleri | 24 |
| Şekil 4.6. Silajların laktik asit değerleri | 25 |
| Şekil 4.7. Silajların <i>lactobacilli</i> sayıları | 26 |
| Şekil 4.8. Silajların maya sayıları | 27 |
| Şekil 4.9. Beş günlük aerobik dönem sonunda silajlardaki CO ₂ üretimi | 28 |
| Şekil 4.10. Beş günlük aerobik dönem sonunda silajlardaki pH değerleri..... | 28 |
| Şekil 4.11. Beş günlük aerobik dönem sonunda silajlardaki maya sayıları | 29 |
| Şekil 4.12. Beş günlük aerobik dönem sonunda silajlardaki küf sayıları | 29 |
| Şekil 4.13. Silajların NDF değerleri | 31 |
| Şekil 4.14. Silajların ADF değerleri | 31 |
| Şekil 4.15. Silajların ADL değerleri | 32 |
| Şekil 4.16. Silajların HSEL değerleri | 32 |
| Şekil 4.17. Silajların SEL değerleri | 33 |
| Şekil 4.18. Silajların SKM değerleri | 34 |
| Şekil 4.19. Silajların KM değerleri | 34 |
| Şekil 4.20. Silajların NYD değerleri | 35 |
| Şekil 4.21. Silajların OMS değerleri | 36 |
| Şekil 4.22. Silajların ME değerleri | 36 |

KISALTMALAR

| | |
|--------------------|---------------------------------------|
| AA | : Asetik asit |
| ADF | : Asit deterjanda çözünmeyen lif |
| ADL | : Asit deterjanda çözünmeyen lignin |
| BA | : Bütirik asit |
| EÇOM | : Enzimde çözünen organik madde |
| HBM | : Ham besin maddesi |
| HK | : Ham kül |
| HP | : Ham protein |
| HPV | : Ham protein verimi |
| HS | : Ham selüloz |
| HSEL | : Hemiselüloz |
| HY | : Ham yağ |
| KM | : Kuru madde |
| KMT | : Kuru madde tüketimi |
| LA | : Laktik asit |
| ME | : Metabolik enerji |
| MEV | : Metabolik enerji verimi |
| NDF | : Nötr deterjanda çözünmeyen lif |
| NH ₃ -N | : Amonyak azotu |
| NÖM | : Nitrojensiz öz madde |
| NYD | : Nispi yem değeri |
| °C | : Santigrat derece |
| OM | : Organik madde |
| OMS | : Organik madde sindirilebilirliği |
| PA | : Propiyonik asit |
| SÇK | : Suda çözünebilir karbonhidratlar |
| SEL | : Selüloz |
| SKM | : Sindirilebilir kuru madde |
| SOMV | : Sindirilebilir organik madde verimi |
| TN | : Toplam nitrojen |

TEŞEKKÜR

Lisans, Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmalarım sırasında her zaman fikir, bilgi ve kaynaklarından yararlandığım, kıymetli zamanını beni yetiştirmek için harcayarak çalışmama yön veren, disiplinli çalışmasıyla örnek aldığım değerli hocam Sayın Prof. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN'e, laboratuvar çalışmalarının yürütülmesinde göstermiş olduğu ilgiden dolayı Ziraat Yüksek Mühendisi Berrin OKUYUCU'ya, Bölüm Başkanı Sayın Muhittin ÖZDER başta olmak üzere tüm bölüm hocalarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca eğitim hayatım boyunca manevi desteğini her zaman hissettiğim anneme, babama ve değerli eşim Müyesser İKE'ye sonsuz teşekkür ederim.

Fatih İKE

1.GİRİŞ

Türkiye hayvancılık yönünden önemli bir potansiyele sahip olmasına rağmen, yetersiz beslemeden dolayı birim hayvandan elde edilen verim oldukça düşüktür. Hayvanlar yem gereksinimlerinin büyük bir kısmı kalitesiz ve yem değeri düşük olan yem kaynaklarından sağlanmaktadır. Çayır ve mera alanlarının gün geçtikçe azalması, var olanların ise aşırı veya zamansız otlatma ile hayvanlarda kaba yem açığı artmaktadır. Ülkemizde kaliteli kaba yem ihtiyaçlarının sağlanabilmesi için çayır ve mera alanlarının amenajmanı ve ıslahı ile birlikte tarla tarımı içinde yem bitkileri ekiliş ve üretiminin artırılması gerekir (Açıkgöz 2001, Karadağ ve ark. 2009). Yem bitkilerinin tarımı kaba yem açığının kapatılması yanında aynı zamanda ekim nöbetine girerek kendisinden sonra ekilen ürünlerin verimliliğine önemli katkılar sağlamaktadır (Avcıoğlu 2000). Bu amaçla yetiştirilebilecek tek yıllık yem bitkilerinin başında fiğ türleri gelmektedir.

Fiğ (*Vicia*), baklagiller familyası içerisinde önemli bir yere sahip olan tek yıllık bir serin mevsim yem bitkisidir. Fiğ cinsine bağlı 150 kadar tür dünyanın ılıman bölgelerine yayılmıştır. Adi fiğ (*Vicia sativa*), koca fiğ (*Vicia narbonensis*), Macar fiği (*Vicia pannonica*), tüylü fiğ (*Vicia villosa*) ve burçak (*Vicia ervilia*) tarımsal yönden önemli fiğ türleridir. Türkiye’de fiğ türleri bakımından çok zengin olup, en çok yetiştirilen fiğ türü adi fiğdir (Er ve ark. 2011). Ülkemizde oldukça fazla miktarda yetiştirilen adi fiğ, sadece hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2018 yılında ülkemizde fiğden 3.869.465 dekarlık alanda 4.273.945 ton yeşil ot üretilmiş ve yeşil ot verimi ortalama 1.105 kg/da olmuştur (TUİK 2018).

Yem bitkileri kışlık ara ürün olarak yetiştirilmek istenirse sonbaharda ekilmesi ve kendisinden sonra gelecek olan yazlık ana ürün ekimini etkilemeyecek bir şekilde nisan ayı sonu ile mayıs ayı başında hasat edilmesi gerekmektedir. Fiğ diğer yem bitkileri ile karşılaştırıldığında ham protein (HP) içeriğinin daha yüksek olduğu ve rasyonlarda önemli miktarda kullanım alanı bulan bir baklagil yem bitkisidir. İklim şartlarının uygun olduğu yerlerde güvenli bir şekilde kurutularak saklanmakta ve rasyona kuru ot şeklinde dahil edilmektedir. Ancak kurutulularak saklanması sırasında önemli miktarda kuru madde (KM) kayıpları meydana gelmektedir. Ayrıca yağışlı bölgelerde otların kurutulması oldukça zordur. Bu nedenlerle silaj yapımı amacıyla da kullanılabilir (Doğan 2010, Öten ve ark. 2016).

Düşük KM içeriği, fermentasyon için yetersiz suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) düzeyi ile yüksek HP ve tampon kapasitesi fiğın silolanmasını oldukça güçleştirmektedir. Silaj yapımı için uygun olmayan özellikleri nedeniyle fiğ silolanması zor olan bitkidir. Silolandıkları zaman *clostridia* sporları aracılığı ile bütirik asit içeriği yüksek kötü fermente olmuş silaj oluşumuna yol açmaları nedeniyle fiğ ve diğer baklagillerin uygun bir silajlık bitki olmadıkları düşünülmüştür. Bu sebeple tek olarak silaj üretimi amacı ile yetiştirilmemektedir. Fermentasyonun arzulanan seviyede devam etmesi için tahıllarla (arpa, yulaf, tritikale, buğday) karışık yetiştirilmesi gereklidir. Buğday, arpa, çavdar ve yulaf gibi dane üretimi amacıyla yetiştirilen tahıllar da yeşil ot olarak hayvanlar için kaliteli ve lezzetli kaba yem üretirler. Baklagil türleri sürünücü habitusa sahip olmaları nedeniyle bu olumsuzluğun giderilmesi amacıyla özellikle bazı dik habituslu buğdaygiller ile karışım halinde yetiştirilmesi önerilmektedir. Gerek buğdaygillerin baklagillere destek olması, gerekse de silaj kalitesi nedeniyle fiğ ve buğdaygillerin karışım olarak yetiştirilmesi daha uygun görülmektedir (Doğan 2013).

Silaj olarak saklama sırasında yeşil yem materyalinin besin madde kaybını azaltmak, silajın yem değerini iyileştirmek, silolama koşullarını iyileştirmek, fermentasyon olaylarını düzenlemek ve silo kabı açıldıktan sonra silaj kalitesini uzun süre koruyabilmek amacıyla son yıllarda değişik silaj katkı maddeleri kullanılmaktadır. Bu amaçla en sık kullanılanlar inokulantlar ve enzimlerdir. Bakteriyel inokulantlar, hızlı ve etkili bir silaj fermentasyonunu garantiye almak amacıyla laktik asit bakterileri (LAB) içeren silaj katkı maddesi olarak kullanılırlar. Homofermantatif laktik asit bakterileri (^{HM}LAB) inokulantları silajların pH, asetik asit (AA), bütirik asit (BA), amonyak azotu (NH₃-N) düzeylerini düşürüp, *lactobacilli* sayısını, laktik asit (LA) oranını arttırarak silaj fermentasyonunu geliştirmektedir (Filya ve ark. 2000). Bu inokulantlar silajların aerobik stabilitelelerini genellikle düşürmektedir (Weinberk ve ark. 1993, Filya ve Sucu 2003, Özdüven ve ark. 2010). Diğer yandan heterofermantatif laktik asit bakterileri (^{HT}LAB) inokulantları ise genel olarak silaj fermentasyonu üzerinde etkili olmazken, silajların aerobik stabilitelelerini geliştirmektedirler (Kung ve ark. 2007). Homofermantatif+heterofermantatif laktik asit bakterileri (^{HM+HT}LAB) karışım halinde kullanılmaları durumunda silajların fermentasyon özelliklerini katkısız silajlara göre geliştirdikleri, ^{HT}LAB'nden düşük olmakla beraber antifungal bileşikleri üreterek silajların kalitelelerini de geliştirdikleri bildirilmektedir (Weinberg ve ark. 2002, Filya ve Sucu 2003).

Laktik asit bakterileri ile birlikte kullanılan selüloz gibi hücre duvarını parçalayıcı enzimler ile amilaz gibi nişastayı parçalayan enzim katılan silajlarda LAB faaliyeti için ilave bir substrat açığa çıkararak silaj fermantasyonunu geliştirirken (Meeske ve ark. 1993, Weinberg ve ark. 1993), silajların nötral deterjanlarda çözünmeyen karbonhidratlar (NDF), asit deterjanlarda çözünmeyen karbonhidratlar (ADF), asit deterjanlarda çözünmeyen lignin (ADL), hemiselüloz ve selüloz içeriklerini düşürmekte (Tengerdy ve ark. 1991, Stokes ve Chen 1994, Nadeau ve ark. 2000, Filya 2002a), KM, OM, NDF ve ADF parçalanabilirliğini artırmakta (Tengerdy ve ark. 1991, Flores ve ark. 1999, Kleinmans ve Hooper 1999, Filya 2002a), aerobik dayanıklılığını ise etkilememekte veya düşürerek gözle görülür bir küflenme ve yoğun bir karbondioksit gazı üretimine neden olmaktadır (Meeske ve ark. 1993, Weinberg ve ark. 1993).

Bu çalışma silaj katkı maddesi olarak kullanılan ^{HM}LAB ve/veya ^{HT}LAB ile birlikte enzimlerin adi fiğ, buğday ve yulaf hasılı karışımlarına ilave edilmesinin fermantasyon özellikleri, ham besin maddeleri, hücre duvarı bileşenleri, nispi yem değeri (NYD), aerobik stabilite ve *in vitro* organik madde sindirilebilirliği üzerindeki etkilerinin saptanması amacı ile yapılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ruminantların beslenmesinde gerek besleme fizyolojisi gerekse de işletme ekonomisi bakımından kaba yemlerin büyük önemi vardır. Rumen faaliyetlerinin düzenli olması açısından ruminant rasyonlarında ham selüloz (HS) içeriğinin KM’de en az %17 olması gerekmektedir. Hayvanlara yeterli miktarda selüloz içermeyen yemlerin yedirilmesi rumen mikroorganizmalarının faaliyetleri ve rumen fonksiyonlarında olumsuz sonuçlara neden olmakta ve süt yağ oranında düşüş meydana gelmektedir (Etgen ve ark. 1987).

Kaba yemlerin ruminantların besleme fizyolojisine uygun olmasının yanı sıra, kaliteli ve ucuz olması, insan beslenmesinde de kullanılan ve daha pahalıya temin edilen yoğun yemlerin hayvan beslemede kullanımını azaltmaktadır (Ergül 1997). Hayvancılık işletmelerinde toplam giderlerinin %60-70’den fazla kısmını yem giderleri oluşturmaktadır. Kaba yemlerin yoğun yemlere göre daha ucuz olması işletmelerin ekonomik olarak yönetilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Alçıçek ve ark. 2003, Moorby ve ark. 2006, Ergün ve ark. 2011).

Ülkemizde kaliteli, ucuz ve bol kaba yem ihtiyacının düzenli olarak karşılanamaması hayvancılığımızın en önemli sorunlarından birisidir. Türkiye’de ciddi bir kaliteli kaba yem açığı olduğu bilinen bir gerçektir. Kaba yemler ruminantlar için vazgeçilmez yem kaynaklarıdır. Yeşil yemler, silaj ve kuru ot gibi kaba yemlerin maliyetlerinin düşük olması, hayvancılık işletmelerinin karlılığını da artırmaktadır.

Yem bitkileri hayvanlar için dengeli ve kaliteli kaba yem kaynakları olması ile birlikte toprakların organik madde düzeyi iyileştirilmesi ve erozyona maruz kalan alanların korunmasında sağlamaktadır. Toprak yapısının iyileştirilmesi ve toprağa azot ve organik madde kazandırılması için uygulanabilecek pratik yöntemlerden en önemlisi, yazlık ana ürünlerin araziyi boş bıraktığı, sonbahar ve kış aylarında, tek yıllık baklagil yem bitkilerinin yetiştirilmesidir. Dünyada uzun yıllardan beri tek yıllık baklagiller ve buğdaygilleri karışım halinde yetiştirilmektedir (Mariotti ve ark. 2009). Ülkemizde baklagiller ile tahılların karışık ekilmesi her geçen gün benimsenen bir ekim yöntemi olmuştur. Baklagiller ve tahılların karışık ekilmesi ile baklagillerin yalın ekilmesine göre verim daha yüksek olurken, buğdaygillerin yalın ekilmesine göre de ot kalitesi daha yüksek olmaktadır (Ghanbari–Bonjar ve Lee 2003). Karışık ekimde ot kalitesi ekimine göre daha fazla olmaktadır. Sarunaite ve ark. (2010) baklagil ve tahılların karışık ekimlerinin çevresel faktörlerden oluşabilecek verim azalmalarını en aza

indirdiğini, bazı hastalıkları azaltığını ve yabancı otları baskı altında tuttuğunu bildirmektedirler.

Baklagil yembitkileri içerisinde fiğlerin tek yıllık olması ve tarlayı kısa sürede terk etmeleri nedeniyle büyük bir öneme sahiptirler. Kuru tarım yapılan alanlarda tek başına ya da buğdaygiller ile karışım halinde ekilmesi ile nadas alanlarının değerlendirilebilmektedir. Sulanabilen alanlarda ise ekim nöbeti sistemleri içerisinde ara ürün olarak kullanılabilirler (Sağlamtimur ve ark. 1991).

Sulu şartlarda buğday hasadı yapıldıktan sonra takip eden yıl mısır, nohut ve fasulye gibi baklagiller ekim nöbetinde kullanılmaktadır. Bu bitkilerin ekimleri mayıs ayı ortalarında yapıldığı için ekim alanları mayıs ayı ortalarına kadar boş kalmaktadır. Bu alanlarda mayıs ayı ortalarında hasat edilebilecek tek yıllık buğdaygil, baklagil ve bunların karışımlarının yem bitkisi olarak ekimlerinin yapılması işletmelere ek gelir sağlayabileceği gibi kaba yem üretiminin artırılmasında da önem arz etmektedir. Kalaycı (1981), ekim nöbeti çalışmalarında en iyi sonucun kışlık olarak ekilen ve ot için yetiştirilen fiğ-buğday ekim nöbeti olduğunu bildirmektedir. Bu nedenlerle ruminantların kaba yem ihtiyaçlarını temin edebilmek amacıyla, yonca gibi çok yıllık yem bitkilerinin ekiminin artırılması yanında, tek yıllık fiğ türleri ile buğday, arpa, yulaf gibi baklagil ve buğdaygil yem bitkilerinin ekimlerinin artırılması büyük önem taşımaktadır.

Türkiye’de ve Dünya’da uzun yıllardan beridir başta ruminantlar olmak üzere çiftlik hayvanlarının beslenmesinde silaj yaygın olarak kullanılmaktadır. Silaj, su oranı yüksek yem materyallerinin kontrollü bir anaerobik fermentasyonu sonucu üretilen bir üründür. Mikrobiyal fermentasyon sonucu arzu edilmeyen mikroorganizmaların çoğalmasını engelleyen organik asitleri üretir ve konserve edilen ürün silaj olarak adlandırılır (Filya 2005).

Silaj yapılacak ürün, birim alandan en yüksek besin maddesi verimini sağlayacak olgunluğun uygun döneminde hasat edilmelidir. Aynı zamanda yem materyalin su içeriği, epifitik mikroorganizma sayısı, doğal floradaki *lactobacilli* sayısı ve çeşidi, SÇK düzeyi ve tamponlama kapasitesi gibi faktörler silajın kalitesini etkileyen önemli faktörlerdir. Yeşil bitkilerin besin madde içerikleri oldukça değişkendir ve silaj kalitesini önemli düzeyde etkilemektedirler (Peterson 1988, McDonald ve ark. 1991). Silolamada istenilen fermentasyon olaylarını meydana getiren epifitik *lactobacilli* sayıları (10^1 - 10^6 kob/g arasında) hasat zamanı bitkilerde son derece düşüktür. Ancak silaj fermentasyonunda *lactobacilli*’lerin çoğalması

istenirken, asetik, bütirik, çeşitli kokuşma bakterileri, maya ve küflerin çoğalması istenmemektedir. Silajda pH'nın hızlı bir şekilde düşmesi istenmektedir. Bu durum ancak LAB sayısının artarak daha fazla laktik asit (LA) oluşturmasıyla mümkündür (Filya 2005).

Silajlarda fermantasyonun garanti altına alınması silaj kalitesini artırmak ve silajın daha iyi korunmasını sağlamak amacıyla LAB inokulantları kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda LAB inokulantlarının silajların fermantasyon özellikleri üzerinde farklı etkilere sahip olduğu görülmüştür. Laktik asit bakterileri oluşturdukları fermantasyon ürünlerine göre homofermantatif ve heterofermantatif olmak üzere ikiye ayrılırlar. Homofermantatif LAB *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *Pediococcus acidilacti*, *Enterococcus faecium*, *Streptococcus faecium* ve *Lactobacillus acidophilus*; Heterofermantatif LAB *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus fermentum* gibi mikroorganizmalardır. Homofermantatif LAB SÇK'ları LA'ye dönüştürürken, ^{HT}LAB ise LA'in yanı sıra AA'e fermente ederler.

Homofermantatif LAB inokulantları silajlarda SÇK'ları etkin kullanılmasını sağlayarak; ortam pH' sını, AA, BA ve NH₃-N içeriklerini azaltır. Bununla birlikte LA içeriğini artırır (McDonald ve ark. 1991). Shayan ve ark. (1996) kontrol ve ^{HM}LAB (*Lactobacillus plantarum*+*Enterococcus Faecium*) kullanılan mısır silajlarında LA içeriklerini sırasıyla 13.7 ve 16.4 g/kg KM, AA içeriklerini sırasıyla ve 8.3 ve 4.6 g/kg KM olarak saptamıştır. Filya (2002a) ^{HM}LAB (*L. plantarum*+*E. Faecium*) kullanılan mısır silajların pH'sını kontrol ve inokulant kullanılan gruplarda sırasıyla 3.6 ve 3.5; LA 43 ve 94 g/kg KM; AA 43 ve 0 g/kg KM; BA 42 ve 0 g/kg KM olarak saptamıştır. Sucu ve Filya (2006), buğday silajlarında ^{HM}LAB ve ^{HM}LAB+E inokulantının etkilerini inceledikleri çalışma sonucunda, silolamanın 50. gününde açılan silajların kontrol, ^{HM}LAB ve ^{HM}LAB+E kullanılan buğday silajlarında sırasıyla pH değerlerini 4.4, 3.7 ve 3.7; SÇK içeriklerini 9, 18 ve 20 g/kg KM; NH₃-N içeriklerini 115, 12 ve 15 g/kg KM; LA içeriklerini 30, 39 ve 43 g/kg KM olarak tespit etmişlerdir. Başkavak ve ark. (2008) süt olum ile hamur olum döneminde hasat edilen buğdaylarda ^{HM}LAB+E (*Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus plantarum* ve *Streptococcus faecium* ile birlikte selülaz, hemiselülaz, pentozanaz ve amilaz) inokulantların etkilerini inceledikleri araştırmalarında çalışmada, silolamanın 75. gününde süt olum döneminde hasat edilen buğday silajların pH değerleri kontrol ve LAB+E kullanılan silajlarda sırasıyla 4.27 ve 4.09, SÇK içerikleri 12.3 ve 20.2 g/kg KM, NH₃-N içerikleri 78.85 ve 68.19 g/kg TN, LA içerikleri 37.8 ve 43.7 g/kg KM; hamur olum döneminde ise pH değerleri aynı sırayla 4.64 ve 4.49; SÇK içerikleri 5.6 ve 12.5, NH₃-N içerikleri 102.41 ve 74.17 g/kg TN; LA içerikleri de 30.8 ve 37.3

g/kg KM olduğunu saptamışlardır. Benzer sonuçlar Johnson ve ark. (2003) ile Kim ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmalarda da elde edilmiştir.

Homofermantatif LAB silaj fermentasyonunu etkilemediği veya olumsuz etkilerinin olduğunu bildiren araştırma sonuçları da bulunmaktadır. Filya (2000) ^{HM}LAB (*Lactobacillus plantarum* ve *Enterococcus faecium*) inokulantı ilavesinin buğday silajlarında fermentasyon özelliklerini ve aerobik stabiliteyi etkilemediğini, mayanın üremediği ve küf düzeyinin 7,4 log kob/g KM olduğu tespit etmiştir.

Holzer ve ark. (2003) ^{HT}LAB inokulantlarının silaj fermentasyonunu etkilemediğini bildirilmektedir. Bununla birlikte yapılan bazı çalışmalarda bu ^{HT}LAB inokulantları ilave edilen silajlarda LA içeriklerinin azaldığı, pH değerinin, AA içeriğinin ve KM kaybının ise arttığını belirlenmiştir (Nishino ve ark. 2003, Kleinschmit ve ark. 2005). Ranjit ve Kung (2000) mısır silajına *L. buchneri* (6.00 log kob/g) ilavesinin etkilerini incelediği çalışmalarında kontrol ve ^{HT}LAB silaj gruplarında LA içeriklerini sırasıyla 63.5 ve 77.2 g/kg KM ile AA içeriklerini 36.0 ve 18.8 g/kg KM olarak saptamışlardır. Keleş ve Yazgan (2011), ^{HM}LAB (*L. plantarum*, *E. Faecium*) ve ^{HT}LAB (*L. Buchneri*) ilavesinin balyalanmış mısır silajlarının fermentasyon özelliklerini etkilemediğini, ancak ^{HT}LAB ilavesinin aerobik stabiliteyi iyileştirdiğini bildirmişlerdir. Filya ve ark. (2006) süt olum (%29 KM) ve hamur olum (%35.5 KM) döneminde hasat ettikleri mısır bitkisine ^{HT}LAB (*L. Buchneri*, 6.00 log kob/g) kullanmışlardır. Araştırmacılar, ^{HT}LAB'nin mısır silajının pH, AA ve etanol içerikleri ile gaz kaybını artırdığını ($P<0.05$), SÇK ve NH₃-N içeriklerini etkilemediğini ($P>0.05$), LA içeriklerini ise kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşürdüğünü bildirmişlerdir ($P<0.05$).

Filya ve Sucu (2007), buğday silajlarında kontrol, *Lactobacillus plantarum* (^{HM}LAB), *Lactobacillus buchneri* (^{HT}LAB), *propionibacterium acidipropionici* (^{HM}LAB) uygulanan gruplarda pH değerlerini sırasıyla 4.22, 3.96, 4.67 ve 4.55; SÇK içeriklerini 59.5, 54.3, 20.7, ve 57.9 g/kg KM; LA içeriklerini 49.6, 81.4, 36.3 ve 51.5 g/kg KM; AA içeriklerini 9.3, 5.6, 27.4 ve 18.3 g/kg KM; BA içeriklerini 0.7, 0.2, 0.1 ve 0.3 g/kg KM; NH₃-N içeriklerini 0.230, 0.194, 0.259, 0.246 ve 0.155 g/kg KM; LAB sayılarını 4.28, 6.96, 3.97 ve 4.15 log kob/g; maya sayılarını 3.37, 4.63, 2.04 ve 2.12 log kob/g; küf sayılarını ise 1.50, 1.42, 1.38 ve 1.45 log kob/g olarak bildirmektedirler. Elde edilen sonuçlara göre *Lactobacillus plantarum* inokulasyonu ile LA içeriğini artırarak silajlardaki homolaktik fermentasyonu geliştirdiği; *Lactobacillus buchneri* ve *propionibacterium acidipropionici* ise özellikle maya aktivitesini engelleyerek silajların aerobik stabilitesini geliştirdiği görülmektedir.

Jatkauskas ve Vrotniakienė (2012) çayır üçgüdü ve İngiliz çimi karışımına ^{HM}LAB ve ^{HM+HT}LAB inokulant ilavesinin etkilerini inceledikleri çalışmalarında, kontrol, ^{HM}LAB (*E. faecium*, *L. lactis*, *L. plantarum*) ve ^{HM+HT}LAB (*L. plantarum*, *E. faecium* and *L. buchneri*) grubundaki silajlarda sırasıyla pH değerlerini 5.55, 4.32 ve 4.71; SÇK içeriklerini 2.7, 6.1 ve 10.7 g/kg KM; NH₃-N içeriklerini 92, 46 ve 51 g/kg KM; LA içeriklerini 13.9, 62.6 ve 37.7 g/kg KM, AA içeriklerini 18.2, 23.7 ve 32.1 g/kg KM, BA içeriklerini 37.5, 0.9 ve 1.8, KM kaybını ise 123, 64 ve 67 g/kg olarak tespit etmişlerdir.

Filya (2003b), hamur olum döneminde hasat edilen buğday hasıllarına ^{HM}LAB (*Lactobacillus plantarum*), ^{HT}LAB (*Lactobacillus buchneri*) ve ^{HM+HT}LAB (*Lactobacillus buchneri* + *Lactobacillus plantarum*) inokulantı katılmasının fermentasyon özellikleri, aerobik stabilite ve *in situ* rumen parçalanabilirliğini belirlemek amacıyla yapmış olduğu çalışmasında; silolamanın 60. gününde buğday silajlarında kontrol, ^{HM}LAB, ^{HT}LAB ve ^{HM+HT}LAB grubu silajlarında sırasıyla pH değerlerini 3.9, 3.8, 4.2 ve 3.9; SÇK içeriklerini 47, 42, 6 ve 9 g/kg KM; LA içeriklerini 33, 47, 20 ve 24 g/kg KM; AA içeriklerini 8, 6, 21 ve 19 g/kg KM; NH₃-N içeriklerini 0.140, 0.109, 0.135 ve 0.115 g/kg TN; LAB sayılarını 6.1, 7.7, 5.8 ve 6.0 log kob/g; maya sayılarını 3.3, 4.1, <2.0 ve <2.0 log kob/g; küf sayılarını 2.8, 3.1, <2.0 ve <2.0 log kob/g olarak belirlemişlerdir. Araştırmacı ^{HM+HT}LAB uygulanan silajların diğer silajlara göre pH, NH₃-N ve fermentasyon kayıplarının önemli düzeyde daha düşük olduğunu, bununla birlikte ^{HM}LAB, ^{HT}LAB ve ^{HM+HT}LAB uygulanan silajlarda *in situ* KM, OM ve NDF parçalanabilirliklerinin etkilenmediğini bildirmektedir.

Farklı bitki kaynaklarında ^{HT}LAB'nin fermentasyon özellikleri üzerine etkisi incelendiğinde, ^{HT}LAB'nin mısır (Ranjit ve ark. 1998), arpa (Kung ve ark 1999, Kung ve Ranjit 2001, Taylor ve ark. 2002), yonca (Kung ve ark. 2003, Filya ve ark. 2007), çayır otu (Nsereko ve ark. 2008) silajlarında AA ile propiyonik asit (PA) içeriğini artırdığı, aerobik stabiliteyi ise iyileştirdiği belirlenmiştir. Heterofermantatif LAB ilavesi ile silajların pH'sının daha fazla düşüş görüldüğü, LA içeriği ile maya ve küf sayılarının azaldığı, NH₃-N içeriğinin ise arttığı bildirilmiştir (Kung ve Ranjit 2001, Taylor ve ark. 2002, Kung ve ark. 2003, Nsereko ve ark. 2008).

Silajların aerobik stabilitesi üzerinde AA içeriğinin etkili olduğu bildirilmektedir. Asetik asit, silaj açıldıktan sonra bozulmasına neden olan mikroorganizmalara karşı engelleyici bir madde olarak etki ederler ve mayaların üremesini önlerler (Taylor ve ark 2002, Danner ve ark. 2003, Demirci 2009). Sadece ^{HM}LAB bakterilerinin varlığında silajların aerobik

stabilitesinin düşük olduğu, ^{HT}LAB bakterilerinin ise ürettikleri AA miktarının üstsel olarak artışının aerobik stabiliteyi de iyileştirdiği belirlenmiştir.

Heterofermentatif LAB silajın aerobik stabilitesi iyileştirmekle birlikte, KM kaybını da artırabilmektedir. Ayrıca silajda AA içeriğinin artması yem tüketimini de olumsuz yönde etkilemektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda *L. buchneri* (^{HT}LAB) ile KM kaybının daha az olduğu, hayvanların performanslarında herhangi bir olumsuz etkiye sahip olmadığı ve özellikle *L. buchneri*'nin ^{HM}LAB ile birlikte karışım halinde kullanılabileceği bildirilmektedir (Kung 2001, Filya 2003, Kung ve ark. 2003, Filya 2006). Heterofermentatif LAB inokulantlarının aerobik stabiliteyi artıran etkisine ilave olarak ^{HM}LAB inokulantlarının fermentasyon özelliklerini üzerindeki iyileştirici etkisinden birlikte yararlanmak için her iki bakteri çeşidini de içeren kombine inokulantların silaj yapımında kullanılması yaygınlaşmaya başlamıştır (Adesogan 2008). *L. buchneri* ile birlikte ^{HM}LAB içeren inokulantlar anaerobik fermentasyonu teşvik etmekte, sadece ^{HT}LAB içeren inokulantların kullanılmasıyla silaj pH'sının ve KM kaybının önlenmesi tasarlanmaktadır. *L. plantarum*, *L. buchneri* ve *E. faecium* veya *P. pentosaceus* ve *L. buchneri* içeren ^{HM+HT}LAB kombinasyonlu inokulantlarla yapılan silajlarda fermentasyon üzerine olumsuz bir etki gözlenmediği, karışımlarının LA:AA oranlarını ve maya sayısını azalttığı, aerobik stabiliteyi ise iyileştirdiği saptanmıştır (Adesogan 2008). Weinberg ve ark. (2002) buğday ve mısırın silolanmasında ^{HT}LAB ve ^{HM+HT}LAB inokulantını kullandıkları çalışmalarında, ^{HT}LAB katılarak yapılan silajların AA içeriğinin daha yüksek olduğu, küf oluşmadığı ve aerobik stabilitesinin de daha yüksek olduğunu belirlemişlerdir. Taylor ve Kung (2002) ^{HT}LAB içeren inokulantın kullanılmasıyla silajda aerobik stabilitenin önemli düzeyde iyileştiğini, ^{HM+HT}LAB inokulantın ilave edilmesinin ise silaja bir katkı yapmadığını bildirmektedirler.

Fibrolitik ve amilolitik enzimlerin, tek başlarına veya LAB inokulantları ile karışım halinde uygulanması, LAB için bir substrat olarak görev yapmak üzere SÇK'ın arttırmasının yanı sıra, selüloz sindirilebilirliğinin doğrudan arttırılması için de bir araç olarak önerilmiştir (McDonald ve ark. 1991, Weinberg ve ark.1995).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.MATERYAL

3.1.1. Silaj Materyali

Çalışmanın bitkisel materyalini adi fiğ, buğday ve yulaf bitkisi oluşturmuştur. Adi fiğ tam çiçeklenme döneminde, buğday ve yulaf ise süt olum döneminde hasat edilmiştir.

3.1.2. Silajların Hazırlanması

Adi fiğ, buğday ve yulaf karışımı hasıllar silaj makinesinde yaklaşık 1.5-2.0 cm boyutlarında parçalanmıştır. Homojen olacak şekilde karıştırıldıktan sonra taze materyal (TM)'e ilişkin analizler için örnek alınmıştır. Parçalanmış materyaller oksijen geçirgenliği 1.13 cc/m² gün değerine ve 250×200 mm boyutuna sahip 1 litre kapasiteli PVC torbalara yaklaşık 500-600 g arasında doldurulmuş ve laboratuvar tipi vakum makinesinde (CAS CVP 260 PD) havası alınarak silolanmıştır. Her grup için (kontrol, ^{HM}LAB, ^{HT}LAB, ^{HM}LAB+E, ^{HT}LAB+E, ^{HM+HT}LAB+E) 6 adet olmak üzere toplam 36 adet silaj yapılmıştır. Torbalar laboratuvar ortamında 20±2 °C sıcaklıkta tutulmuşlardır. Her gruptan 3'er torba, silolandıktan sonraki 180. günde açılarak kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. 180. günde açılan silajlarda 5 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmış ve söz konusu silajların *in vitro* enzimde organik madde çözünebilirlikleri de saptanmıştır.

3.1.3. Silajlarda Kullanılan Katkı Maddesi

1. ^{HM}LAB: Biyolojik kompozisyonunda *Lactobacillus plantarum* ve *Enterococcus faecium* bakterileri içeren SILAID LAB (Global Nutritech Biotechnology LLC, Richmand, VA) 2. ^{HT}LAB: Biyolojik kompozisyonunda *Lactobacillus buchneri* bakterisi içeren Pioneer 11A44 (Pioneer Hi-Bred International, Des Moines, IA) 3. Enzim: Kompozisyonunda selüloz, pentozanaz ve amilaz içeren SILAID Enzim (Global Nutritech Biotechnology LLC, Richmand, VA)

3.1.4. Katkı Maddelerinin Kullanım Şekli

1. grup kontrol grubu olup katkı maddesi içermemektedir. 2. grupta, ^{HM}LAB kullanılmıştır. 10 kg parçalanmış taze materyal 1x4 m temiz bir alana yayılmıştır. İnokulanttan 20 mg tartılarak üzerine 10 ml çeşme suyu konmuş ve iyice karışması sağlandıktan sonra taze materyal üzerine homojen bir şekilde püskürtülmüştür. 3. grupta, ^{HT}LAB kullanılmıştır. 110 mg

inokulant, 2. grupta açıklandığı gibi taze materyale uygulanmıştır. 4. grupta, ^{HM}LAB ile birlikte enzim kullanılmıştır. 2. grupta açıklandığı gibi taze materyale 10 mg enzim tartılarak uygulanmıştır. 5. Grupta, ^{HT}LAB ile birlikte enzim kullanılmıştır. 3. grupta açıklandığı gibi taze materyale 10 mg enzim tartılarak uygulanmıştır. 6. grupta ise 4. ve 5. gruplar eşit miktarda birbiri ile karıştırılarak ^{HM+HT}LAB+E grubu oluşturulmuştur.

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Silaj Kalitesi Takdiri İçin Kullanılan Yöntemler

Araştırmada kullanılan yemlerin silolama öncesinde pH, Bc, SÇK, mikrobiyolojik analizler, silolama sonrası örneklerde pH, SÇK, NH₃-N, LA ve mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir.

3.2.1.1. pH ölçümü

Taze materyalde ve silajlarda pH değerlerini ölmek amacıyla 50 g örnek 125 ml saf su ilave edilmiş ve oda sıcaklığında zaman zaman karıştırılarak 60 dakika süreyle tutulmuştur. Örnekler filtre kağıdından süzildükten sonra tampon çözeltiler (pH=4 ve pH=7) kullanılarak ayarlanmış olan pH metre aracılığı ile ölçülmüştür (Anonymous 1986).

3.2.1.2. SÇK Analizi

Taze materyal ve silaj örneklerinde SÇK analizi Anonymous (1986)'a göre yapılmıştır. Örnekler kurutulup öğütüldükten sonra hassas terazide 300 ml'lik erlenmayere 200 mg tartılmıştır. Üzerine 200 ml saf su konularak 1 saat çalkalanmış ve sonrasında 125 mm Whatman No:1 filtre kağıdından süzülerek 50 ml berrak ekstrakt elde edilmiştir. Standart eğrilerin hazırlanmasından sonra 2 ml ekstrakt alınarak 150x25 mm'lik borosilikat test tüplerine konulmuştur. Tüpler 10 dakika süre ile buz ve su dolu bir kap içerisinde tutulmuş ve 10 ml antron çözeltisi yavaşça ilave edilmiştir. Tüpün ağzı gevşek olarak kapatıldıktan sonra su banyosunda kaynar suyun içinde 20 dakika tutulmuştur. Süre sonunda tüplerin ağzı açılmış ve hızlı bir şekilde sıcaklığı azaltmak için su ve buz dolu kabın içerisine konmuştur. Bu işlemleri takiben absorbans değerleri 620 nm de 30 dakika içerisinde spektrofotometrede (Shimadzu, UV Mini 1240, Japan) okunmuştur. Örnek ve kör denemeler sonrası tespit edilen absorbans değerlerine denk gelen mg glikoz değerleri arasındaki farklılık 500 katsayısı ile çarpılmıştır. Sonuç, örnek içerisinde yer alan g/kg SÇK miktarı olarak kaydedilmiştir.

3.2.1.3. NH₃-N Analizi

Silaj örneklerinde NH₃-N, silaj örneklerinden elde edilen ekstraktlarda mikro distilasyon metotlarına (Anonymous 1986) göre gerçekleştirilmiştir. Silaj örneklerde NH₃-N tespiti için 20 g'lık taze örnek üzerine 100 ml saf su ilave edilmiş ve 1 saat çalkalanmıştır. Daha sonra 150 mm lik Whatman No 1 filtre kağıdı ile süzülerek elde edilen ekstrakta mikro distilasyon metodu aracılığı ile söz konusu parametre saptanmıştır. Yirmi dakika süreyle buhar verilen mikro distilasyon ünitesine yerleştirilmiş bulunan 100 ml lik balon bölümüne 0.025-1 mg amonyum nitrojen içerecek şekilde bir miktar (y ml, 10 ml'yi aşmamalıdır) ekstrakt konulmuştur. Daha sonra sırasıyla 5 ml amonyum nitrojen çözeltisi (0.661 g/litre amonyum sülfat), 6 ml magnezyum hidroksit çözeltisi (17 g/litre magnezyum oksit) ilave edilmiştir. 100 ml lik bir erlenmayer içerisine 5 ml borik asit çözeltisi (%1 m/V) konulmuş ve soğutucunun alt kısmına yerleştirilmiştir. Erlenmayerde 35-40 ml sıvının 5 dakika içerisinde toplanması sağlayacak şekilde buhar şiddeti ayarlanmıştır. İşlem sonunda erlenmayerin içerisine 2-3 damla metil red- metil blue çözeltisi damlatılmış ve 0.005 Molar sülfürik asit çözeltisi ile renk yeşilden mor renge dönüşünceye kadar titre edilmiştir. Aynı şekilde mikro distilasyon cihazına ekstrakt hariç bütün maddeler konularak kör deneme yürütülmüştür.

3.2.1.4. Organik Asit Analizleri

Silajların LA içerikleri Koç ve Coşkuntuna (2003)'nın bildirdikleri spektrofotometrik yöntem ile belirlenmiştir.

3.2.1.4.1. Laktik Asit Analizleri

Analizin yapılacağı gün -20 °C'de derin dondurucuda saklanan silajlar çıkartılmıştır ve oda sıcaklığında çözülünceye kadar bekletilmişlerdir. Silaj örneğinden 40 g alınmış ve üzerine 360 ml saf su ilave edilmiştir. Çalkalayıcıda 3 dakika karıştırılmış ve Whatman No 1 filtre kağıdından süzümüştür. Süzükten 40 ml alınmış ve üzerine 360 ml saf su ilave edilmiştir. Böylelikle örnekler 1:100 oranında seyreltilmiştir. Hazırlanan son karışımdan otomatik pipet ile 1 ml sıvı tüplere aktarılmış ve üzerine 0.1 ml bakır sülfat (5g CuSO₄/100 ml saf su) ile 6 ml derişik H₂SO₄ eklenmiştir. Tüpler 30 sn vortekste karıştırıldıktan sonra buzlu su içerisinde 5 dk. tutularak soğutulmuştur. Bu süre sonunda tüplere 0.1 ml fenol çözeltisi (%0.5 Na OH/1000 ml saf su +2.5 g PHBP) ilave edilmiş, 30 sn vortekste karıştırılmış ve oda sıcaklığında 10 dk. bekletilmiştir. Daha sonra tüpler 1.5 dk. kaynar suda bekletilmiştir. Buzlu suda soğutulduktan

sonra örnekler spektrofotometre küvetlerine aktarılmış ve 565 nm dalga boyundaki absorbanları spektrofotometre cihazında okunmuştur.

Standart eğrinin oluşturulması

213 mg lityum laktat 500 mL saf su içerisinde çözündürülmüş ve üzerine 0.5 mL %98'lik sülfürik asit ilave edilmiştir (400 µg/mL). Elde edilen çözelti, önce 1:9 (40 µg/mL) daha sonra 1:1 (20 µg/mL, stok çözelti) oranında seyreltilerek kullanılmıştır. Daha sonra stok çözeltilerden 2.5, 5.0, 10.0, 15.0 µg/mL lityum laktat içerecek şekilde yeni karışımlar elde edilmiştir. 1 mL seyreltik bulunan tüplerin içerisine 0.1 mL bakır sülfat ile 6 mL %98'lik sülfürik asit ilave edilmiş, 30 sn vortekste karıştırılmış ve 5 dakika soğuk banyoda tutularak soğumaya bırakılmıştır. Bu süre sonunda tüplere 0.1 mL para hidroxy bi phenol eklenerek, tüpler 30 sn tekrar vortekste karıştırılmış ve 10 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra tüpler 90 saniye kaynar su içerisine daldırılıp çıkartılmış ve soğuması beklendikten sonra 565 nm dalga boyunda spektrofotometre cihazında okunmuş ve standart eğri Microsoft Excel bilgisayar programında oluşturulmuştur.

Hesaplama

Standart eğriden, örneklerin µg/mL' leri okunarak saptanmıştır. Elde edilen örneklerin KM miktarlarına bölünmüş ve silajların KM' de LA içerikleri saptanmıştır.

3.2.1.5. Mikrobiyolojik Analizler

Araştırmada taze materyalde ve silajlardaki *lactobacilli*, maya ve küf sayılarının tespit edilmesine yönelik analizler yapılmıştır. Bu amaçla 10 g silaj örneği alınmış ve 90 ml peptonlu su karıştırılarak 2 dakika boyunca çalkalanmıştır. Stok materyal logaritmik seride dilüsyonlar hazırlandıktan sonra 1 saat içerisinde ekim işlemi gerçekleştirilmiştir. Ekim ortamı olarak *lactobacilli* için MRS Agar, maya ve küfler için ise Malt Ekstrakt Agar kullanılmıştır. Örneklere ait *lactobacilli*, maya ve küf sayımları 30 °C sıcaklıkta 3 günlük inkübasyon dönemini takiben yapılmıştır (Seale ve ark. 1990). Örneklerde belirlenen *lactobacilli*, maya ve küf sayıları logaritma koliform üniteye (kob/g) çevrilmiştir.

3.2.2. Kimyasal Analizler

3.2.2.1. Kuru Madde Analizi

Alüminyum kurutma kapları kurutma dolabında 105 °C sıcaklıkta 2 saat tamamen kuruyana kadar tutulduktan sonra desikatörde alınarak soğutulmuştur. Darası alınan alüminyum kablarn içerisinde yaklaşık 10-15 g silaj örneği tartılmıştır. İçerisinde silaj örneği bulunan kaplar 65 °C sıcaklıktaki kurutma dolabına konulmuş ve tamamen kuruyana kadar kurutma dolabında tutulmuştur. En az 48 saat süre ile kurutma dolabında tutulan kaplar desikatöre alınmış ve oda sıcaklığına gelene kadar bekletilmiştir. Kurumuş silaj örnekleri bulunan kapları hassas terazide tartılmış ve elde edilen tartım sonuçları aşağıda gösterilen formülden yararlanılarak silaj materyalinin % KM içeriği hesaplanmıştır (AOAC 1990).

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

A: Kabın darası, g

B: Kabın darası+Örnek, g

C: Kabın darası+Kuru örnek, g

3.2.2.2. Ham Kül

Kurutma dolabında 105 °C'de en az 2 saat kurutularak sabit ağırlığa gelmiş ve desikatörde soğutulmuş yakma kabına 1 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş silaj örneğinde 2-3 g arasında tartılmıştır. Silaj örneklerinin konulduğu yakma kapları 550 °C sıcaklıktaki yakma fırınına konulmuştur. Örneklerin sabit ağırlığa ulaşana kadar en az 4 saat süreyle kül fırınında konularak kül açık gri-beyaz renge ulaşana kadar en az 3-4 saat yakılmıştır. İşlem sonunda yakma fırını yaklaşık 100-150 °C sıcaklığa kadar soğuması beklenmiş ve yakma kapları desikatöre alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Daha sonra hassas terazide tartımı yapılmıştır. Elde edilen tartım sonuçları aşağıda gösterilen formülden yararlanılarak yem materyalinin % HK içeriği hesaplanmıştır (AOAC 1990).

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

A: Kabın darası, g

B: Kabın darası+Örnek, g

C: Kabın darası+Yanmış örnek, g

3.2.2.3. Ham Protein

Derişik sülfürik asit (H₂SO₄) ile yakılarak içindeki azot (N) önce amonyum sülfata sonrada amonyağa dönüştürülerek titrasyonla amonyaktaki azot miktarına karşılık HP miktarı hesaplanmıştır (AOAC 1990). Ham protein analizi yaş yakma, distilasyon ve titrasyon olmak üzere 3 aşamada gerçekleştirilmiştir.

Bir mm'lik elekten geçirilerek öğütülen silaj örneğinin yaklaşık 1 g tartılarak Kjeldahl tüpüne aktarılmıştır. Reaksiyonu hızlandırmak için 2 adet katalizör tablet kjeldahl tüpün içerisine konulmuştur. Bir disperser yardımıyla derişik H₂SO₄ 15 ml eklenmiştir. Bu işlemde tüp hafifçe eğik tutulup yavaş yavaş döndürülerek tüpün iç yüzeyine yapışan materyalin asit yardımıyla dip kısmına ykanması sağlanmıştır. Tüplerden birisine yem örneği koymadan sadece gerekli kimyasallar ilave edilerek kör deneme yapılmıştır. Köpürme ve taşma olmaması için kjedahl tüpleri 200 °C sıcaklıkta 15-20 dakika süre ile ön yakma yapılmıştır. Daha sonra 380 °C sıcaklıkta 45-60 dakika süreyle yaş yakma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Kjedahl tüpler yakma setinden dışarı alınmış ve soğuması beklenmiştir. Geniş ağızlı 300 ml'lik erlenmayere 50 ml %2'lük borik asit, 3-4 damla indikatör konulmuş ve damıtma aygıtının soğutucu kısmına yerleştirilmiştir. Kjeldahl tüpü distilasyon ünitesindeki yerine takıldıktan sonra üzerine ilk önce yaklaşık 50 ml saf su daha sonra ise 75 ml %40'lık NaOH çözeltisi konulmuştur ve distilasyon işlemine başlanmıştır. Distilasyon sırasında açığa çıkan amonyak, borik asit ile birleşerek amonyum borat kompleksini oluşturmuş ve bordo renk yeşile dönüştürülmüştür. Erlenmayerler içerisinde yaklaşık 150-200 ml distilat birikinceye kadar işleme devaam edilmiştir.

Distilasyon ünitesinden alınan erlenmayerler 0.1 N HCl ile yeşil renk açık pembe renk alıncaya kadar titrasyona tabi tutulmuştur. Kullanılan HCl miktarı kaydedilmiş ve aşağıda belirtilen formülden yararlanılarak % HP içeriği hesaplanmıştır.

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

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 yem miktarı

3.2.2.4. Nötral Deterjan Fiber (NDF)

Nötral çözücü solüsyonunu yapmak amacıyla 90.80 g EDTA ($C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \cdot 2H_2O$) ve 34.05 g sodyum tetra borat ($Na_2B_4O_4 \cdot 10H_2O$) hassas terazide tartılarak geniş bir kaba konulmuştur. Saf su ilave edilmiş ve ısıtma işlemi uygulanarak çözdürülmüştür. Bu çözeltiliye 150 g sodyum lauryl sülfat ($C_{12}H_{25}NaO_4S$) ve 50 ml 2 -etoksietanol eklenmiştir. Diğer bir cam kaba 22.80 g susuz di sodyum hidrojen sülfat (Na_2HPO_4) tartılmış, saf su eklenmiş ve ısıtılarak çözdürülmüştür. Daha sonra bu çözeltili ilk çözeltili ile karıştırılmış ve 5 litreye seyreltilmiştir. Çözelti pH'sı 6.9-7.1 arasında olacak şekilde kontrol edilmiştir. Bir mm'lik elekten geçerek öğütülen yaklaşık 1 g örnek 600 ml'lik behere tartıldıktan sonra beher içerisine 0.5 g sodyum sülfat, 100 ml NDF çözeltisi ile 1 ml decahydronaftalin eklenmiştir. Beherler ısıtıcı düzeneğine yerleştirilmiş ve geri soğutucu ile düzenekte buharlaşmayı engelleyecek şekilde 1 saat süre ile kaynatılmıştır. Kaynama işlemi bittikten sonra filtreli cam kroze (Gooch kroze Por:1) düşük bir vakum altında örnekler süzülerek sıvı kısım uzaklaştırılmıştır. Kalıntı sıcak su (90-100 °C) ve aseton ile yıkanmıştır. Cam krozeler kurutma dolabında 105 °C sıcaklıkta en az 4 saat tutulmuş ve sonrasında desikatöre alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Kurumuş cam krozeler hassas terazide tartılmıştır (B). Tartım sonrası cam krozeler kül fırınında 550 °C sıcaklıkta 3 saat süreyle yakma işleme uygulanmıştır. Süre sonunda kül fırının sıcaklığı 100-150 °C ye düşürüldükten sonra cam krozeler desikatörde soğutulmuş ve hassas terazi de tekrar tartılmıştır (C). Çıkan sonuçlar formüle konularak yem materyalindeki % NDF içeriği hesaplanmıştır (Goering ve Van Soest 1983).

Hesaplama: $NDF (\%) = [(B-C) / A] * 100$

A= Örnek miktarı, g

B= NDF içeren kuru cam kroze ağırlığı, g

C= Yanmış cam krozenin ağırlığı, g

3.2.2.5. Asit Deterjan Fiber (ADF)

Yem örneğinin cetil trimetil amonyum bromidin (CTAB)+ H_2SO_4 çözeltisi ile kaynatılması ve süzme işlemi sonrasında başlıca lignoselüloz ile silikadan oluşan ve ADF olarak isimlendirilen çözünmeyen materyal kalır. Asit deterjan solüsyonunu yapmak amacıyla 20 g CTAB ($C_{19}H_{42}BrN$) tartılmış ve 1 litre 1 N H_2SO_4 çözeltisine karıştırılarak hazırlanmıştır. Bir mm'lik elekten geçerek öğütülen yaklaşık 1 g örnek 600 ml'lik behere tartıldıktan sonra

beher içerisine 100 ml ADF çözeltisi ile 1 ml decahydronaftalin eklenmiştir. Beherler ısıtıcı düzeneğine yerleştirilmiş ve geri soğutucu ile düzenekte buharlaşmayı engelleyecek şekilde 1 saat süre ile kaynatılmıştır. Kaynama işlemi bittikten sonra filtreli cam krozedede (Gooch kroze por:1) düşük bir vakum altında örnekler süzülerek sıvı kısım uzaklaştırılmıştır. Kalıntı sıcak su (90-100 °C) ve aseton ile yıkanmıştır. Cam krozeler kurutma dolabında 105 °C sıcaklıkta en az 4 saat tutulmuş ve sonrasında desikatöre alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Kurumuş cam krozeler hassas terazide tartılmıştır (B). Tartım sonrası cam krozeler kül fırınında 550 °C sıcaklıkta 3 saat süreyle yakma işleme uygulanmıştır. Süre sonunda kül fırınının sıcaklığı 100-150 °C ye düşürüldükten sonra cam krozeler desikatörde soğutulmuş ve hassas terazi de tekrar tartılmıştır (C). Çıkan sonuçlar formüle konularak yem materyalindeki % ADF içeriği hesaplanmıştır (Goering ve Van Soest 1983).

$$\text{Hesaplama: ADF (\%)} = [(B-C) / A] * 100$$

A= Örnek miktarı, g

B= ADF içeren kuru cam kroze ağırlığı, g

B= Yanmış cam krozenin ağırlığı, g

3.2.2.6. Asit Deterjan Lignin (ADL)

Yem örneğinin %72'lik sülfirik asit içeren çözücü solüsyonun (%72'lik H₂SO₄- CTAB) selülozu ayrıştırması ile elde edilen kalıntının kül fırınında yakılması ile kütni de içeren lignin miktarı saptanmıştır. Asit Deterjan Lignin solüsyonunu yapmak amacıyla 20 g CTAB (C₁₉H₄₂BrN) tartılmış ve 1 litre %72'lik H₂SO₄ çözeltisine karıştırılarak hazırlanmıştır. Bir mm'lik elekten geçerek öğütülen yaklaşık 1 g örnek 600 ml'lik behere tartıldıktan sonra beher içerisine 100 ml ADL çözeltisi ile 1 ml decahydronaftalin eklenmiştir. Beherler ısıtıcı düzeneğine yerleştirilmiş ve geri soğutucu ile düzenekte buharlaşmayı engelleyecek şekilde 1 saat süre ile kaynatılmıştır. Kaynama işlemi bittikten sonra filtreli cam krozedede (Gooch kroze por:1) düşük bir vakum altında örnekler süzülerek sıvı kısım uzaklaştırılmıştır. Kalıntı sıcak su (90-100 °C) ve aseton ile yıkanmıştır. Cam krozeler kurutma dolabında 105 °C sıcaklıkta en az 4 saat tutulmuş ve sonrasında desikatöre alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Kurumuş cam krozeler hassas terazide tartılmıştır (B). Tartım sonrası cam krozeler kül fırınında 550 °C sıcaklıkta 3 saat süreyle yakma işleme uygulanmıştır. Süre sonunda kül fırınının sıcaklığı 100-150 °C ye düşürüldükten sonra cam krozeler desikatörde soğutulmuş ve hassas terazi de

tekrar tartılmıştır (C). Çıkan sonuçlar formüle konularak yem materyalindeki % ADL içeriği hesaplanmıştır (Goering ve Van Soest 1983).

$$\text{Hesaplama: ADL (\%)} = [(B-C) / A] * 100$$

A= Örnek miktarı, g

B= ADL içeren kuru cam kroze ağırlığı, g

C= Yanmış cam krozenin ağırlığı, g

Yem materyallerinin HSEL ve SEL içeriklerinin belirlenmesinde NDF, ADF ve ADL analizleri sonrasında elde edilen analiz sonuçlarından yararlanılmış olup, hesaplamada kullanılan formüller aşağıda verilmiştir.

$$\text{Hemiselüloz (\% KM)} = \text{NDF} - \text{ADF}$$

$$\text{Selüloz (\% KM)} = \text{ADF} - \text{ADL}$$

3.2.3. Nispi yem değeri (NYD)

Yem örneklerinde NYD Van Dyke ve Anderson (2000) tarafından geliştirilen eşitlikler kullanılarak saptanmıştır. Yemin ADF içeriğinden yararlanılarak sindirilebilir kuru madde (%SKM), NDF içeriğinden yararlanılarak kuru madde tüketimi (%KMT), SKM ve KMT değerlerinden yararlanılarak da NYD hesaplanmıştır.

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

$$\%KMT = 120 / \% \text{ NDF}$$

$$\text{NYD} = \% \text{ SKM} \times \% \text{ KMT} \times 0.775$$

3.2.4. *In Vitro* Enzimde Organik Madde Sindirilebilirliği

Çalışmada yem materyallerinin *in vitro* enzimde OM çözünebilirlik düzeyinin saptanmasında Naumann ve Bassler (1993) tarafından önerilen selüloz yöntemi kullanılmıştır. Alt kısmı kapatılmış olan süzgeçli cam krozelere (800 °C sıcaklığa dayanıklı, por 1, altı ve üstü kapaklı, 50 ml'lik Gooch krozeler) kurutularak öğütülmüş silajdan 300 mg tartılmıştır. Örneklerin üzerine 40 °C sıcaklıktaki pepsin+HCl çözeltisinden 30 ml ilave edilmiş ve cam kabın üst kısmı kapatılmıştır. Cam kaplar 40 °C sıcaklıktaki inkübatörde tutulmuş ve 5 saat sonra çalkalanmıştır. Cam kaplar inkübatörde 24 saat tutulduktan sonra nişastanın hidrolize

edilmesi amacıyla 80 °C sıcaklığa ayarlı su banyosunda 45 dakika bekletilmiştir. Cam kaplar açılarak içindeki çözelti vakumlarak süzölmüş ve içinde kalan kısım sıcak saf su ile yıkanmıştır. Tekrar alt kısmı kapatılan cam kaplara selöfaz+buffer çözeltisinden 30 ml ilave edilmiş ve 40 °C sıcaklıktaki inkübatörde 24 saat bekletilmiştir. Belirtilen süre sonunda cam kapların kapakları açılmış, çözelti süzölmüş ve sıcak saf su ile yıkanmıştır. Süzme işleminden sonra 105 °C sıcaklıktaki etüvde kurutulmuş ve tartım işlemi yapılmıştır. Cam kaplar 550 °C sıcaklıktaki kül fırınında 90 dakika yakılmış ve tartım gerçekleştirilmiştir.

Analizler sonrası elde edilen sonuçlardan yararlanılarak enzimde çözünen OM miktarları aşağıdaki eşitlikler yardımı ile bulunmuştur.

$$\text{Organik madde sindirilebilirliği, \%} = [B-(A_1-A_2) \times 100]/B-C$$

A₁: 105 °C sıcaklıkta kurutulduktan sonraki dara+örnek ağırlığı, g

A₂: 550 °C sıcaklıkta yandıktan sonraki dara+örnek ağırlığı, g

B: Analize alınan örnek miktarı, g/KM

C: Analize alınan örnekteki kül miktarı, g/KM

3.2.4. Aerobik Bozulmaya Dirence İlişkin Analizler

Silolamanın 60. gününde açılan silajlara 5 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmıştır (Ashbell ve ark. 1991). Aerobik stabilitenin 5. günündeki silajların pH değerleri ve CO₂ üretimleri belirlenmiştir. Ayrıca silajların içerdiği maya ve küf sayıları yapılmıştır.

Araştırmada, aerobik stabilite testinin uygulanması için 1 atm ve 25 °C sıcaklıkta 24 saatteki CO₂ geçirgenlik oranı 15-25 mL /mil/254 m olan stabil, aşınmaya dirençli gaz sızdırmaz özellikteki 1.5 L'lik polietilen şişeler kullanılmıştır. Bir test ünitesinin oluşturulması için polietilen şişe 1 litre ve 0.5 litre hacimde olmak üzere ikiye kesilmiştir. Bir litrelik polietilen şişenin kapak kısmına hava sirkülasyonunu sağlamak için 1 cm çapında delik açılmış ve üzeri telle kapatılmıştır. Daha sonra 0.5 litrelik kesilen kısmın üzerine yerleştirilmiştir. Taze silajdan 250 g örnek alınmış, sıkıştırmadan ünitenin üst kısmına yerleştirilmiş ve ünitenin alt kısmına 100 ml %20'lik KOH çözeltisinden konulmuştur. Oda sıcaklığında 5 gün süreyle ünite bekletilmişlerdir. Silaj örneklerinde aerobik aktivite sonucunda oluşan CO₂ gazı alt kısma çökerek tabandaki KOH içerisinde tutulmuştur. Söz konusu çözeltiden 10 mL alınmış ve 1 N'lik HCl çözeltisiyle pH'sı önce 8.1'e daha sonra ise 3.6'ya düşürölmüştür. Sonuçta pH değerinin

8.1-3.6 arasında harcanan HCl miktarı saptanmış ve CO₂ gazı üretim miktarı aşağıda belirtilen denkleme göre hesaplanmıştır.

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

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

V= %25 KOH çözeltisinin toplam hacmi (mL)

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

TM= taze materyalin ağırlığı (kg)

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

3.3. İSTATİKSEL ANALİZLER

Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde varyans analizi, gruplar arası farklılığın belirlenmesinde ise Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Soysal 1998). Bu amaçla SPSS 15.0 (2006) paket programı kullanılmıştır.

İstatistiksel model aşağıda gösterilmiştir.

$$Y_{ijl} = \mu + \tau_i + \gamma_j + \tau\gamma_{ij} + e_{ijl},$$

μ = genel ortalama; τ_i = döneminin etkisi i; γ_j = çeşidin etkisi j; $\tau\gamma_{ij}$ =vejetasyon dönemi×çeşit interaksyonu; and e_{ijl} =hata.

4. BULGULAR

4.1. SİLAJLARIN FERMANTASYON ÖZELLİKLERİ

4.1.1. Silajların Kimyasal Analizleri

Taze materyal ile silolamanın 180. gününde açılan adi fiğ+buğday+yulaf karışımı silajlarına ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1 ile Şekil 4.1., 4.2., 4.3., 4.4 ve 4.5’de verilmiştir.

Çizelgede verildiği gibi, adi fiğ, buğday ve yulaf karışımı silajlarında kontrol, ^{HM}LAB, ^{HM}LAB+E, ^{HT}LAB, ^{HT}LAB+E ve ^{HM+HT}LAB kullanılan gruplarda KM içerikleri sırasıyla %30.40, 29.26, 29.13, 27.66, 29.67 ve 27.73; pH değeri 4.16, 4.09, 4.03, 4.20, 4.19 ve 4.09; KM’de HK içerikleri %7.14, 6.92, 6.84, 6.57, 7.07 ve 6.71; KM’de HP içerikleri %12.94, 14.92, 13.77, 14.04, 13.56 ve 14.08; NH₃-N içerikleri toplam nitrojen (TN)’de 127.32, 92.84, 95.04, 111.48, 98.29 ve 113.98 g/kg; KM’de SÇK içerikleri 10.56, 8.16, 12.87, 9.07, 11.07 ve 10.34 g/kg, KM’de LA içerikleri ise 49.60, 66.33, 70.34, 53.16, 59.07 ve 65.45 g/kg olarak bulunmuştur.

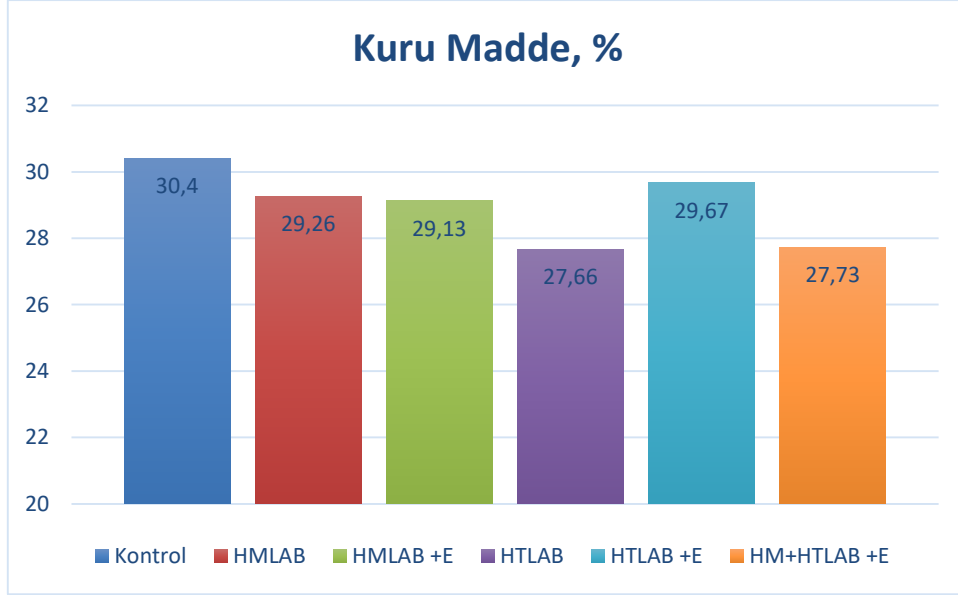
Çizelge 4.1. Silajlara ait kimyasal analiz sonuçları

| Uygulama | KM | pH | HK | HP | NH₃-N | SÇK | LA |
|-------------------------------|-------------------------|------------------------|--------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Taze Materyal | 29.54 | 6,22 | 6.97 | 13.12 | - | 53,75 | - |
| Kontrol | 30.40±0.53 ^a | 4.16±0.03 ^b | 7.14±0.23 | 12.94±0.76 ^c | 127.32±0.81 ^a | 10.56±0.73 ^b | 49.60±3.71 ^d |
| HM_{LAB} | 29.26±0.20 ^b | 4.09±0.01 ^c | 6.92±0.28 | 13.77±0.36 ^{bc} | 95.04±1.51 ^c | 8.16±0.35 ^c | 66.33±5.42 ^{ab} |
| HM_{LAB} +E | 29.13±0.33 ^b | 4.03±0.02 ^c | 6.84±0.71 | 14.92±0.07 ^a | 92.84±6.60 ^c | 12.87±0.95 ^a | 70.34±3.81 ^a |
| HT_{LAB} | 27.66±0.18 ^c | 4.20±0.04 ^a | 6.57±0.16 | 14.04±0.23 ^{ab} | 111.48±10.15 ^b | 9.07±1.32 ^{bc} | 53.16±4.91 ^{cd} |
| HT_{LAB} +E | 29.67±0.16 ^b | 4.19±0.06 ^a | 7.07±0.17 | 14.08±0.96 ^{ab} | 113.98±5.77 ^b | 11.07±1.68 ^{ab} | 59.07±2.72 ^{bc} |
| HM+HT_{LAB} +E | 27.73±0.14 ^c | 4.09±0.02 ^c | 6.71±0.03 | 13.56±0.34 ^{bc} | 98.29±11.91 ^c | 10.34±1.41 ^b | 65.45±4.90 ^{ab} |
| p | <0.001 | 0.001 | 0.364 | 0.018 | 0.001 | 0.005 | <0.001 |

HM: homofermantatif; HT: heterofermantatif; LAB: laktik asit bakteri inokulantı; E: Enzim, Tk: Tamponlama kapasitesi; KM: kuru madde; HK: Ham kül; HP: Ham Protein, SÇK: suda çözünebilir karbonhidratlar; NH₃-N: amonyak azotu; LA: laktik asit; AA: asetik asit

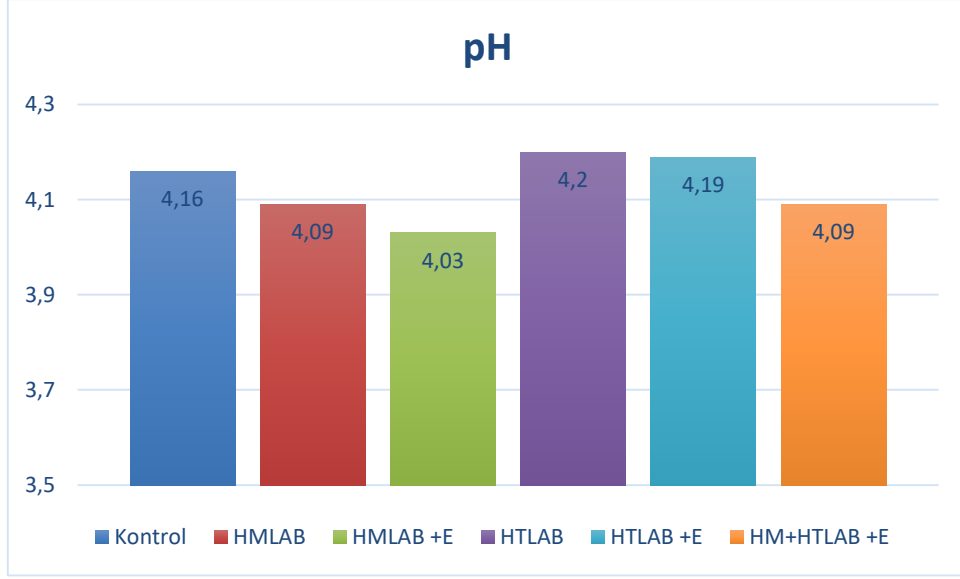
Aynı sütunda belirtilen günlerde farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, P<0.05

Bu çalışmada taze materyalin KM içeriği %29.54 olarak belirlenmiştir. Silajların KM içerikleri %27.66 ile 30.40 arasında saptanmıştır (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.1). En yüksek KM içeriği kontrol silajında belirlenirken, ^{HT}LAB ve ^{HM+HT}LAB+E kullanılan silajlarda önemli düzeyde düşük bulunmuştur (P<0.001).



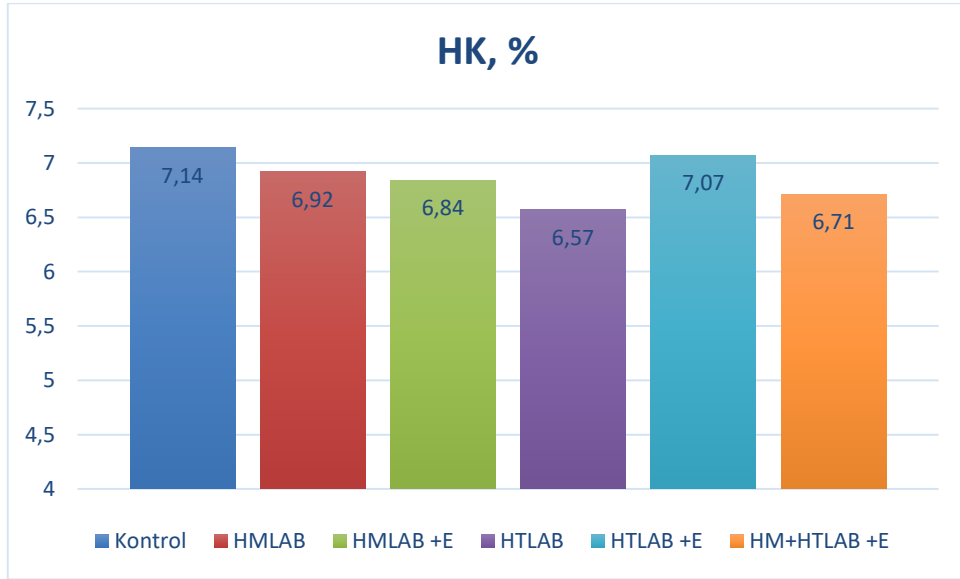
Şekil 4.1. Silajların kuru madde değerleri

Bu çalışmada taze materyalin pH değeri 6.22 olarak belirlenmiştir. Anaerobik fermantasyonun ilk aşamalarında, amaca uygun LA fermantasyonunun gelişebilmesi bakımından önem taşıyan kitle pH'sındaki değerlerin yanı sıra, son ürünün sahip olduğu pH değeri de silaj KM tüketimi üzerinde önemli etkilere sahiptir. Silaj gruplarının pH değerleri arasında görülen farklılık istatistiksel olarak önemli olup, en yüksek pH değerleri ^{HT}LAB (pH 4.20) ve ^{HT}LAB+E (pH 4.19) kullanılan silajlarda, en düşük pH değerinin ise 4.03 ile ^{HM}LAB+E kullanılan silajda gerçekleşmiştir (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2; P<0.001). Çeşitli bildirişlerde kaliteli bir silajda pH değerinin 3.7-4.2 arasında değişim gösterdiği gözlenmektedir (Kung ve Shaver 2001).



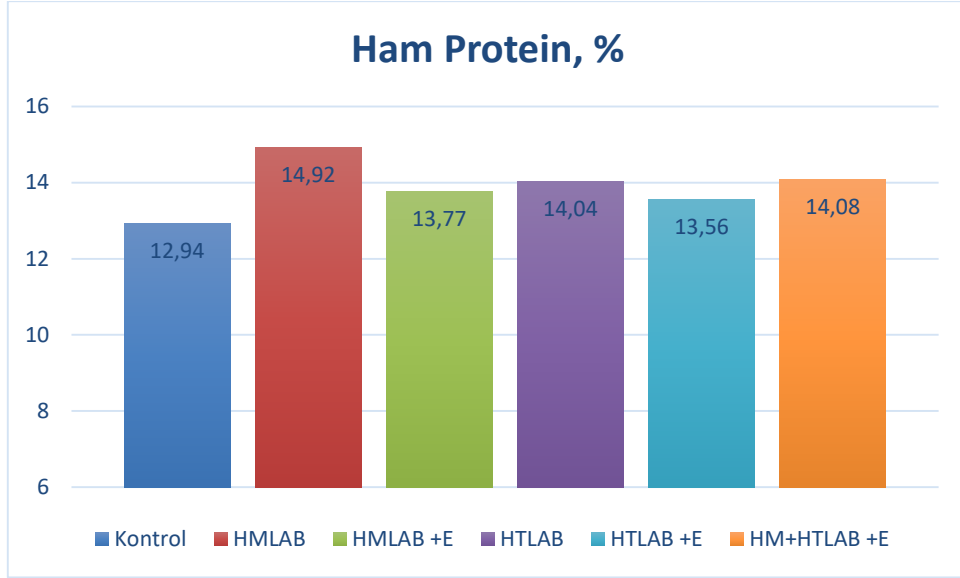
Şekil 4.2. Silajların pH değerleri

Taze materyalin HK içeriği %6.97 olarak belirlendiği bu çalışma da, silajların HK içerikleri %6.57 ile 7.14 arasında saptanmıştır (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.3). Silaj gruplarının HK içerikleri arasında görülen farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).



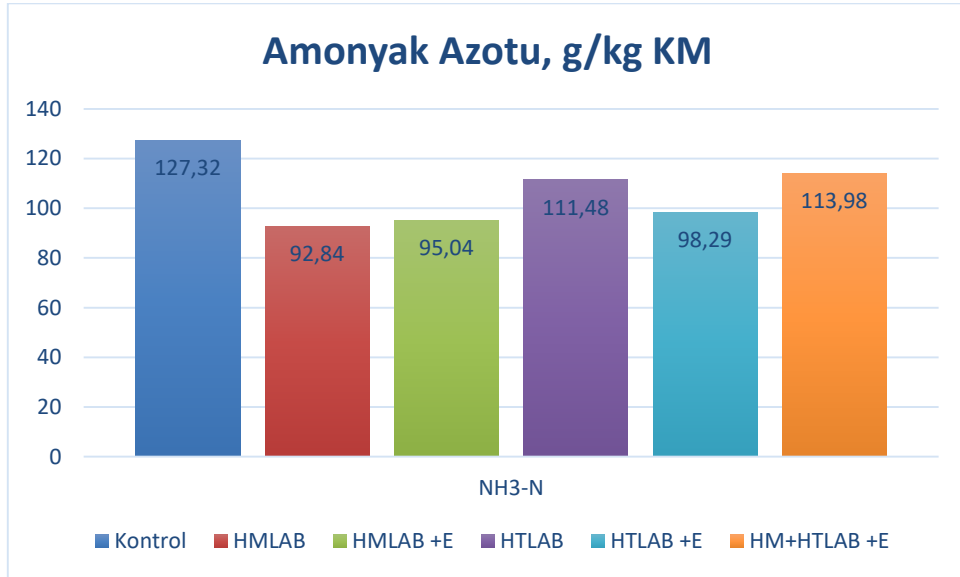
Şekil 4.3. Silajların ham kül değerleri

Taze materyalin HP içeriği %13.12 olarak belirlendiği bu çalışma da, silajların HP içerikleri %12.94 ile 14.92 arasında saptanmıştır (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.3). Silaj gruplarının HP içerikleri arasında görülen farklılıklar istatistiksel olarak önemli olup, en yüksek HP içeriği ^{HM}LAB kullanılan silajda, en düşük HP içeriği ise kontrol silajında gerçekleşmiştir ($P<0.05$).



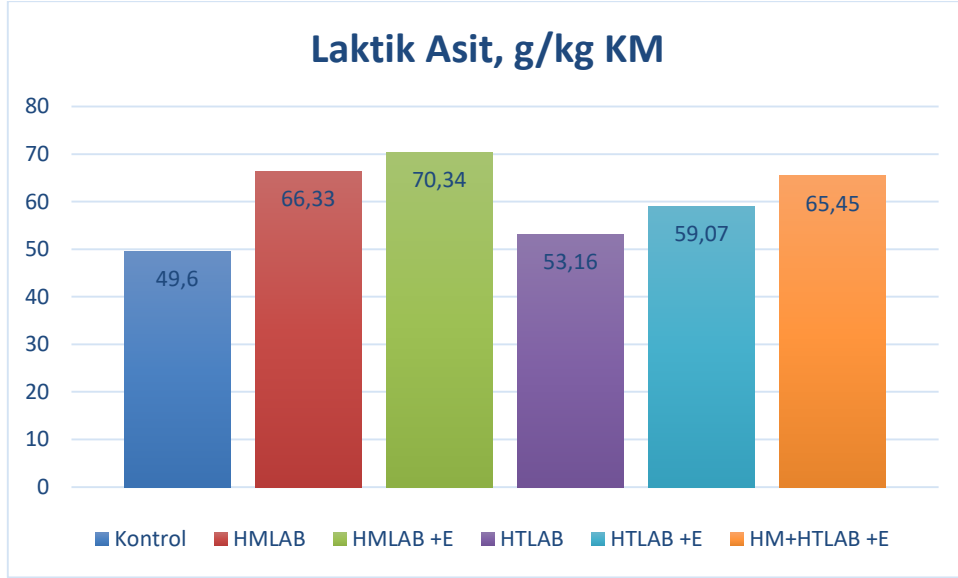
Şekil 4.4. Silajların ham protein değerleri

Silaj gruplarının $\text{NH}_3\text{-N}$ içerikleri arasında görülen farklılıklar istatistiksel olarak önemli olup, en düşük $\text{NH}_3\text{-N}$ düzeyi ^{HM}LAB inokulantının (92.84 g/kg KM) kullanıldığı silajda saptanırken, en yüksek değer kontrol silajında (127.32 g/kg KM) tespit edilmiştir (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.3; $P < 0.001$).



Şekil 4.5. Silajların amonyak azotu değerleri

Bu çalışmada silajların LA içerikleri 49.60 ile 70.34 g/kg KM arasında saptanmıştır (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.1). En yüksek LA içeriği ^{HM}LAB+E silajında belirlenirken, kontrol silajında önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($P < 0.001$).



Şekil 4.6. Silajların laktik asit değerleri

4.1.2. Silajların Mikrobiyolojik Analizleri

Araştırmada taze materyal ve 180. gününde gerçekleştirilen açım sonrası elde edilen silajların mikrobiyolojik analizler sonuçlarına ait bulgular Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Silajlara ait mikrobiyolojik analiz sonuçları, log₁₀ kob/g KM

| Uygulama | <i>Lactobacilli</i> | Maya | Küf |
|-------------------------|--------------------------|------------------------|------|
| Taze Materyal | 3.54 | 4.70 | 0.00 |
| Kontrol | 6.46±0.12 ^{bc} | 2.56±0.03 ^d | 0.00 |
| ^{HM} LAB | 7.05±0.28 ^a | 3.38±0.01 ^a | 0.00 |
| ^{HM} LAB +E | 6.84±0.24 ^{ab} | 3.08±0.08 ^b | 0.00 |
| ^{HT} LAB | 6.57±0.14 ^{bc} | 2.64±0.09 ^d | 0.00 |
| ^{HT} LAB +E | 6.29±0.35 ^c | 2.84±0.04 ^c | 0.00 |
| ^{HM+HT} LAB +E | 6.63±0.23 ^{a-c} | 2.63±0.07 ^d | 0.00 |
| <i>p</i> | 0.028 | <0.001 | |

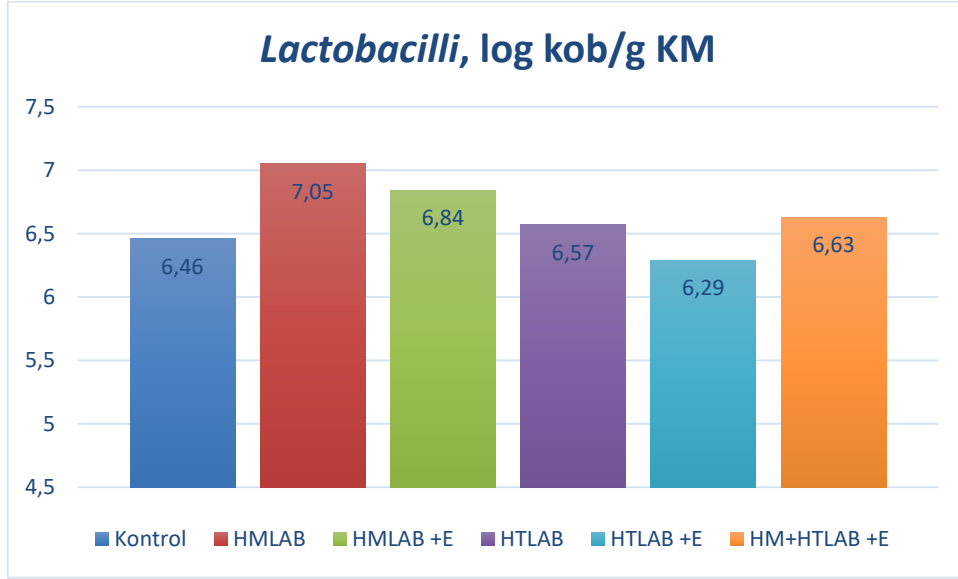
HM: homofermantatif; HT: heterofermantatif; LAB: laktik asit bakteri inokulanı; E: Enzim,

*Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, P<0.05

Çizelgede verildiği gibi, adi fiğ, buğday ve yulaf karışımı silajlarında kontrol, ^{HM}LAB, ^{HM}LAB+E, ^{HT}LAB, ^{HT}LAB+E ve ^{HM+HT}LAB kullanılan gruplarda *lactobacilli* sayıları 6.46,

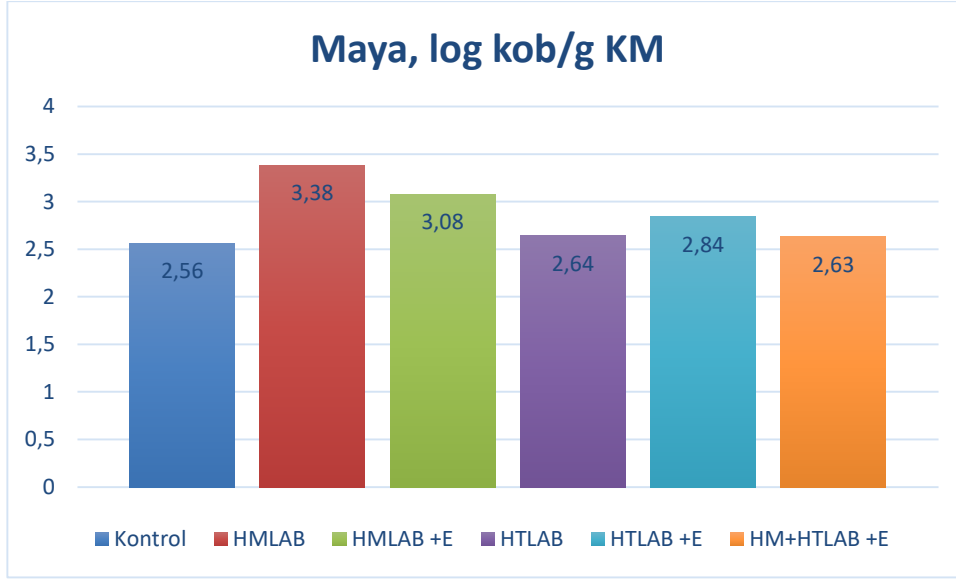
7.05, 6.84, 6.57, 6.29 ve 6.63 log₁₀ cfu/g KM; maya sayıları 2.56, 3.38, 3.08, 2.64, 2.84 ve 2.63 log₁₀ cfu/g KM olarak bulunmuştur.

Bu çalışma da taze materyalin *lactobacilli* sayısı 3.54 log kob/g KM olarak belirlenmiştir. Silajların *lactobacilli* sayıları 6.29 ile 7.05 log kob/g KM arasında saptanmıştır (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.7). En yüksek *lactobacilli* sayısı ^{HM}LAB silajında belirlenirken, kontrol silajında önemli düzeyde düşük bulunmuştur (P<0.05).



Şekil 4.7. Silajların *lactobacilli* değerleri

Bu çalışma da taze materyalin maya sayısı 4.59 log kob/g KM olarak belirlenmiştir. Silajların maya sayıları 2.56 ile 3.38 log kob/g KM arasında saptanmıştır (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.8). En yüksek maya sayısı ^{HM}LAB silajında belirlenirken, kontrol silajında önemli düzeyde düşük bulunmuştur (P<0.05).



Şekil 4.8. Silajların maya değerleri

4.2. Silajların Aerobik Stabilite

Silajların açıldıktan sonraki 5 günlük aerobik stabilitelerine ilişkin analiz sonuçları Çizelge 4.3 ile Şekil 4.10, 4.11, 4.12 ve 4.13’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Silajlarına ait aerobik stabilite sonuçları

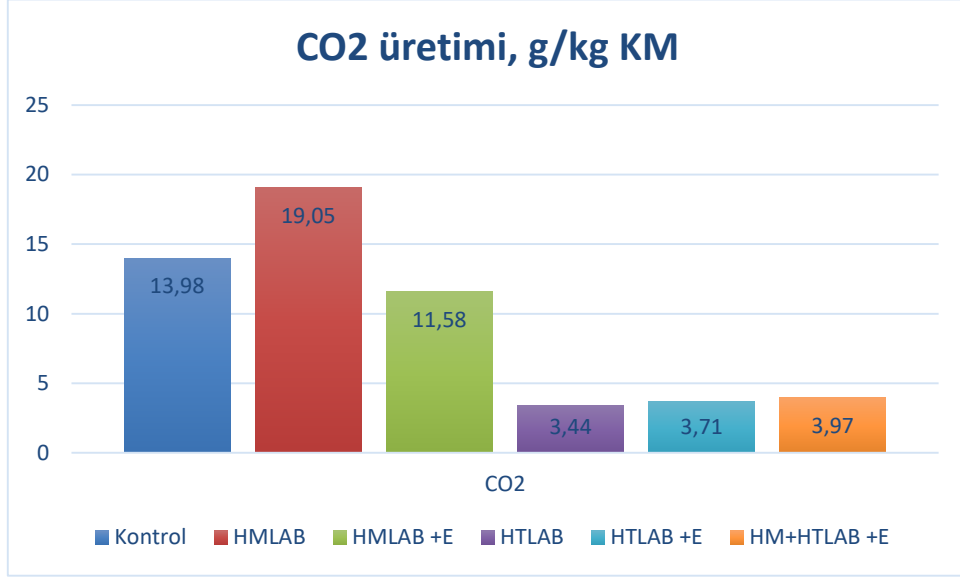
| KATKI | pH | CO ₂ g/kg KM | Maya log ₁₀ kob/g KM | Küf log ₁₀ kob/g KM |
|--------------------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| Kontrol | 4.29±0.01 ^a | 13.98±0.03 ^b | 4.57±0.01 ^a | 3.04±0.08 ^a |
| HM¹LAB | 4.29±0.09 ^a | 19.05±2.70 ^a | 4.10±0.08 ^c | 2.62±0.09 ^b |
| HM¹LAB +E | 4.30±0.01 ^a | 11.58±0.51 ^b | 4.28±0.07 ^b | 2.52±0.04 ^c |
| HT¹LAB | 4.22±0.02 ^b | 3.44±0.99 ^c | 3.36±0.10 ^e | 0.00±0.00 ^d |
| HT¹LAB +E | 4.16±0.02 ^b | 3.71±0.02 ^c | 3.50±0.14 ^e | 0.00±0.00 ^d |
| HM+HT¹LAB +E | 4.19±0.01 ^b | 3.97±0.02 ^c | 3.92±0.03 ^d | 0.00±0.00 ^d |
| <i>p</i> | 0.003 | <0.001 | <0.001 | <0.001 |

HM: homofermantatif; HT: heterofermantatif; LAB: laktik asit bakterisi inokulanı; E: enzim, CO₂: karbondioksit

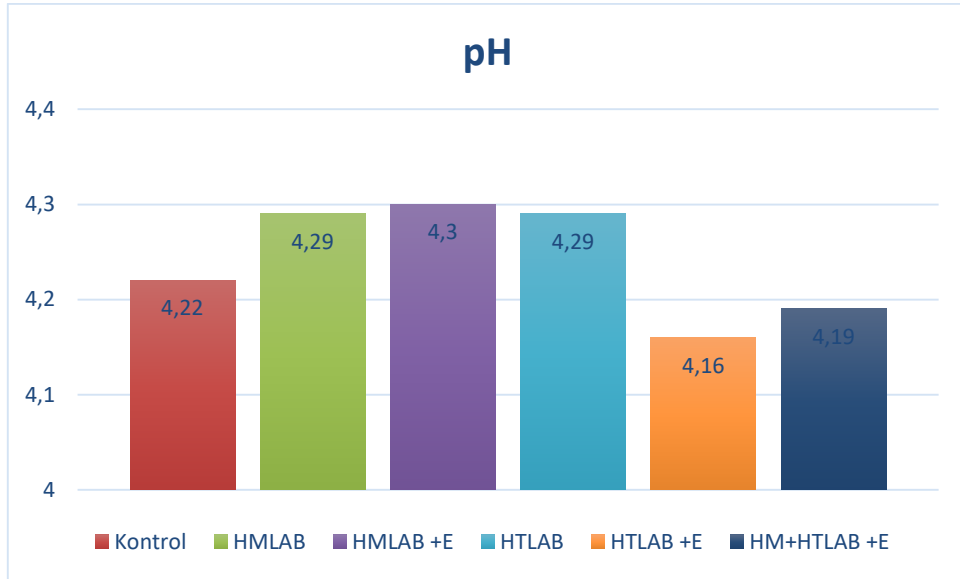
*Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, P<0.05

Çizelgede verildiği gibi, adi fiğ, buğday ve yulaf karışımı silajlarında kontrol, HM¹LAB, HM¹LAB+E, HT¹LAB, HT¹LAB+E ve HM+HT¹LAB kullanılan gruplarda aerobik stabilite sonrası pH değerleri sırasıyla 4.29, 4.29, 4.30, 4.22, 4.16 ve 4.19; CO₂ üretimleri 13.98, 19.05, 11.58, 3.44,

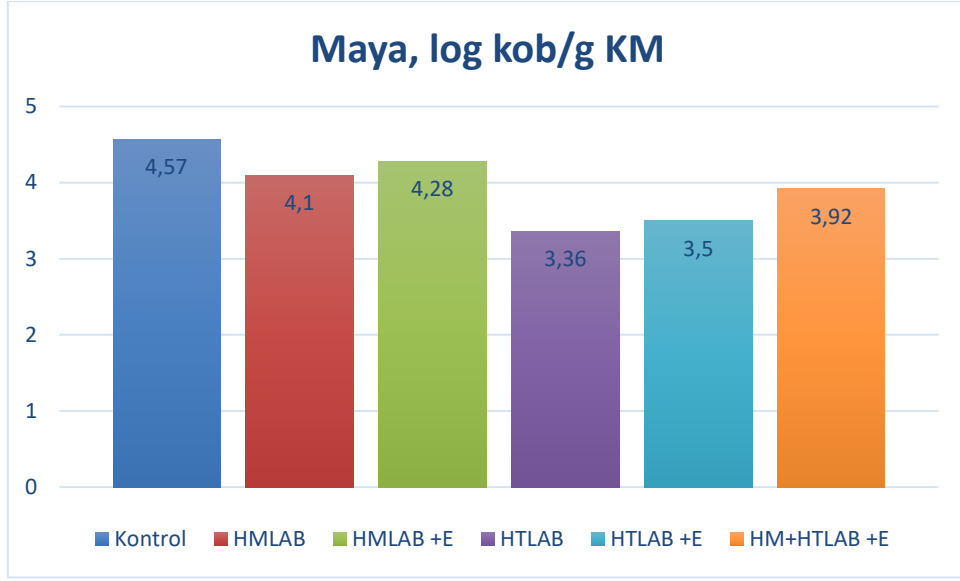
3.71 ve 3.97; maya sayıları 4.57, 4.10, 4.28, 3.36, 3.50 ve 3.92 log₁₀ cfu/g KM; küf sayıları 3.04, 2.62, 2.52, 0.00, 0.00 ve 0.00 log₁₀ cfu/g KM olarak bulunmuştur.



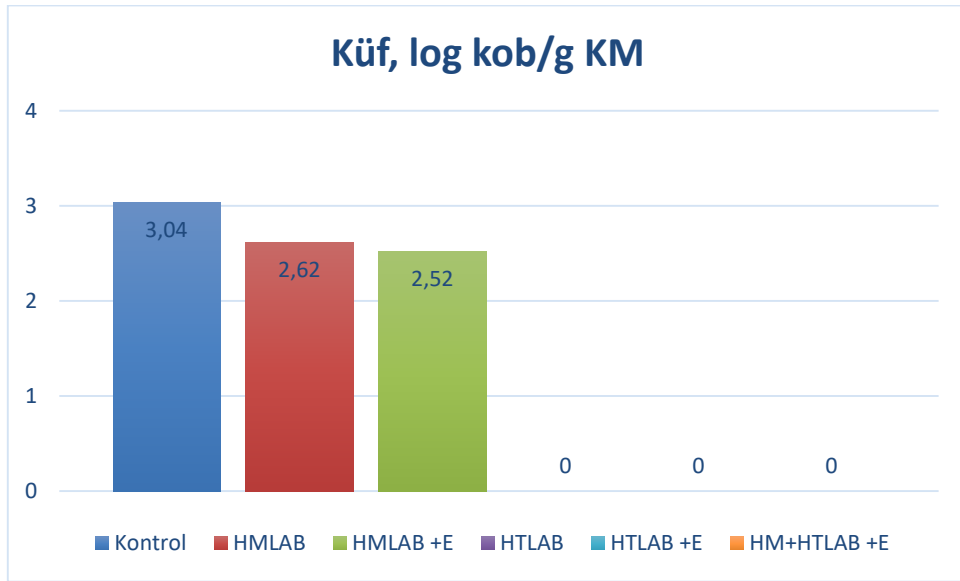
Şekil 4.9. Beş günlük aerobik dönem sonunda silajlardaki CO₂ üretimi



Şekil 4.10. Beş günlük aerobik dönem sonunda silajlardaki pH değerleri



Şekil 4.11. Beş günlük aerobik dönem sonunda silajlardaki maya sayıları



Şekil 4.12. Beş günlük aerobik dönem sonunda silajlardaki küf sayıları

Silajların hava ile temas ettikleri bu 5 günlük süre içerisinde, heterofermantatif LAB (^{HT}LAB , $^{HT}LAB+E$ ve $^{HM+HT}LAB+E$) grubundaki silajların pH değerleri kontrol ve homofermantatif LAB (^{HM}LAB ve $^{HM}LAB+E$) kullanılan silajlara göre önemli düzeyde düşük saptanmıştır ($P<0.001$). Silajların CO_2 üretimi, maya ve küf sayıları heterofermantatif LAB (^{HT}LAB , $^{HT}LAB+E$ ve $^{HM+HT}LAB+E$) kullanılan silajlarda önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($P<0.05$).

4.4. Silajların Hücre Duvarı Bileşenleri

Araştırmada taze materyal ve 180. gününde gerçekleştirilen açım sonrası elde edilen silajların hücre duvarı bileşenlerine ait analizler sonuçlarına Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Silajların hücre duvarına ilişkin analiz sonuçları

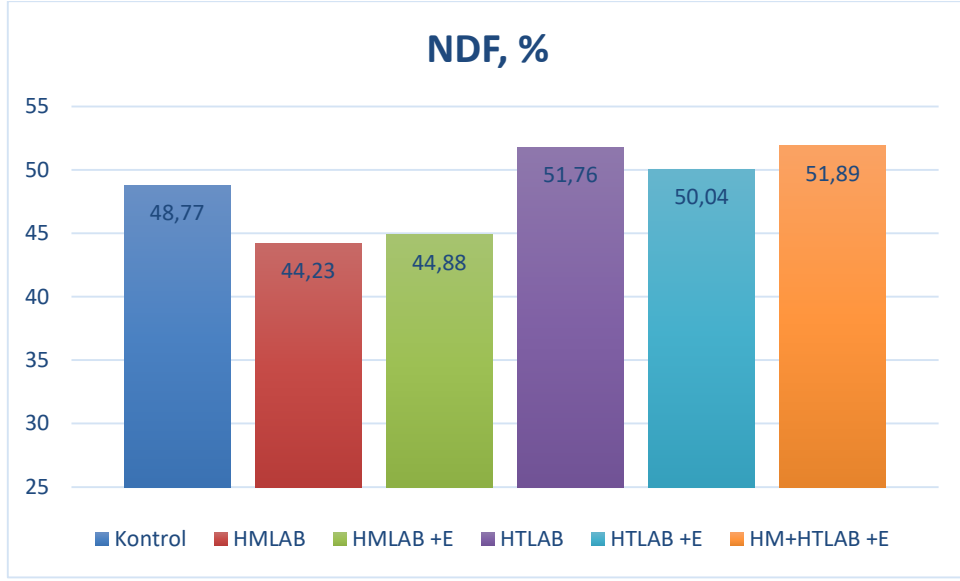
| Uygulama | NDF | ADF | ADL | HSEL | SEL |
|-------------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Taze Materyal | 50.23 | 34.72 | 4.70 | 15.51 | 30.02 |
| Kontrol | 48.77±0.39 ^a | 34.69±0.54 ^{a-c} | 4.16±1.18 ^b | 14.08±0.88 ^{bc} | 30.53±0.86 ^{ab} |
| ^{HM}LAB | 44.23±1.69 ^b | 35.44±0.65 ^{ab} | 5.26±0.76 ^{ab} | 8.79±1.50 ^d | 30.19±0.49 ^{ab} |
| ^{HM}LAB +E | 44.88±1.09 ^b | 32.77±1.00 ^{cd} | 4.19±0.46 ^b | 12.11±0.86 ^c | 28.58±0.59 ^{bc} |
| ^{HT}LAB | 51.76±1.55 ^a | 36.24±1.13 ^a | 4.22±1.05 ^b | 15.52±1.18 ^b | 32.02±1.79 ^a |
| ^{HT}LAB +E | 50.04±1.66 ^a | 33.94±1.64 ^{b-d} | 6.00±0.44 ^a | 16.10±1.48 ^b | 27.95±1.92 ^c |
| ^{HM+HT}LAB +E | 51.89±2.66 ^a | 32.41±0.92 ^d | 4.00±0.47 ^b | 19.48±2.64 ^a | 28.41±0.51 ^{bc} |
| <i>p</i> | <0.001 | 0.005 | 0.047 | <0.001 | 0.009 |

HM: homofermantatif; HT: heterofermantatif; LAB: laktik asit bakteri inokulantı; E: enzim; NDF: nötral çözücülerde çözünmeyen karbonhidratlar; ADF: asit çözünmeyen karbonhidratlar; ADL: asit çözücülerde çözünmeyen lignin; HSEL: NDF-ADF; SEL: ADF-ADL

*Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, P<0.05

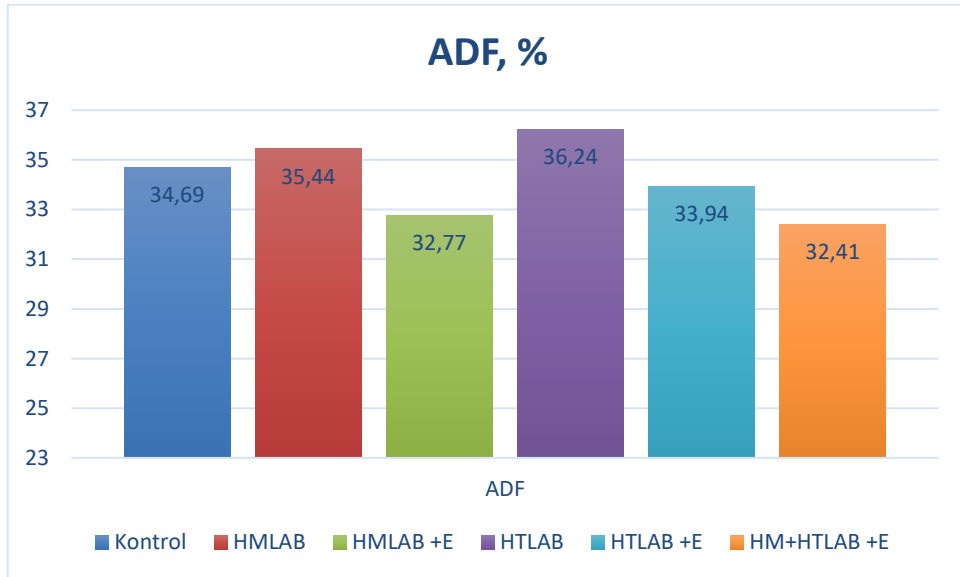
Çizelgede verildiği gibi, taze materyalin NDF, ADF, ADL, HSEL ve SEL içeriklerinin sırasıyla %50.23, 34.72, 4.70, 15.51 ve 30.02 olarak saptandığı bu çalışmada; adi fiğ, buğday, yulaf karışımı silajlarında kontrol, ^{HM}LAB, ^{HM}LAB+E, ^{HT}LAB, ^{HT}LAB+E ve ^{HM+HT}LAB kullanılan gruplarda NDF içerikleri sırasıyla %48.77, 44.23, 44.88, 51.76, 50.04 ve 51.89; ADF içerikleri %34.69, 35.44, 32.77, 36.24, 33.94 ve 32.41; ADL içerikleri %4.16, 5.26, 4.19, 4.22, 6.00 ve 4.00; HSEL içerikleri %14.08, 8.79, 12.11, 15.52, 16.10 ve 19.48; SEL içerikleri ise %30.53, 30.19, 28.58, 32.02, 27.95 ve 28.41 olarak bulunmuştur.

Silajların NDF içerikleri üzerinde LAB inokulantlarının etkileri önemli bulunmuştur (P<0.001). Altmış günlük silolama sonrası heterofermantatif LAB kullanılan silajların (^{HT}LAB, ^{HT}LAB+E ve ^{HM+HT}LAB+E) NDF içeriklerinde başlangıç materyaline göre bir miktar artış olmuştur. Homofermantatif LAB (^{HM}LAB ve ^{HM}LAB+E) kullanılan silajlarda NDF içerikleri diğer silajlara göre önemli düzeyde düşük bulunmuştur (P<0.001, Şekil 4.14).



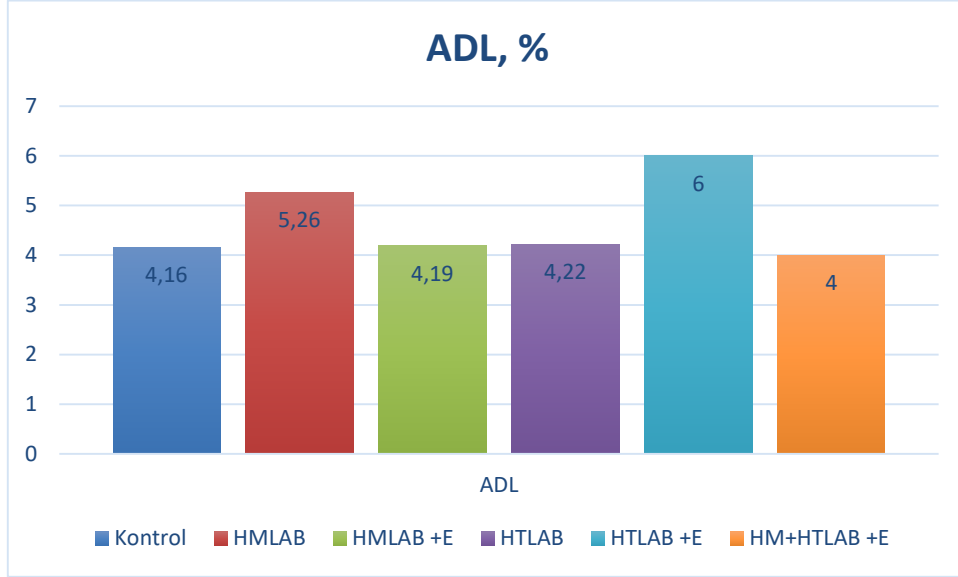
Şekil 4.13. Silajların NDF değerleri

Silajların ADF içerikleri üzerinde LAB inokulantlarının etkileri önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Yüzseksen günlük silolama sonrası LAB+E kullanılan silajların ($^{HM}LAB+E$, $^{HT}LAB+E$ ve $^{HM+HT}LAB+E$) ADF içerikleri diğer silajlara göre önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($P < 0.01$, Şekil 4.15).



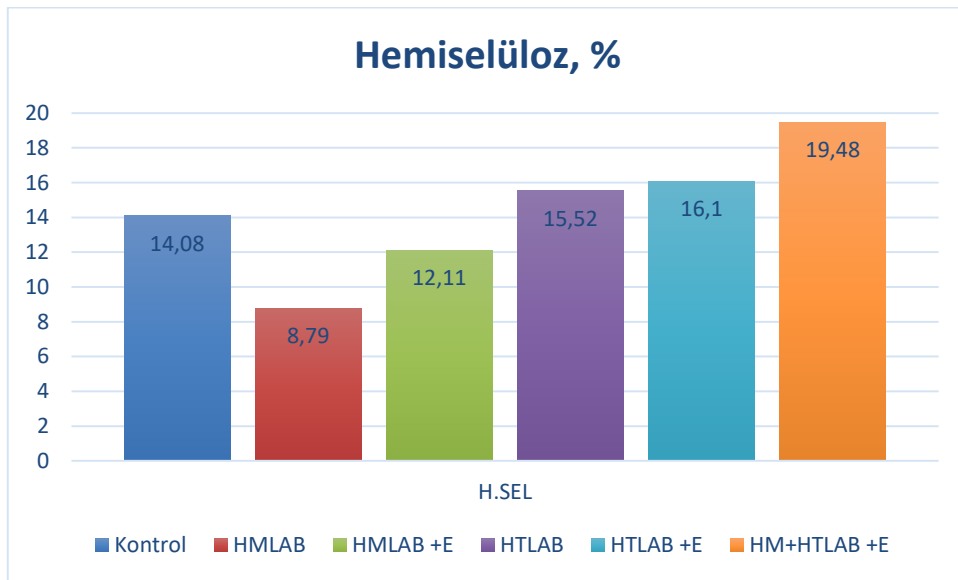
Şekil 4.14. Silajların ADF değerleri

Silajların ADL içerikleri üzerinde LAB inokulantlarının etkileri önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Yüzseksen günlük silolama sonrası $^{HM+HT}$ LAB+E kullanılan silajların ADL içerikleri diğer silajlara göre önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($P<0.01$, Şekil 4.16).



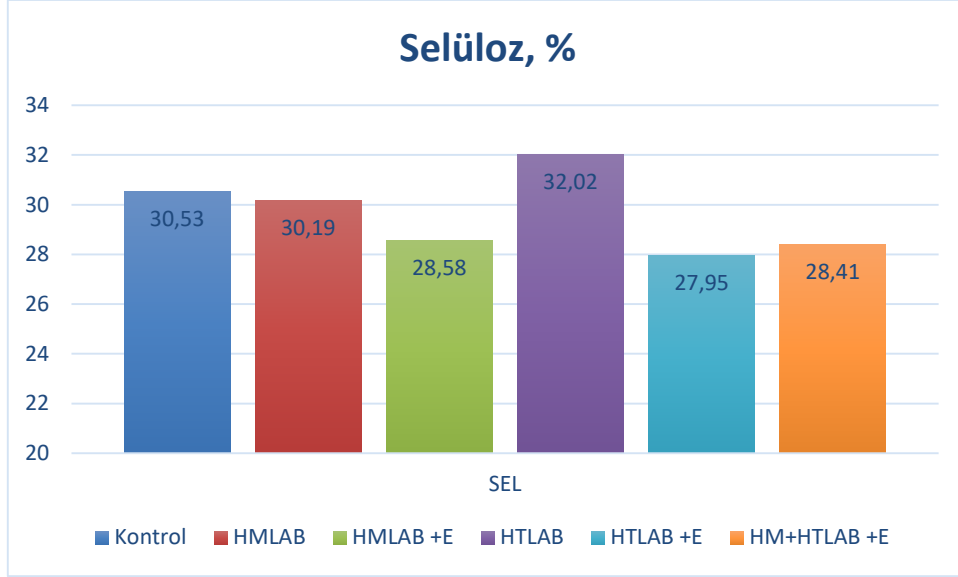
Şekil 4.15. Silajların ADL değerleri

Silajların HSEL içerikleri üzerinde LAB inokulantlarının etkileri önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Yüzseksen günlük silolama sonrası homofermantatif LAB (HM LAB ve HM LAB+E) kullanılan silajların HSEL içerikleri diğer silajlara göre önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($P<0.01$, Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Silajların HSEL değerleri

Silajların SEL içerikleri üzerinde LAB inokulantlarının etkileri önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Yüzseksen günlük silolama sonrası LAB+E kullanılan silajların ($^{HM}LAB+E$, $^{HT}LAB+E$ ve $^{HM+HT}LAB+E$) SEL içerikleri diğer silajlara göre önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($P<0.01$, Şekil 4.15).



Şekil 4.17. Silajların SEL değerleri

Araştırmada 180. gününde gerçekleştirilen açım sonrası elde edilen silajların SKM, KMT ve NYD değerleri Çizelge 4.5’de ile Şekil 4.19, Şekil 4.20 ve Şekil 4.21’de verilmiştir.

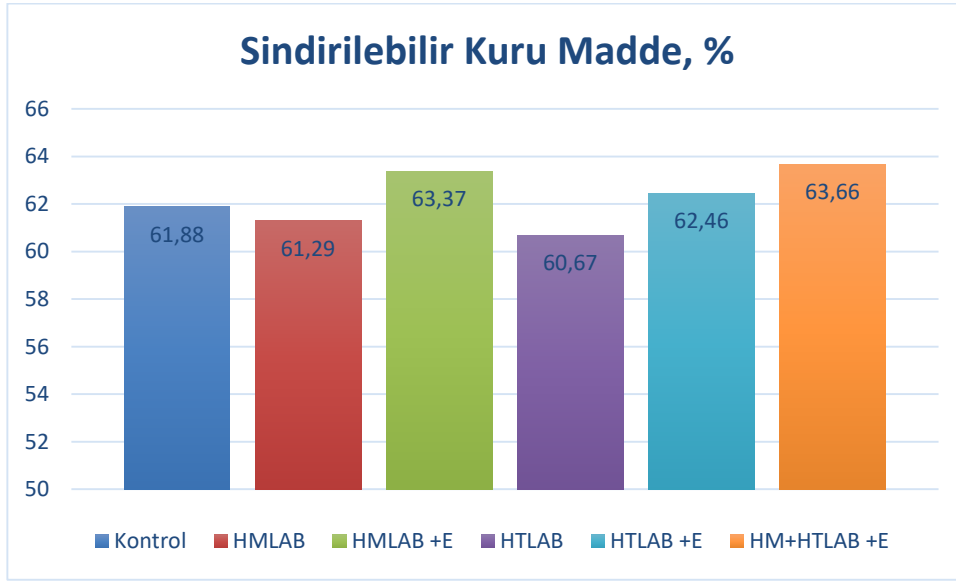
Çizelge 4.5. Silajların Nispi Yem Değerine ait sonuçları

| Uygulama | SKM | KTM | NYD |
|------------------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|
| Kontrol | 61.88±0.42 ^{b-d} | 2.46±0.02 ^b | 118.00±0.57 ^b |
| ^{HM}LAB | 61.29±0.51 ^{cd} | 2.72±0.10 ^a | 129.01±5.54 ^a |
| $^{HM}LAB +E$ | 63.37±0.78 ^{ab} | 2.67±0.07 ^a | 131.37±4.43 ^a |
| ^{HT}LAB | 60.67±0.88 ^d | 2.32±0.07 ^b | 109.08±4.42 ^b |
| $^{HT}LAB +E$ | 62.46±1.28 ^{a-c} | 2.40±0.08 ^b | 116.19±5.67 ^b |
| $^{HM+HT}LAB +E$ | 63.66±0.72 ^a | 2.32±0.12 ^b | 114.30±6.42 ^b |
| <i>p</i> | 0.005 | <0.001 | 0.001 |

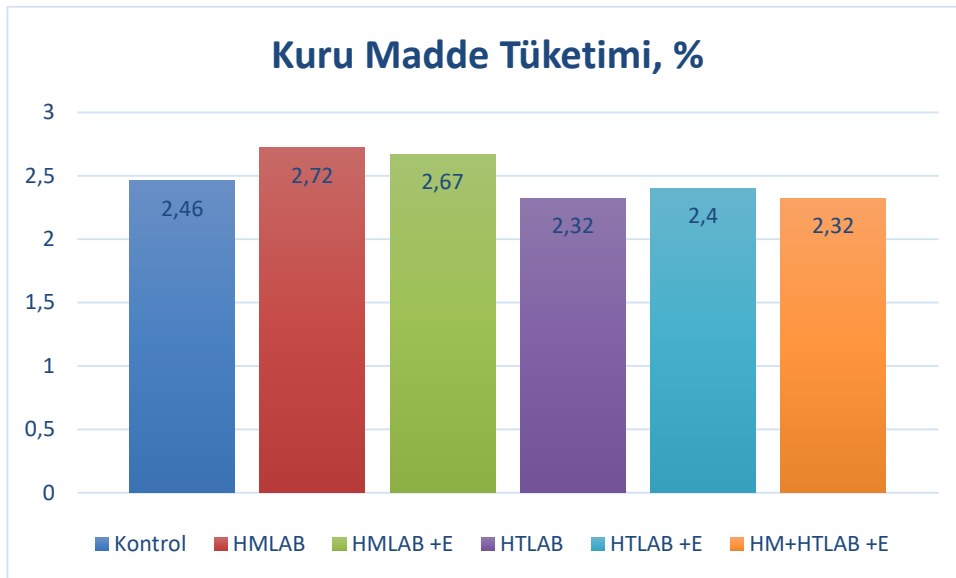
HM: homofermantatif; HT: heterofermantatif; LAB: laktik asit bakteri inokulantı; E: enzim; SKM: sindirilebilir kuru madde; KMT: kuru madde tüketimi; NYD: nispi yem değeri

* Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, $P<0.05$

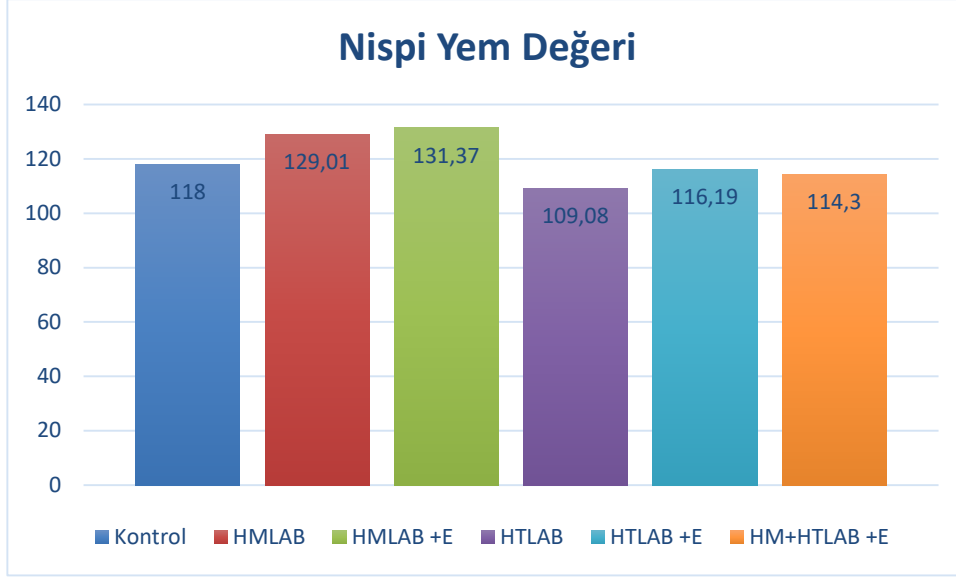
Çizelge 4.5’den de görüldüğü gibi adi fiğ, buğday ve yulaf karışımı silajlarında kontrol, ^{HM}LAB, ^{HM}LAB+E, ^{HT}LAB, ^{HT}LAB+E ve ^{HM+HT}LAB kullanılan gruplarda SKM’leri sırasıyla %48.77, 44.23, 44.88, 51.76, 50.04 ve 51.89; KTM’leri %34.69, 35.44, 32.77, 36.24, 33.94 ve 32.41; NYD’leri %4.16, 5.26, 4.19, 4.22, 6.00 ve 4.00 olarak bulunmuştur. Farklı düzeylerde LAB+E kullanımı silajların SKM ve NYD’lerini önemli oranda artırırken (P<0.001), KTM’leri üzerinde ki etkisi ise önemsiz bulunmuştur (P>0.05).



Şekil 4.18. Silajların SKM değerleri



Şekil 4.19. Silajların KM değerleri



Şekil 4.20. Silajların NYD değerleri

4.4. Silajların *In Vitro* Organik Madde Sindirilebilirliği

Araştırmada silajların OMS ve ME değerleri Çizelge 4.6 ile Şekil 4.22 ve Şekil 4.23'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Silajlara ait organik madde sindirilebilirliği ve metabolik enerji değerlerine ait analiz sonuçları

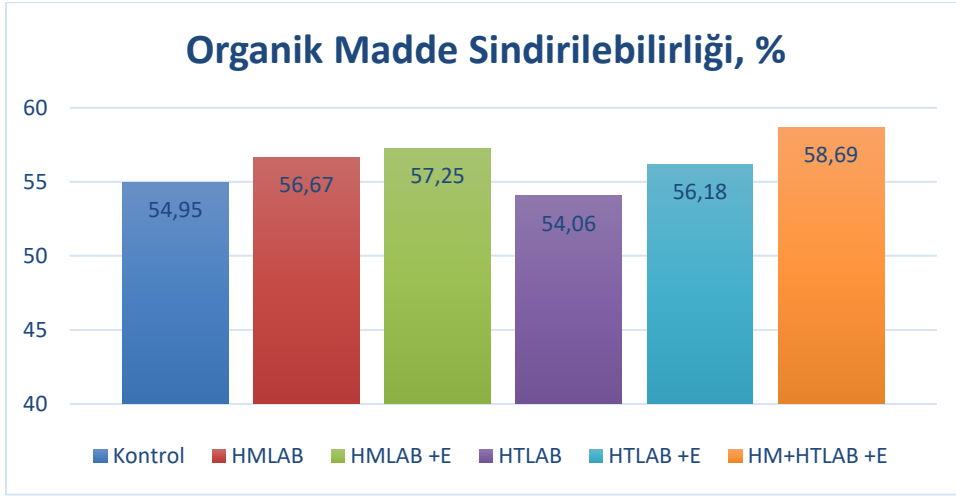
| Uygulama | OMS, % | ME, MJ/kg KM |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Kontrol | 54.95±1.24 ^{bc} | 8.12±0.17 ^c |
| HM_LLAB | 56.67±0.72 ^{ab} | 8.40±0.06 ^{ab} |
| HM_LLAB +E | 57.25±1.43 ^{ab} | 8.46±0.16 ^{ab} |
| HT_LLAB | 54.06±1.06 ^c | 8.12±0.15 ^c |
| HT_LLAB +E | 56.18±1.06 ^{bc} | 8.29±0.11 ^{bc} |
| HM+HT_LLAB +E | 58.69±1.57 ^a | 8.65±0.18 ^a |
| p | 0.007 | 0.005 |

HM: homofermantatif; HT: heterofermantatif; LAB: laktik asit bakteri inokulantı; E: enzim; OMS: Organik madde sindirilebilirliği, ME: Metabolik enerji

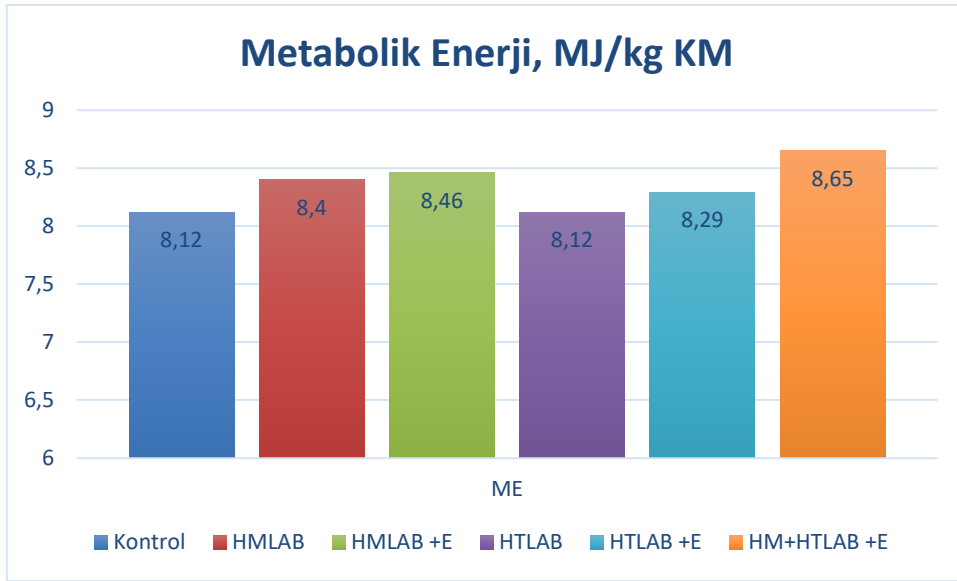
*Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, P<0.05

Çizelge 4.6'dan da görüldüğü gibi adi fiğ, buğday ve yulaf karışımı silajlarında kontrol, HM_LLAB, HM_LLAB+E, HT_LLAB, HT_LLAB+E ve HM+HT_LLAB kullanılan gruplarda *in vitro* OMS

içerikleri sırasıyla %54.95, 56.67, 57.25, 54.06, 56.18 ve 58.67; ME değerleri 8.12, 8.40, 8.46, 8.12, 8.29 ve 8.65 MJ/kg KM olarak bulunmuştur.



Şekil 4.21. Silajların OMS değerleri



Şekil 4.22. Silajların ME değerleri

5. TARTIŞMA

Araştırmada kullanılan ^{HM}LAB , ^{HT}LAB , $^{HM}LAB+E$, $^{HT}LAB+E$ ve $^{HM+HT}LAB+E$ inokulantlarının adi fiğ, buğday ve arpa karışımı silajının kimyasal kompozisyonu üzerindeki etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. En etkin fermantasyon ^{HM}LAB ve $^{HM}LAB+E$ inokulantlarının kullanıldığı silajlarda gerçekleşmiştir. Söz konusu inokulantlar silajların pH'sını ve SÇK içeriğini düşürerek, diğer silajlara göre daha fazla LA üretmişlerdir. Diğer yandan ^{HT}LAB ve $^{HT}LAB+E$ inokulantlarının kullanıldığı silajların pH'ları diğer gruplardan yüksek bulunurken, söz konusu inokulantlar daha az LA üretmişlerdir.

Taze materyalin KM içeriğinin %30.78 olarak belirlendiği araştırmada, silajların KM içerikleri %27.66-30.40 arasında değişmiştir. Laktik asit bakteri inokulantlarının KM içerikleri kontrol grubuna göre önemli düzeyde daha düşük bulunmuştur ($P<0.05$). Filya ve ark. (2006) ile Kleinschmit ve Kung (2006a)'da ^{HM}LAB ve/veya ^{HT}LAB 'nin silajların KM içeriğini etkilemediğini belirlemişlerdir.

Homofermantatif LAB (^{HM}LAB , $^{HM}LAB+E$ ve $^{HM+HT}LAB+E$) inokulantlarının kullanımı adi fiğ, buğday ve arpa karışımı silajlarının pH'sını önemli düzeyde azaltmıştır ($P<0.001$). Heterofermantatif LAB (^{HT}LAB , $^{HT}LAB+E$) inokulantları ise silajların pH'sını kontrol silajı ile ^{HM}LAB inokulantlarının kullanıldığı silajlara göre az düşürmüşlerdir. Bu durum ^{HT}LAB 'nin ^{HM}LAB 'ne göre daha düşük hızda LA üretmeleri ile açıklanabilir. Nitekim ^{HT}LAB inokulantlarının kullanıldığı silajların LA içeriklerinden elde edilen sonuçlar bu olguyu desteklemektedir (Çizelge 4.2). Konuya ilişkin yapılan çalışmalarda da, ^{HT}LAB inokulantlarının silajların pH'larını daha yavaş (Ranjit ve ark. 2002, Danner ve ark. 2003), ^{HM}LAB inokulantlarının ise daha hızlı düşürdüğü (Filya ve ark. 2004, Kim ve ark. 2005) belirlenmiştir. Kung ve Shaver (2001) kaliteli bir silajda sağlanması gereken optimum pH'nın, 3.7–4.2 arasında olması gerektiğini bildirmektedir. Silajların pH'sına ilişkin bu araştırmadan elde edilen sonuçlar kaliteli bir silaj için gerekli olan ortam pH'sına ulaşıldığını da göstermektedir. Benzer bulgular Johnson ve ark. (2003), Kleinschmit ve Kung (2006a) tarafından yürütülmüş çalışmalarda da belirlenmiştir.

Silajında kullanılan LAB inokulantları HK üzerindeki etkileri kontrol silajına göre önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Diğer yandan $^{HM}LAB+E$ inokulantı kullanılan silajların HP içerikleri kontrol, ^{HM}LAB ve $^{HM+HT}LAB+E$ silajına göre önemli düzeyde daha yüksek saptanmıştır ($P<0.05$). Ham protein içeriklerinde gözlenen bu artış $^{HM}LAB+E$ inokulantı kullanılan silajlarda sağlanan düşük pH bitki proteazlarını inaktif hale getirerek deaminasyonu

önlediği ve silajlarda protein artışıını sağladığı düşünölmektedir. Nitekim Kung ve Muck (1997) ile Sucu ve Filya (2006) tarafından yapılan çalışmalarda, LAB inokulantlarının silajlarının HP ve HK içeriklerini etkilemediği, ancak ^{HM}LAB inokulantlarının silajların HP içeriklerinde artış meydana getirdiğini bildirmektedirler.

Hasattan sonra bitkilerdeki proteinler, proteaz enzimleri ile amino asitler ve amonyağa parçalanmaktadır (Filya 2001). Amonyak azotu silajlarda protein paralanımının bir göstergesi olarak kullanılır. Homofermantatif LAB inokulantlarının kullanımı ile silaj pH'sında sağlanan düşüş, bitki proteaz aktivitesini önlemiştir. Sonuç olarak proteolizisin azalması ile söz konusu silajlarda daha düşük NH₃-N oluşumu gözlenmiştir. McDonald ve ark. (1988) kaliteli bir silaj için NH₃-N miktarının 100 g/kg TN altında olması gerektiğini bildirilmişlerdir. Araştırmada ^{HM}LAB inokulantı kullanılan silajlarda elde edilen NH₃-N miktarları McDonald ve ark. (1998) tarafından bildirilen sınırlar ierisindeedir. Ayrıca silajların NH₃-N içeriklerine ilişkin bu araştırmadan elde edilen sonuçlar benzer konuda yapılan çalışmalar ile uyumlu bulunmuştur (Filya ve ark. 2006, Kleinschmit ve Kung 2006a).

Homofermantatif LAB (^{HM}LAB, ^{HM}LAB+E ve ^{HM+HT}LAB+E) inokulant kullanılan silajının LA içerikleri kontrol silajına göre önemli düzeyde yüksek bulunmuştur (P<0.05). Sonuç olarak, beklenildiği gibi ^{HM}LAB, ^{HM}LAB+E ve ^{HM+HT}LAB+E inokulantları ortamda bulunan SK'ları fermente ederek daha fazla LA üretmişler ve daha asidik bir ortam yaratmışlardır (izelge 4.1, 4.2 ve şekil 4.2.). Benzer bulgular Filya (2003), Filya ve ark. (2004), Kim ve ark. (2005)'nin ^{HM}LAB ve ^{HM+HT}LAB kullandığı çalışmalarda da elde edilmiştir. Heterofermantatif LAB (^{HT}LAB ve ^{HT}LAB+E) inokulantının kullanımında ise silajların LA içerikleri diğer gruplardan daha düşük olmakla birlikte, kontrol silajına göre artırmıştır (P<0.05). Benzer bir sonuç Kung ve ark. (2007) tarafından da elde edilmiş ve ^{HT}LAB inokulantlarının mısır silajının LA içeriğini kontrol silajına göre artırdığı saptanmıştır.

Araştırmada ^{HM}LAB inokulantının kullanıldığı silajlarda *Lactobacilli* sayısı kontrol silajı, ^{HT}LAB ve ^{HT}LAB+E inokulantı kullanılan silajlardan daha yüksek bulunmuştur. Filya ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmada da, ^{HM}LAB inokulantlarının mısır silajının *Lactobacilli* sayısını (7.38–7.51 log kob/g) artırdığı, ^{HT}LAB inokulantlarının (6.16–6.21 log kob/g) ise düşürdüğü belirlenmiştir. Ayrıca silajların *Lactobacilli* sayıları ile ilgili olarak bu araştırmadan elde edilen bulgular, benzer konuda yapılan çalışmalarla da uyumlu bulunmuştur (Filya 2003, Filya ve ark. 2004). Bu sonuçlardan farklı olarak ^{HT}LAB inokulantının mısır

silajının *Lactobacilli* sayısının artırdığını gösteren çalışmalara da rastlanmıştır (Driehuis ve ark. 1999, Kung ve ark. 2007).

Araştırmada ^{HM}LAB ve ^{HM}LAB+E inokulantlarının kullanıldığı silajlarda maya sayıları diğer silajlara göre daha yüksek saptanmıştır (P<0.001). Bitkisel materyal parçalanıp siloya doldurulduktan sonra özellikle fermantasyonun ilk günlerinde (aerobik dönem) solunum olayı görülür. Bu olay sırasında silo içerisinde ve bitki bünyesinde kalan oksijen kullanılarak, ortamdaki şekerler parçalanmaya başlar (Filya 2001). Özellikle LA içeriğinin yüksek olduğu ^{HM}LAB ve ^{HM}LAB+E inokulantlarının kullanıldığı silajlarda gözlenen maya sayılarındaki artışın sebebi, solunum olayı ve taze materyalde var olan mayalar olabilir.

Diğer yandan silajlarda sağlanan düşük pH ve yüksek LA üretimi silaj ortamında istenmeyen maya ve küf gelişiminide önlemektedir. Woolford (1984), düşük silaj pH'sında (3.50–3.65) bile gelişebilen maya türleri mevcut olduğunu bildirmektedir. İyi fermente olmuş silajlarda maya sayılarının 1.0 log₁₀ kob/g, bozulmuş silajlarda ise 12.0 log₁₀ kob/g düzeyine ulaşabilmektedir (Middlehoven ve van Baalen 1988). Silajların maya popülasyonları ile ilgili olarak elde edilen sonuçlar Middlehoven ve van Baalen (1988)'nin iyi fermente olmuş silajlar için belirledikleri düzeye yakın bulunmuştur (Çizelge 4.3). Muck (1996) ^{HT}LAB inokulantlarının antimikrobiyal özellikleri ile fermantasyon sırasında oluşturdukları AA ve PA gibi organik asitlerin istenmeyen epifitik mikroorganizma gelişimini önlediğini bildirmektedir. Söz konusu inokulantların kullanıldığı silajlarda gözlenen yüksek düzeydeki AA üretimleri maya oluşumunu azaltmıştır. Araştırmada ^{HM}LAB (Weinberg ve ark. 1993, Kleinschmit ve ark. 2005), ^{HT}LAB (Ranjit ve Kung 2002, Taylor ve Kung 2002, Kung ve ark. 2007) ve ^{HM+HT}LAB (Filya 2003, Filya ve ark. 2004) inokulantlarının kullanıldığı silajların maya sayıları ile ilgili olarak elde edilen bulgular söz konusu araştırmacıların sonuçlarıyla da uyumlu bulunmuştur.

Araştırmada kullanılan ^{HM}LAB, ^{HM}LAB+E, ^{HT}LAB, ^{HT}LAB+E ve ^{HM+HT}LAB+E inokulantları adi fiğ, buğday ve arpa karışımı silajının aerobik stabilitesini farklı düzeyde etkilemiştir. Uygulanan 5 günlük aerobik stabilite testinin sonunda kontrol ve ^{HM}LAB inokulantları kullanılan silajının pH değerlerini, CO₂ üretimini, maya ve küf sayılarını artırmışlardır (P>0.05). Heterofermantatif LAB (^{HT}LAB, ^{HT}LAB+E ve ^{HM+HT}LAB+E) inokulantlar ise silajının pH değerlerini, CO₂ üretimini, maya ve küf sayılarını düşürmüşlerdir (P<0.05). Seale (1986) ve Filya (2001) ^{HM}LAB inokulantlarının kullanıldığı silajlarda oluşan yüksek düzeydeki LA'in mayalar tarafından fermente edildiğini, sonuç olarak silajlarda maya sayılarının arttığını, mayaların ise CO₂ üretimine yol açtığını bildirmişlerdir. Weinberg ve ark.

(1993) ^{HM}LAB inokulantlarının silaj kalitesini artırdığını, fakat bu silajların homolaktik fermantasyondan dolayı aerobik stabiliteilerinin genellikle düşük olduğunu bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar bunun nedenini, ^{HM}LAB inokulantlarının silaj içerisindeki maya ve küf sayılarını baskı altına alabilecek kadar yeterli miktarda AA ve BA gibi uçucu yağ asitlerini üretememesi olarak göstermişlerdir. Dolayısıyla ^{HM}LAB inokulantlarının kullanıldığı silajların yüksek düzeyde LA, düşük düzeyde AA ve BA içermesi bunun yanı sıra maya sayılarının diğer silajlara göre daha fazla olması, bu silajların aerobik stabiliteilerinin düşük olduğunun bir göstergesidir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4'den de görülebileceği gibi, homofermantatif LAB (^{HM}LAB ve ^{HM+HT}LAB) inokulantlarının kullanıldığı silajlarda NDF miktarları azalmıştır. Enzim kullanılan silajlarda (^{HM}LAB+E, ^{HT}LAB+E ve ^{HM+HT}LAB+E) ADF ve SEL içerikleri kontrol ve enzim kullanılmayan silajlara göre önemsiz düzeyde azalmıştır (P<0.05). Tengerdy ve ark. (1991) silolamanın 90. gününde açılan yonca silajlarının NDF içeriklerini kontrol ve ^{HM}LAB+E gruplarında sırasıyla KM' de %41.0 ve 38.7; ADF içeriklerini %31.9 ve 31.4 olarak belirlemişlerdir. Stokes ve Chen (1994) silolamanın 56. gününde açılan mısır silajlarının NDF içeriklerini kontrol ve LAB+E gruplarında sırasıyla KM'de %53.1 ve 46.7; ADF içeriklerini %28.9 ve 25.5; HSEL içeriklerini %24.3 ve 21.1; SEL içeriklerini ise %25.7 ve 22.3 olarak saptamışlardır. Filya ve ark. (2001) kontrol, ^{HM}LAB ve ^{HM}LAB+E katılan sorgum silajlarda NDF içeriklerini sırasıyla KM' de %59.0, 59.0 ve 58.0; ADF içeriklerini %30.0, 29.0 ve 29.0; ADL içeriklerini ise %4.0, 4.0 ve 4.0 olarak saptamışlardır. Filya (2002a) silolamanın 50. gününde açılan mısır silajlarının NDF içeriklerini kontrol, ^{HM}LAB ve ^{HM}LAB+E gruplarında sırasıyla KM'de %50.2, 52.5 ve 46.2; ADF içeriklerini %27.2, 27.1 ve 22.4; ADL içeriklerini %4.3, 4.6 ve 4.1; HSEL içeriklerini %24.8, 25.4 ve 23.8; SEL içeriklerini %22.9, 22.5 ve 18.3 olarak belirlemiştir. Araştırmacı, ^{HM}LAB+E inokulantının silajlarda NDF ve ADF içeriklerini önemli düzeylerde düşürdüğünü bildirmektedir. Basmacıoğlu ve ark. (2002) ise silolamanın 56. gününde açılan mısır silajlarında kontrol ve ^{HM}LAB+E gruplarında sırasıyla KM'de NDF içeriklerini %49.56 ve 49.63; ADF içeriklerini %27.3 ve 27.1; ADL içeriklerini %5.1 ve 4.9; HSEL içeriklerini %22.2 ve 22.4; SEL içeriklerini %22.2 ve 22.2 olarak belirlemişlerdir. Araştırmacılar, ^{HM}LAB+E karışımı inokulantının, silajların hücre duvarı içerikleri üzerindeki etkileri önemsiz bulmuşlardır. Demirci (2009) silolamanın 3. ayında açılan Macar fiği-tritikale karışımı silajlarında kontrol, ^{HM}LAB ve ^{HM+HT}LAB inokulantları gruplarında KM'de NDF içeriklerini %55.48, 52.70 ve 62.92; ADF içeriklerini %39.15, 34.77 ve 37.91; ADL içeriklerini %18.70, 8.77 ve 11.67 olarak belirlemiştir. Araştırmacı, ^{HM}LAB inokulantının

silajların NDF ve ADL içeriklerini önemli düzeylerde düşürdüğünü bildirmektedir. Silajların hücre duvarı kapsamları ile ilgili olarak araştırmadan elde edilen bulgular, benzer konuda yapılan araştırma bulguları ile uyumludur (Tengerdy ve ark. 1991, Stokes ve Chen 1994, Filya ve ark. 2001, Filya 2002a, Demirci 2009).

Çizelge 5'den de görülebileceği gibi, homofermantatif LAB (^{HM}LAB, ^{HM}LAB+E ve ^{HM+HT}LAB+E) inokulantlarının kullanıldığı silajlarda *in vitro* OM sindirilebilirliği diğer silaj gruplarına göre önemli düzeyde artmıştır (P<0.05). Polat ve ark. (2005) mısır silajlarına ^{HM}LAB inokulantlarının kullanılmasının OM sindirilme derecelerinde olumlu bir sonuç alınmadığını bildirmektedirler. Filya (2003b) mısır ve sorguma ^{HM}LAB, ^{HT}LAB ve ^{HM+HT}LAB inokulantının kullanıldığı çalışmalarında, 90 günlük silolama sonunda inokulant ilavesinin *in situ* rumen KM, OM ve NDF parçalanabilirlik düzeylerini etkilenmediğini belirtmiştir. Silajların *in vitro* OMS ile ilgili olarak araştırmadan elde edilen bulgular, benzer konuda yapılan araştırma bulguları ile uyumludur (Filya 2003b, Polat ve ark. 2005).

6. SONUÇ

Araştırma sonucunda, ^{HM}LAB, ^{HM}LAB+E ve ^{HM+HT}LAB+E inokulantları adi fiğ, buğday ve arpa karışımlarında SÇK'ların etkin kullanımını sağlamış ve LA üretimini teşvik etmişlerdir. Söz konusu inokulantlar adi fiğ, buğday ve arpa karışım silajının pH değerlerini ve NH₃-N içeriklerini önemli düzeyde düşürerek, silaj kalitesini artırmışlardır. Ayrıca silajının mikrobiyal yapısını olumlu yönde etkileyip, *Lactobacilli* sayılarını artırmış ve küf gelişimini tamamen engellemişlerdir. Diğer yandan ^{HM}LAB ve ^{HM}LAB+E inokulantları adi fiğ, buğday ve arpa karışım silajının NDF içeriklerini, ^{HM}LAB+E ve ^{HM+HT}LAB+E inokulantları ADF içeriklerini azaltmışlardır. Uygulanan aerobik stabilite testi sonunda ise ^{HM}LAB ve ^{HM}LAB+E inokulantları silajların aerobik stabilitesini düşürürken, ^{HT}LAB, ^{HT}LAB+E ve ^{HM+HT}LAB+E inokulantları silajların aerobik stabilitesini artırmışlardır.

Bu araştırmayla, laktik asit üretimini teşvik eden inokulantların (^{HM}LAB, ^{HM}LAB+E ve ^{HM+HT}LAB+E) KMT, NYD, *in vitro* OMS ve ME artırmak suretiyle rumen koşullarını iyileştirebilecekleri, özellikle enzim bulunan inokulantların bu etkiyi daha da artıracakları ortaya konmuştur. Diğer yandan asetik asit fermantasyonu teşvik eden ^{HT}LAB inokulantının ise NYD ile *in vitro* OMS ve ME değerleri önemli düzeyde düşük olduğu saptanmıştır.

7. KAYNAKLAR

- Açıkgöz E (2001). Yembitkileri (3.Baskı) Uludağ Ün. Güçlendirme Vakfı Yay. No: 182. Bursa.
- Adesogan AT (2008). Recent advances in bacterial silage inoculant technology. Florida ruminant nutrition symposium, january 29-30, Best Western Gateway Grand Gainesville, FL.
- Alçiçek A, Kılıç A, Ayhan V, Özdoğan M (2003) Türkiye’de kaba yem üretimi ve sorunları. http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/819fb9034f79627_ek.pdf
- Anonymus (1986). The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: 427, 428 p, London.
- AOAC (1990). Official Method of Analysis. Association of Official Analytical Chemist pp.66-88. 15th.edition. Washington, DC. USA.
- Asbell G, Weinberg ZG (2003). Silage from Tropical Cereals and Forage Crops. <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/agp/agpc/gp/silage/HTML/Paper7.htm>
- Avcıoğlu R (2000). Türkiye Hayvancılığında Kaba Yem Üretim Stratejileri. Intenational Animal Nutrition Congress, 449-455 s, Isparta.
- Basmacıoğlu H, Ergül M, Karaayvaz K (2002). Mısır Silajında Bakteri+Enzim Karışımı İnokulant Kullanımının Silaj Kalitesi ve Yem Değerine Etkisi. Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Raporu, Proje No: 2000 ZRF-015, Bornova-İzmir.
- Başkavak S, Özdüven ML, Polat C, Koç F (2008). The Effects of Lactic Acid Bacteria+Enzyme Mixture Silage Inoculant on Wheat Silage1 Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 5 (3):291-296.
- Danner H, Holzer M, Mayrhuber E, Braun R (2003). Acetic acid increases stability of silage under aerobic conditions. Applied and Environmental Microbiology, 69(1), 562-567.
- Demirci U (2009). Homofermantatif ve Homofermantatif-Heterofermantatif Laktik Asit Bakterileri İlavesi İle Hazırlanan Triticale-Macar Fiği Karışımı Silajların Konya Merinosu Dişi Toklularda Rumen Parametreleri Ve Canlı Ağırlık Değişimi Üzerine Etkileri. Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 54 s., Konya.
- Doğan Bİ (2013). Yem Bezelyesi (Pisum Arvense L.)- Buğday (Triticum Aestivum L.) Karışımlarının Verim Unsurları Ve Yem Değerlerinin Belirlenmesi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Doğan S. (2010). Van koşullarında yem bezelyesi (Pisum arvense L.) ve arpa (Hordeum vulgare L.) karışımlarının ot verimi ve silaj kalitesine etkisi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. 37s.
- Driehuis F, Odue Elferink SJWH, Spoelstra SF (1999). Anaerobik lactic acid degradation in maize silage inoculated with Lactobacillus buchneri inhibits yeast growth and improves aerobic stability. J. Appl. Microbiol. 87:583-594.

- Er C, Başalma D, Ekiz H, Sancak C, (2011). Tarla Bitkileri-II. T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2254.
- Ergül M (1997) Yemler Bilgisi ve Teknolojisi, Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yay.487.Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.S:318.
- Ergün A, Tuncer ŞD, Çolpan İ, Yalçın S, Yıldız G, Küçükersan MK, Küçükersan S, Şehu A, Saçaklı P (2011) Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi. 4.Baskı, Pozitif Baskı, ISBN:975-97808-3-8, Ankara, s:98-99-151-152.
- Etgen WM, James RE, Reaves PM (1987). Dairy Cattle Feeding and Management. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Filya İ (2003). Nutritive Value of Whole Crop Wheat Silage Harvested at Three Stages of Maturity. *Animal Feed Sci. Technology* 103:85–95.
- Filya İ, Karabulut A, Kalkan H, Sucu E (2001). Bakteriyal inokulantların sorgum silajlarının fermantasyon, aerobik stabilite ve rumen parçalanabilirlik özellikleri üzerine etkileri. *Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Derg.*, 7 (2) 112- 119.
- Filya İ (2000). Silaj Kalitesinin Arttırılmasında Yeni Gelişmeler. *International Animal Nutrition Congress'2000*, 243-250 s, Isparta.
- Filya İ (2001). Silaj Yapımı, Teknolojisi ve Kullanımı. Süt Hayvancılığı Eğitim Merkezi Yayınları, Hayvancılık Serisi: 8 Yetiştirici El Kitabı, Karacabey, Bursa.
- Filya İ (2002a). Laktik Asit Bakteri ve Laktik Asit Bakteri+Enzim Karışımı Silaj İnokulantlarının Mısır Silajı Üzerine Etkileri. *Turk J Vet Animal Sci*, 26:679-687.
- Filya İ (2002b). Laktik Asit Bakteri İnokulantlarının Mısır ve Sorgum Silajlarının Fermantasyon, Aerobik Stabilite ve in situ Rumen Parçalanabilirlik Özellikleri Üzerine Etkileri. *Turk J Vet Animal Sci*, 26:815-823.
- Filya İ (2003b). The Effect of *Lactobacillus Buchneri*, with or without Homofermentative Lactic Acid Bacteria, on The Fermentation, Aerobic Stability, and Ruminant Degradability of Wheat, Sorghum, and Maize Silages. *J. Appl. Microbiol.* 95:1080–1086.
- Filya İ (2004). Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage harvested at four stages of maturity. *Animal Feed Science and Technology* 116:141–150.
- Filya İ (2007). Ülkemizde Silaj Yapımı ve Silaj Kalitesinin Artırılma Yolları. *Yem Magazin*, Mart, 2007, 47:37-44.
- Filya İ, Ashbell G, Hen Y, Weinberg ZG (2000). The Effect of Bacterial Inoculants on The Fermentation and Aerobic Stability of Whole Crop Wheat Silage. *Animal Feed Sci. Technology*, 88:39-46.
- Filya İ, Muck RE, Contreras-Govea FE (2007). Inoculant effects on alfalfa silage: Fermentation products and nutritive value. *J Dairy Sci*, 90(11): 5108-5114.

- Filya İ, Sucu E (2003). Formik Asit Temeline Dayalı Bir Koruyucunun Mısır ve Sorgum Silajlarının Aerobik Stabiliteleri Üzerine Etkisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zotekni Bölümü.
- Filya İ, Sucu E (2007). Bazı Biyolojik ve Kimyasal Katkı Maddelerinin Mısır, Sorgum ve Buğday Silajlarının Fermantasyon, Mikrobiyal Flora ve Aerobik Stabilité Üzerine Etkileri. IV. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 24-28 Haziran 2007, Bursa.
- Filya İ, Sucu E and Karabulut A (2006). The Effect of *Lactobacillus buchneri* on the Fermentation, Aerobic Stability and Ruminant Degradability of Maize Silage. *J. Appl. Microbiol.* 101: 1216–1223.
- Flores G, Castro J, Arraez AG, Amil A, Brea T, Warleta MG (1999). Effect of a Bacterial Additive on Silage Fermentation, Digestibility, Ruminant Degradability, Intake and Performance of Lactating Dairy Cattle in Galicia (NW Spain). In: Proc. 12th International Silage Conference, 181- 182 p, Uppsala, Sweden.
- Ghanbari–Banjar A, Lee HC (2003). Intercropped wheat (*Triticum aestivum* L.) and bean (*Vicia faba* L.) as a whole-crop forage: Effect of harvest time on forage yield and quality. *Grass and Forage Science*, 58: 28–36.
- Goering HK, Van Soest PJ (1983). Forage Fiber Analyses. Agricultural Handbook, No 379, Washington.
- Holzer M, Mayrhuber E, Danner H, Braun R (2003) The role of *Lactobacillus buchneri* in forage preservation. *Trends Biotechnol.*, 21 (6): 282-287. doi:10.1016/S0167-7799 (03)00.106
- Jatkauskas J, Vrotniakienė V (2012). Effect of ensiling red clover-ryegrass using blends of homo-and heterofermentative lactic acid bacteria on fermentation characteristics, aerobic stability and hygienic parameters. *Veterinarija Ir Zootechnika (Vet Med Zoot)*. T. 58 (80): 13-19.
- Johnson L.M, Harrison JH, Davidson D, Mahanna WC, Shinnors K (2003). Corn silage management: Effects of hybrid, maturity, inoculation and mechanical processing on fermentation characteristics. *J. Dairy Sci.* 86: 287 - 308.
- Kalaycı M (1981). Eskisehir Zirai Arastırma Enstitüsü Tarafından Bugüne Kadar Yapılan Nadas Alanlarını Azaltmaya Yönelik Çalışmalar. Kuru Tarım Bölgelerinde Nadas Alanlarından Yaralanma Sempozyumu, TÜBİTAK/A.Ü. Ziraat Fakültesi, 28-30 Eylül, 1981, Ankara.
- Karadağ Y, İptaş S, Yavuz M (2009). Yazlık olarak yetiştirilen bazı yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) hatlarının tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt II, 765-769.
- Keleş G, Yazgan O (2011). Fermentation characteristics of maize silages ensiled with lactic acid bacteria and the effect of inoculated baled maize silages on lamb performance. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(2): 229-234.

- Kim JG, Ham JS, Chung ES, Sed S and Lee JK (2005). Effect of New Microbial Strain as an Inoculant on The Quality of Maize Silage. XXth International Grassland Congress, July 2005 Belfast, North Ireland, UK. p. 478.
- Kleinmans J, Hooper P (1999). The Effect of a Commercial Silage Inoculant (Pioneer®brand 1188) on Animal Performance. In: Proc. 12th International Silage Conference. 319-320 p, Uppsala, Sweden.
- Kleinschmit DH and Kung L, JR (2006a). The Effects of *Lactobacillus buchneri* 40788 and *Pediococcus pentosaceus* R1094 on the Fermentation of Corn Silage. *J. Dairy Sci.* 89: 3999-4004.
- Kleinschmit DH, Schmidt RJL, Kung JR (2005). The Effects of Various Antifungal Additives on the Fermentation and Aerobic Stability of Corn Silage. *J. Dairy Sci.* 88: 2130-2139.
- Koç F, Coşkuntuna L (2003). Silo Yemlerinde Organik Asit Belirlemede İki Farklı Metodun Karşılaştırılması. *Journal of Animal Production.* 44(2): 37-47.
- Kung Jr L, Stough EC, MCDonell EE, Schmidt RJ, Hofherr MW, Reich LJ, Klingerman CM (2007). The effect of wide swathing on wilting times and nutritive value of alfalfa haylage. *J. Dairy Sci.* 90(Suppl. 1):38.
- Kung L Jr, Ranjit NK, Robinson JR, Charley RC (1999). The effect of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of barley silage. The XIIth International Silage Conference. Uppsala, Sweden. Pages 272-273.
- Kung L, Taylor CC, Lynch MP, Neylon JM (2003). The effect of treating alfalfa with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science,* 86 (1): 336-43.
- Kung LJR and Muck RE (1997). Animal Response to Silage Additives, Silage: Field to Feedbunk, Vol. NRAES-99. Northeast Regional Agric. Engng. Service, Hershey, PA. p. 200-210.
- Kung LJR, Shaver R (2001). How Good Is Your Silage Making? *Hoard's Dairyman,* 146:597.
- Mariotti M, Masoni A, Ercoli L, Arduini I (2009). Above-and below-ground competition between barley, wheat, lupin and vetch in a cereal and legume intercropping system. *Grass and Forage Science.* 64: 401-412.
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD (1988). *Animal Nutrition.* 4th Edition. Longman Scientific and Technical, 543 p.
- McDonald P, Henderson AR, Heron SJE (1991). *The Biochemistry of Silage.* Second Edition. 340 p., Chalcombe Publication, Marlow, England.
- Meeske R, Ashbell G, Weinberg ZG, Kipnis T (1993). Ensiling Forage Sorghum at Two Stages of Maturity with the Addition of Lactic Acid Bacterial Inoculants. *Animal Feed Sci. and Technology,* 43:165-175.

- Middelhoven WJ, Van Baalen AHM (1988). Development of the Yeast Flora of Whole - Crop Maize During Ensiling and During Subsequent Aerobiosis. *J. Sci. Food Agric.*, 42: 199
- Moorby JM, Evans RT, Scollan ND, MacRae JC, Theodorou MK (2006) Increased concentration of water-soluble carbohydrate in perennial ryegrass(*Lolium perenne* L.):milk production from late lactation dairy cows. *Grass and Forage Science*, 61 (1): 52-59.
- Muck RE (1996). A Lactic Acid Bacteria Strain to Improve Aerobic Stability of Silages. In *Research Summaries. U.S. Dairy Forage Res. Center, Madison, WI.* pp. 42-43.
- Nadeau EMG, Russell JR, Buxton DR (2000). Intake, Digestibility, and Composition of Orchardgrass and Alfalfa Silages Treated with Cellulase, Inoculant, and Formic Acid Fed to Lambs. *J. Animal Sci.*, 78:2980-2989.
- Naumann C, Bassler R (1993). *Die Chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Methodenbuch, Band III. 3. Erg.*, Verlag Naumann, Melsungen.
- Nishino N, Yoshida M, Shiota H, Sakaguchi E (2003). Accumulation of 1,2-propanediol and Enhancement of Aerobic Stability in Whole Crop Maize Silage Inoculated with *Lactobacillus buchneri*. *J. Appl. Microbiol.* 94: 800–807.
- Nsereko VL, Smiley BK, Rutherford WM, Spielbauer A, Forrester KJ, Hettinger GH, Harman EK, Harman BR (2008). Influence of Inoculating Forage with Lactic Acid Bacterial Strains that Produce Ferulate Esterase on Ensilage and Ruminant Degradation of Fiber. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 145(1–4): 122–135.
- Ozduven ML, Kursun Onal Z, Koc F (2010). The effects of bacterial inoculants and/or enzymes on the fermentation, aerobic stability and in vitro dry and organic matter digestibility characteristics of triticale silages. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 16(5), 751-756.
- Öten M, Kiremitci S, Çınar O (2016). Bazı Yem Bitkileri ve Karışımlarıyla Hazırlanan Silajların Silaj Kalitelerinin Farklı Yöntemlerle Belirlenmesi. *Anadolu, J. of AARI* 26 (2), 33 - 43
- Petterson K (1988). *Ensiling of Forages: Factors Affecting Silage Fermentation and Quality*, Sveriges Lantbruksuniversitet, 46 p, Uppsala,
- Polat C, Koç F, Özduven ML (2005). Mısır Silajında Laktik Asit Bakteri ve Laktik Asit Bakteri+Enzim Karışımı İnokulantların Fermantasyon ve Toklularda Ham Besin Maddelerinin Sindirilme Dereceleri Üzerine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1): 13-22.
- Ranjit NK, and Kung L JR (2000). The Effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a Chemical Preservative on the Fermentation and Aerobic Stability of Corn Silage. *J. Dairy Sci.* 83:526-535.
- Ranjit NK, Cohen MA, Smoot RC, Tavares JY, Kung LJr (1998). The effects of *Lactobacillus plantarum* (LP), *L. buchneri* (LB) and a propionic acid-based preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage and the aerobic stability of a TMR. *J. Dairy Sci.*, 81(Suppl. 1):196.

- Ranjit NK, Taylor CC, Kung LJr (2002). Effects of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the Fermentation, Aerobic Stability and Nutritive Value of Maize Silage. *Grass Forage Sci.* 57: 73–81.
- Sağlamtimur T, Tükel T, Gülcan H, Anlarsal AE, Tansı V (1991). GAP bölgesinde yem bitkileri yetiştirme olanakları. Türkiye 2. Çayır Mera Yem Bitkileri Kongresi, 28-31 Mayıs, s.213-223, İzmir.
- Sarunaite L, Deveikyte I, Kadziuliene Z (2010). Intercropping spring wheat with grain legume for increased production in an organic crop rotation. *Zewdirbyste–Agriculture*, 97: 51–58.
- Seale D (1986). Bacterial inoculants as silage additives. *J. Appl. Bacteriol.*, 61(Suppl): 9-26.
- Seale DR, Pahlow G, Spoelstra SF, Lindgren S, Dellaglio F, Lowe JF (1990). Methods for The Microbiological Analysis of Silage, Proceeding of The Eurobac Conference, 147. Uppsala.
- Shayan JV, Vov SO, Kartavi AS (1996). Effect of Biological Additive on Quality of Maize Silage and Performance of Silage–Fed Steers. In: Proc. 11th Int. Silage Conference, Aberystwyth, Wales. pp. 174–175.
- Soysal Mİ (1998). Biyometrinin Prensipleri (İstatistik I ve II Ders Notları), Yayın No:95, Ders Kitabı No:64, T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, s.331, Tekirdağ.
- SPSS (2006): SPSS 15 for Windows. SPSS Inc.
- Stokes M, Chen J (1994). Effects of an Enzyme-Inoculant Mixture on the Course of Fermentation of Corn Silage. *J. Dairy Sci.*, 77: 3401-3409.
- Sucu E, Filya İ (2006). The Effects of Bacterial Inoculants on the Fermentation, Aerobic Stability and Rumen Degradability Characteristics of Wheat Silages. *Turk J Vet Animal Sci.*, 30: 187-193.
- Taylor CC, Ranjit NJ, Mills JA, Neylon JM, Kung JrL (2002). The effect of treating whole-plant barley with *Lactobacillus buchneri* 40788 on silage fermentation, aerobic stability, and nutritive value for dairy cows. *J. Dairy Sci.*; 85: 1793-1800.
- Tengerdy RP, Weinberg ZG, Szakacs G, Wu M, Linden JC, Johnson DE (1991). Ensiling Alfalfa with Additives of Lactic Acid Bacteria and Enzymes. *J. Sci. Food Agric.*, 55: 215-228.
- TUİK (2018). T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu. Yem bitkileri üretimi, 1988-2017.
- Van Dyke NJ, Anderson PM (2000). Interpreting a forage analysis. Alabama cooperative extension. Circular ANR-890, 2000.
- Weinberg Z G, Ashbell G, Yaira H, Azrieli A (1995). The effect of cellulase and hemicellulase plus pectinase on the aerobic stability and fibre analysis of peas and wheat silages. *Anim. Feed Sci. Technol.* 55:287-293.

Weinberg ZG, Ashbell G, Azrieli A and Brukental I (1993). Ensiling Peas, Ryegrass and Wheat with Additives of Lactic Acid Bacteria (LAB) and Cell Wall Degrading Enzymes. *Grass Forage Sci.* 48:70-78.

Weinberg ZG, Ashbell G, Hen, Y, Azrieli A, Szakacs G and Filya I (2002). Ensiling Whole-Crop Wheat and Corn in Large Containers with *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus buchneri*. *J. Indust. Microbiol. and Biotechnol.* 28: 7-11.

ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında İstanbul'da doğdu. İlköğretim ve Lise eğitimini İstanbul'da tamamladı. 2005 yılında Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesinde Ziraat Mühendisi/Zootekni bölümünde başladığı eğitimini 2009 yılında tamamladı. 2011 yılında Tekirdağ ili Malkara İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğüne Ziraat Mühendisi olarak atandı.2012 yılında Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı. 2016 yılında İstanbul ili Eyüpsultan İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğüne Ziraat Mühendisi olarak tayin oldu. 2018 yılından itibaren Eyüpsultan İlçe Tarım ve Orman Müdürü olarak görev yapmaktadır.