

**Bakteriyal İnokulantların avdar
Silajlarında Fermantasyon, Aerobik
Stabilite ve Yem Değeri Üzerine Etkileri**

Serkan UĞURLU

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

T.C.

TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BAKTERİYAL İNOKULANTLARIN ÇAVDAR SİLAJLARINDA FERMANTASYON,
AEROBİK STABİLİTE VE YEM DEĞERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Serkan UĞURLU

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Prof. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN

TEKİRDAĞ-2019

Her hakkı saklıdır

Prof. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN danışmanlığında, **Serkan UĞURLU** tarafından hazırlanan ‘Bakteriyal İnokulantların Çavdar Silajlarında Fermantasyon, Aerobik Stabilitate ve Yem Değeri Üzerine Etkileri’ isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Zootečni Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliğı ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Doç. Dr. Süleyman KÖK

İmza:

Üye : Doç. Dr. Levent COŞKUNTUNA

İmza:

Üye : Prof. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BAKTERİYAL İNOKULANTLARIN ÇAVDAR (*SECALE CEREALE* L) SİLAJLARINDA FERMANTASYON, AEROBİK STABİLİTE VE YEM DEĞERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Serkan UĞURLU

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Zootekni Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN

Bu çalışma laktik asit bakterileri ve laktik asit bakterileri+enzim karışımı inokulantları, çavdar silajlarının fermantasyon, aerobik stabilite, hücre duvarı kapsamı ve yem değeri üzerindeki etkilerinin saptanması amacı ile düzenlenmiştir. Araştırmada kullanılan çavdar hasılları hamur olum döneminde hasat edilmiştir. Laktik asit bakteri inokulantı olarak Biosil (Wuthenow, Germany), laktik asit bakterileri+enzim karışımı inokulantlar olarak Silaprilis Pro (Tamac Agro, USA) ve Sil-All (Allteck, UK) kullanılmıştır. İnokulantlar silajlara 6.00 log₁₀ koloni form ünite/g düzeyinde ilave edilmiştir. Kontrol ve katkı maddeleri ile muammele edilen çavdar 1 litre hacimli polietilen torbalarda silolanmıştır. Paketler laboratuvar koşullarında 20±2 °C sıcaklıkta depolanmışlardır. Silolamadan sonraki 2, 4, 8 ve 75. günlerde her gruptan 3'er 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* OMS saptanmıştır. Sonuç olarak laktik asit bakterileri ve laktik asit bakteri+enzim karışımı inokulantlar çavdar silajlarının fermantasyon özelliklerini ve aerobik stabilitelerini arttırmıştır. Ayrıca laktik asit bakteri+enzim inokulantları silajların nötral deterjanda çözünmeyen lif, asit deterjanda çözünmeyen lif ve selüloz kapsamını düşürürken, *in vitro* organik madde sindirilebilirliğini artırmıştır (P<0.05).

Anahtar kelimeler: Çavdar, laktik asit bakteri inokulantı, fermantasyon, aerobik stabilite, yem değeri

2019, 49 Sayfa

ABSTRACT

Master Thesis

THE EFFECTS OF BACTERIAL INOCULANTS ON THE FERMENTATION, AEROBIC STABILITY AND FEED VALUE OF RYE (*SECALE CEREALE* L) SILAGES

Serkan UĞURLU

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

This study was carried out to determine the effects of lactic acid bacteria (LAB) inoculants and lactic acid bacteria+enzymes inoculant on the fermentation, aerobic stability and feed value of rye silages. Whole crop rye was harvested at dough stage. Biosil (Wuthenow, Germany), Silaprilis Pro (Timac Agro, USA) and Sil-All (Allteck, UK) were used as lactic acid bacteria and lactic acid bacteria+enzyme mixture inoculants. Inoculants were applied to silages at 6.00 log₁₀ cfu/g levels. After the treatment, whole crop rye was ensiled in 1.0-L special polyethylene vacuum bags. The bags were stored at 20±2°C under the laboratory conditions. Three bags from each group were sampled for chemical and microbiological analyses 2, 4, 8 and 75th days after ensiling. At the end of the ensiling period, all silages were subjected to an aerobic stability test for 5 days. In addition, *in vitro* OMD of those silages were determined. The results showed that lactic acid bacteria and lactic acid bacteria+enzymes inoculants increased characteristics of fermentation and aerobic stability of rye silages. Lactic acid bacteria+enzyme mixture inoculants decreased neutral detergent fiber, acid detergent fiber and celluloses content and increased *in vitro* organic matter digestability of silages.

Key Words: Rye, lactic acid bacterial inoculants, fermentation, aerobic stability, feed value

2019, 49 Pages

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince ayrıca meslek hayatım ve sosyal ilişkilerimde bütün bilgi birikimlerinden yararlandığım, bu konuda hiçbir yardım çağrımı yanıtsız bırakmayan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet Levent ÖZDÜVEN ve çok değerli ailesine, gerekli olduğunda varlığını hep yanımda hissettiğim Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Muhittin ÖZDER'e, çalışmalarım boyunca desteğini ve emeğini sonuna kadar kullanan değerli arkadaşım Berrin OKUYUCU'ya, göstermiş oldukları ilgi sevgi ve emekleri dolayısıyla sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Öğrenim ve eğitim hayatım boyunca sahip oldukları ne varsa sonuna kadar kullanmaktan kaçınmayan annem babam ve ağabeyime, hayatımı paylaşmaya başladığım günden bugüne her zaman destekçim olarak arkamda duran değerli eşim Meltem ve eğer yapabileceği bir şey olsaydı yapmaktan kesinlikle kaçınmayacağını bildiğim varlığıyla zaten beni mutlu eden sevgili oğlum Rüzgar'a teşekkür ederim.

Serkan UĞURLU

SİMGELER DİZİNİ VE 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
HS	: Ham selüloz
HSEL	: Hemiselüloz
HY	: Ham yağ
KM	: Kuru madde
KMK	: Kuru madde kaybı
KMT	: Kuru madde tüketimi
LAB	: Laktik asit bakterileri
ME	: Metabolik enerji
MO	: Mikroorganizma
N	: Azot
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 karbonhidrat
SEL	: Selüloz
SKM	: Sindirilebilir kuru madde
TN	: Toplam nitrojen

İÇİNDEKİLER	
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR	iv
İÇİNDEKİLER	v
ÇİZELGE DİZİNİ	vii
ŞEKİL DİZİNİ	viii
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1.MATERYAL	13
3.1.1. Silaj Materyali	13
3.1.2. Silajların Hazırlanması	13
3.1.3. Silajlarda Kullanılan Katkı Maddesi	13
3.2. YÖNTEM	14
3.2.1. Kimyasal Analizler	14
3.2.2. pH Analizi	15
3.2.3. SÇK Analizi.....	15
3.2.1.3. NH ₃ -N Analizi	16
3.2.1.4.1. Laktik Asit Analizleri	16
3.2.1.4. Organik Asit Analizleri	17
3.2.1.5. Mikrobiyolojik Analizler	17
3.2.2.2. Hücre Duvarı İçerikleri Analiz Yöntemleri	18
3.2.2.3. Enzimde OM Çözünübilirliği Analiz Yöntemleri	20
3.2.2.4. Aerobik Bozulma Direncine İlişkin Analizler	21
3.2.4. İstatiksel Analizler	22
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	23
4.1. ARAŞTIRMA YEMLERİNİN SİLOLAMA ÖNCESİ DEĞERLERİ	23
4.1.1. Çavdar Bitkisinin Fermantasyonuna Etki Eden Kimi Özelliklerine Ait Bulgular	23
4.2. ARAŞTIRMA YEMLERİNİN SİLOLAMA SONRASI DEĞERLERİ.....	24
4.2.1. Çavdar Silajlarının Fermantasyon Özellikleri İle İlgili Bulgular	24
4.1.2. Silajların Organik Asit İçerikleri	28
4.1.3. Silajların Mikrobiyolojik Analizleri	31

4.2. Silajların Aerobik Stabiliteleri.....	33
4.3. Silajların Hücre Duvarı Bileşenleri	33
4.4. Silajların <i>In Vitro</i> Organik Madde Sindirilebilirliği.....	34
5. TARTIŞMA.....	36
6. SONUÇ	42
7. KAYNAKLAR.....	43
8. ÖZGEÇMİŞ	49

ÇİZELGE DİZİNİ

Çizelge 4.1. Çavdar Bitkisinin Kimyasal Ve Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	23
Çizelge 4.2. Çavdar Silajlarına Ait Kimyasal Analiz Sonuçları	25
Çizelge 4.3. Çavdar Silajına Ait Organik Asit Analiz Sonuçları	28
Çizelge 4.4. Çavdar Silajına Ait Mikrobiyoloji Analiz Sonuçları	31
Çizelge 4.5. Çavdar Silajlarına Ait Aerobik Stabilite Test Sonuçları	33
Çizelge 4.6. Çavdar Silajlarının Hücre Duvarı Kapsamına İlişkin Analiz Sonuçları	33
Çizelge 4.7. Silajların <i>İn Vitro</i> OMS Özellikleri	34

ŞEKİL DİZİNİ

Şekil 4.1. Çavdar Silajlarının Fermantasyon Süresince Kuru Madde Değişimleri	26
Şekil 4.2. Çavdar Silajlarının Fermantasyon Süresince Ph Değişimleri	26
Şekil 4.3. Çavdar Silajlarının Fermantasyon Süresince Ham Kül Değişimleri	26
Şekil 4.4. Çavdar Silajlarının Fermantasyon Süresince Ham Protein Değişimleri	27
Şekil 4.5. Çavdar Silajlarının Fermantasyon Süresince Amonyak Azotu Değişimleri	27
Şekil 4.6. Çavdar Silajlarının Fermantasyon Süresince SÇK Değişimleri	27
Şekil 4.7. Çavdar Silajlarının Fermantasyon Süresince Kuru Madde Kaybı Değişimleri	28
Şekil 4.8. Çavdar Silajlarında Laktik Asit Değişimleri	29
Şekil 4.9. Çavdar Silajlarında Asetik Asit Değişimleri	29
Şekil 4.10. Çavdar Silajlarında Propiyonik Asit Değişimleri	30
Şekil 4.11. Çavdar Silajlarında Bütirik Asit Değişimleri	30
Şekil 4.12. Çavdar Silajlarında <i>Lactobacilli</i> Değişimleri	32
Şekil 4.13. Çavdar Silajlarında Maya Değişimleri	32
Şekil 4.14. Çavdar Silajlarında Hücre Duvarı Bileşenlerinin Değişimi	34
Şekil 4.15. Çavdar Silajlarının OMS	35
Şekil 4.16. Çavdar Silajlarının ME Değerleri	35

1.GİRİŞ

Ülke hayvancılığımızın geliştirilmesinde çözülmesi gereken en önemli sorunlardan biri kaliteli ve ucuz kaba yem ihtiyacının karşılanmasıdır. Kaba yemler hayvan besleme fizyolojisine uygunluğu olmalarının yanı sıra, kaliteli ve ucuz olmaları durumunda pahalı olan ve daha ziyade insan beslenmesinde kullanılan yoğun yemlerin kullanımını azaltmaktadır. Kuru ot, yeşil yemler ve silo yemleri gibi kaba yemlerin maliyetlerinin düşük olması hayvancılık işletmelerinin karlılığını artırmaktadır (Alçıçek ve ark. 2010). Hayvancılık işletmelerinde üretim maliyetlerinin %60-70'ini yem girdilerinin oluşturması, yemleme ile yapılacak iyileştirmenin karlılığa etkilemesi de mümkündür (Alçıçek ve ark. 1999, Serin ve Tan 2001). Bu amaçla hayvan beslemede temel kaba yem kaynağı olarak; çayır meralar, baklagil yem bitkileri ile tahılların sap ve samanlarından yararlanılmaktadır. Ancak gerekli olan kaliteli kaba yemin tamamı bu kaynaklardan sağlanamamaktadır. Yem açığının kapatılabilmesi için çeşitli alternatifler araştırılmaktadır. Bu alternatiflerden birisi de kültürü yapılan buğdaygillerin kuru ot olarak kullanılmasıdır. Bu amaçla kullanılacak olan buğdaygil yemleri son yıllarda silo yemi olarak (Filya 2001, Özduven ve ark. 2010) yaygın olarak kullanılmaktadır.

Çavdar, serin iklim tahılları içerisinde ekiliş bakımından Dünya'da buğday, arpa ve yulaftan sonra dördüncü, Türkiye'de ise buğday ve arpadan sonra üçüncü sırada yer alır. Buğdaya göre geç kültüre alınan çavdar soğuğa, kışa, kurağa ve hastalıklara buğdaydan daha dayanıklı olduğundan genel olarak kuzey ve yüksek dağlık bölgeler ile marjinal alanların tahılıdır. Çavdarda verim üzerine etki eden en önemli hususlar ülke ve bölgelere göre; soğuğa dayanıklılık, kurağa dayanıklılık, ilkbahar soğuk (don) ve sıcak değişimlerine dayanmalarıdır. (Briggle 1959). Bununla birlikte başaklanma ve hamur olum dönemlerinde hasat edilen çavdar bitkisi diğer tahıllar ile karşılaştırıldığında pH değerlerinin daha yüksek ve kuru madde sindirilebilirliği ise daha düşük olduğu bildirilmektedir (Kim ve ark. 2001, Kim ve ark. 2017).

Silaj olarak saklama sırasında yeşil yem materyalinin besin madde kaybını azaltmak, silajın yem değerini iyileştirmek, silolama koşullarını iyileştirmek, fermantasyon 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 içeren silaj katkı maddesi olarak kullanılırlar.

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 laktik asit bakterileri ile birlikte enzimlerin çavdar hasıllarına ilave edilmesinin fermantasyon, aerobik stabilite ve *in vitro* organik madde sindirilebilirliği üzerindeki etkilerinin saptanması amacı ile yapılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Türkiye'nin büyükbaş varlığı 2007 yılında 11.36 milyon iken 2017 yılında %42 artarak 16.1 milyon başa, küçükbaş varlığı ise 25.46 milyon iken %42 artarak 44.3 milyon başa ulaşmıştır. Türkiye'nin büyükbaş hayvan varlığının tamamına yakını sığırlar (%99), küçükbaş hayvan varlığının önemli kısmı ise koyunlardan (%76) oluşmaktadır. Ülkemizde süt üretimimiz 2017 yılında yaklaşık 20.7 milyon ton olarak gerçekleşmiş ve üretilen toplam sütün %91,63'ünün ineklerden, %6.5'inin koyunlardan, %2.53'ünün keçilerden ve %0,34'ünün ise mandalardan elde edildiği bildirilmektedir (TÜİK 2017). Toplam 15.9 milyon sığır varlığımızın %49 (7.8 milyon)'u kültür ırkı, %41 (6.5 milyon)'i kültür ırkı melezi ve %10 (1.6 milyon)'u yerli ırklardan oluşmaktadır. Hayvansal üretimdeki ana problemi hayvanlar genetik kapasitelerinin düşük olması değil, onların yem değeri düşük olan kaba yemler ile besleniyor olmalarından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle ülkemizdeki hayvanlardan genetik kapasitelerinin çok altında verim alınmaktadır (Karayiğit 2005).

TÜİK (2017), Türkiye'de toplam tarım alanı 37.992.000 ha olduğunu, çayır- mera arazisi 14.617.000 ha, işlenen tarım arazisinin alanı 23.370.000 ha, tahıl ve diğer bitkisel ürünlerin ekim alanları ise 15.532.000 ha olarak belirlenmiştir.

Ruminantların beslenmesinde kaba yemlerin kullanımı, hem hayvanın sindirim fizyolojisi açısından hem de maliyet ekonomisi açısından bir zorunluluktur. Hayvan beslemede kullanılacak kaba yemler, çayır - meralar, tarla tarımı içerisinde yetiştirilen yem bitkileri, sap saman artıkları ve gıda sanayi yan ürünleri olmak üzere farklı kaynaklardan sağlanabilmektedir. Ancak, gerçek anlamda kaliteli kaba yemin geniş miktar ve kalitede sağlanabileceği esas kaynaklar çayır-mera alanları ile yem bitkileri ekilişleridir. Ülkemizde çayır ve meraların amaç dışı kullanımı ve ağır otlatma gibi nedenler ile gündün güne kalitesinin azaldığı ve hayvanların kaliteli kaba yem ihtiyacını karşılayamamaktadır. Yem bitkilerinin ekiliş oranı 2017 yılı verilerine göre 1.993.000 hektar olup toplam tarla arazisinin %8.53'ünü kapsamaktadır. Hayvan varlığımız dikkate alındığında kaliteli kaba yem ihtiyacının yaklaşık 83,9 milyon ton/KM dolayında olduğu ve mevcut yem bitkileri ekilişi ve meralardan elde edilen ortalama 53,7 milyon ton kaliteli kaba yem ile kaba yem ihtiyacımızın karşılanamadığı bildirilmektedir (Özkan ve Şahin Demirbağ 2016).

Kaliteli kaba yemler hayvan başına verimin artırılmasında ve besleme maliyetlerinin azaltılmasında önemli bir paya sahip olduğu bilinen bir gerçektir (Yaylak ve Alçiçek 2003). Çayır ve meraların bozulması ile tarla tarımı içerisinde yeterli yem bitkileri alanının bulunmaması kaliteli kaba yem açığının oluşmasındaki en büyük etkidir. Yem bitkileri içerisinde mısır ve yonca verim ve besleme yönünden önemli bir yere sahiptirler. Mısır silajı Dünya’da ve Türkiye’de oldukça geniş ölçüde kullanılmaktadır. Mısır silajı enerji yönünden zengin olup yapısındaki selülozunda sindirilebilirliği oldukça yüksektir. Yonca geniş bir adaptasyon kabiliyeti, yüksek ot verimi, zengin besin değeri (özellikle protein), kendinden sonra gelen ürünün verimini artırması, biçim sayısının yüksek ve ömrünün çok uzun olması gibi avantajlara sahiptir (Tan ve Serin 1998). Mısır ve yonca bitkisinin üretilmesi için yüksek miktarda suya, toprak yapısına ve belirli bir sıcaklığa ihtiyaç duyulmaktadır (McDonald ve ark. 1991). Buna karşın kurak koşullarda tek yıllık buğdaygil hasıllarının ürettikleri birim alanda kuru madde verimi (KMV) oldukça dikkat çekici miktarlara ulaşabilmektedir (Keleş 2014). Bu amaçla kullanılacak olan buğdaygil yemleri, son yıllarda silo yemi olarak da yaygın olarak kullanılmaktadır (Filya 2007, Özdüven ve ark. 2010). Ancak son yıllarda hayvancılık sektöründeki gelişmelerde dikkate alındığında kaliteli kaba yem açığı da önemli bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Hayvan beslemede kullanılan yem bitkileri tarımımızda uzun yıllardan beri ciddi bir gelişme olmamış ve tarla tarımı içindeki oranı ancak %8 civarlarına ulaşabilmiştir. Bu oran tarımı gelişmiş ülkelerde çok daha yüksektir (Canbolat 2012). Ülkemizin değişik iklim toprak ve üretim desenlerine sahip olması nedeniyle, dünyada yaygın olarak tarımı yapılan pek çok yem bitkisini tarla koşullarında başarıyla yetiştirmek mümkündür (Avcıoğlu ve ark. 2000). Ancak ülkemizde çok az yem bitkisi tür ve çeşidinin tarımının yapılması nedeniyle yoğun bir şekilde tarımı yapılan buğdaygillerin kaba yem kaynağı olarak kullanımı gündeme gelmektedir. Buğdaygil kaba yemleri başta enerji olmak üzere vitamin ve mineraller bakımından önemli yem kaynaklarından olup dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır (Karabulut ve Filya 2007). Buğdaygil kaba yemlerinin yem değerleri genetik yapı başta olmak üzere iklim, toprak yapısı, sulama gibi çevre faktörlerinden de etkilenmektedir (Açıkgöz 2001).

Çavdar, dünyada verimsiz topraklarda ve farklı iklim koşullarında yetişebilen bir bitkidir. Çavdar, dünyada ilk olarak Rusya ve Trakya’da kültüre alınmıştır. Avrupa’nın kuzey bölgelerinden Akdeniz’in dağlık alanlarına kadar geniş sahalarda buğdayın yerini

alır. Çavdar; Almanya, Polonya ve Rusya'nın Avrupa kesiminde ekmeklik, diğer ülkelerde ise hayvan yemi olarak kullanılmaktadır.

Çavdar, serin iklim tahılları içerisinde ekim alanı açısından Dünya'da buğday, arpa ve yulaftan sonra dördüncü, Türkiye'de ise buğday ve arpadan sonra üçüncü sırada yer alır. Buğdaya göre geç kültüre alınan çavdar soğuğa, kışa, kurağa ve hastalıklara buğdayda daha dayanıklı olduğundan genel olarak kuzey ve yüksek dağlık bölgeler ile marjinal alanların tahılıdır. çavdar tarımı genel olarak başka ürünlerin yetişemeyeceği kumlu, tuzlu ve kireçli toprakların bulunduğu kurak bölgelerde yaygın olarak yapılmaktadır. Ülkemizde çavdarın en fazla ekildiği yer İç Anadolu Bölgesi'yken, en az ekildiği yer ise Güney Doğu Anadolu Bölgesi'dir.

Çavdar hasıllarının HP ve hücre duvarı içerikleri hasat edildikleri olgunlaşma dönemine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Sapa kalkma ile hamur olum aşamaları arasında HP içerikleri olgunluk döneminin ilerlemesiyle doğru orantılı olarak %22'den %6'ya azalırken, NDF içerikleri ise %47'den %70'e yükselmektedir (INRA 2007).

Edmisten ve ark. (1998) sapa kalkma, gebeleşme, başaklanma, süt olum, erken hamur olum ve geç hamur olum dönemlerinde hasat edilerek silolanan çavdar silajlarının HP içeriklerini sırasıyla %20.0-31.3, 19.8-20.0, 10.6-12.9, 7.0-9.8, 4.5-7.5 ve 7.0-8.2 arasında; NDF içeriklerini sırayla %24.5, 42.7-77.6, 52.5-61.4, 58.4-61.4, 50.1-63.2 ve 62.6-65.1 arasında; ADF içeriklerini aynı sırayla %19.2, 29.9-77.6, 32.9-58.3, 37.0-37.4, 33.2-50.1 ve 37.4-39.8 arasında; ADL içeriklerini aynı sırasıyla %2.2-4.5, 3.5-4.5, 6.0-8.4, 7.4-7.9, 7.0-9.4 ve 9.4-9.4 arasında, *in vitro* kuru madde sindirilebilirliği (KMS) ise yine aynı sırayla %79.4, 77.6-81.1, 58.3-70.3, 51.6-55.6, 48.5-56.2 ve 45.7-47.1 arasında; olduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar sapa kalkma dönemden süt olum dönemine kadar NDF, ADF ve ADL içerikleri artış gösterirken, hamur olum döneminde değişmediği ya da çok az artış olduğunu, HP ve *in vitro* KMS'nin ise olgunlaşmanın ilerlemesiyle birlikte azaldığını belirtmektedirler. Daha yüksek HP (% 29-31) ve daha düşük NDF (% 18) içerikleri South Carolina ve Arkansas'ta bazı meralarda rapor edilmiştir (Short ve Segelquist 1975, Worell ve ark. 1990).

Emile ve ark. (2007), geç süt olun-erken hamur olum döneminde hasat ettikleri çavdarda silolamanın 48. gününde açılan silajların KM, OM, HP, NDF ve ADL içeriklerini sırasıyla %31.9, 93.1, 6.7, 61.5 ve 10.8; LA, AA, BA ve NH₃-N içeriklerini sırasıyla 34.3

g/kg KM, 8.8 g/kg KM, 1.3 g/kg KM ve 124 g/kg TN, *in vitro* KMS ve organik madde sindirilebilirliği (OMS) içeriklerini ise sırasıyla %41.1 ve 54.7 olarak saptmışlardır.

Canbolat (2012) geç süt olum döneminde hasat edilen bazı buğdaygil hasıllarının (mısır, sorgum, buğday, arpa, yulaf, çavdar ve tritikale) kimyasal bileşimleri, *in vitro* gaz üretimleri, organik madde sindirimi (OMS) metabolik enerji (ME), net enerji laktasyon (NEL) ve nispi yem değerleri (NYD)'ni incelediği çalışmasında çavdar kuru otunun KM'de HK, OM, HP, HY, NDF, ADF ve ADL içeriklerini sırasıyla %6,9, 93,1, 7,1, 2,6, 55,9, 32,6 ve 8,1; OMS, ME ve NEL içerikleri sırasıyla %64,1, 9,1MJ/ kg KM ve 5,4 MJ/kg KM; kuru madde sindirimi (KMS), kuru madde tüketimi (KMT) ve NYD değerini ise sırasıyla %63,6, %2,1 ve 105,8 olarak bildirmektedir. Yem ham maddelerin yapısında yer alan OM, HP, HY ve HK bakımından düşük, NDF, ADF ve ADL bakımından diğer buğdaygil kuru otlarına göre yüksek olan çavdar kuru otunun *in vitro* gaz üretimi, ME, NEL, OMS, KMT ve NYD'i de diğer buğdaygil kuru otlarından daha düşük düzeyde saptanmıştır.

Çavdar bitkisi hayvan beslemede yaş ve kuru ot olarak tüketilmesinin yanı sıra silaj yapılarak da kullanılabilir. Silaj yapılabilmektedir.

Silaj, yüksek su içeriğine sahip yeşil yem bitkilerinin oksijensiz koşullarda laktik asit bakterileri (LAB)'nin etkinliğine bırakılarak fermente edilmesiyle elde edilen bir kaba yem kaynağıdır. Oksijensiz koşulların sağlanması amacıyla silolanacak materyal hava almayan siloların içerisine doldurularak fermente edilir ve sonucunda bitkinin yaşayan hücreleri tarafından ortamdaki oksijen hızla tüketilir. Silolarda oksijensiz ortamın sağlanması etkinliği, ürünün çok iyi bir şekilde sıkıştırılıp kapatılmasına bağlıdır (Filya 2001). Oksijensiz koşulların sağlanması ile silolanacak materyalde doğal olarak bulunan LAB suda çözünebilir karbonhidratları (SÇK) başta laktik asit (LA) olmak üzere çeşitli organik asitlere fermente ederler. Sonuçta LA üretimine bağlı olarak pH düşer ve silaj ortamında olması istenmeyen aerobik bakterilerin gelişimi engellenir (McDonald ve ark. 1988).

Silajdaki başlıca anaerobik bakteriler LAB olup, bunlar *Lactobacillus*, *Enterococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus* ve *Lactococcus* olmak üzere 6 türe mensuplardır. Bu bakterilerin genel özellikleri oksijensiz koşullarda iyi gelişmeleri ve SÇK'ı çoğunlukla LA'ye fermente etmeleridir. Silolama işleminde LAB'nin fermantasyonu,

silaj pH'sının düşmesinde ve silajın bozulmasına neden olabilecek anaerobik bakterilerin (enterobakteriler, *clostridia*, maya ve küf) engellenmesinde ana mekanizmadır (Muck 1996).

Bitkiler çok değişik mikroorganizma türlerini çok geniş sınırlar içerisinde ve yoğun olarak içerirler. Bu nedenle bitkilerin epifitik mikroorganizma sayılarını tahmin etmek mümkün değildir. Diğer yandan bitkilerin içerdiği epifitik mikroorganizma sayıları sıcaklık, nem, solar radyasyon gibi doğa ve çevre koşulları tarafından önemli düzeyde etkilenmektedir. Bitkilerin içerdiği epifitik mikroorganizma sayıları silaj fermentasyonunu etkilerken, epifitik mikroorganizma sayıları da bitki türü, olgunlaşma dönemi, hava koşulları, biçme, soldurma ve parçalama gibi çeşitli faktörlerden etkilenirler Hasat zamanı bitkisel materyalde yer alan epifitik LAB sayıları KM'de 1.0- 6.0 log₁₀ kob/g arasında değişebildiği bildirilmektedir (Yurtman ve ark. 1997).

Mikrobiyal katkı maddelerini belirli oranlarda kullanımları durumunda silolanacak kitlede istenilen yönde fermentasyon olaylarının ilerlemesini sağlayabilecek yoğunlukta LAB ya da bakteri gruplarını içeren ürünler olarak tanımlamak mümkündür (Yurtman ve ark. 1997). Fermentasyonda LAB'nin baskın olması silaj materyalinde bulunan SÇK'in etkin bir biçimde kullanımı sağlamakla birlikte materyalde SÇK miktarının düşük olduğu durumlarda iyi fermente olmuş bir silaj üretme şansını da yükseltir (McDonald ve ark. 2002).

Silaj yapımında mikrobiyal katkı maddeleri kullanımının ana sebebi, ortamdaki SÇK'nin hızlı ve etkili bir şekilde LA'ya fermente olarak ortam pH'sının hızlı bir şekilde düşürülmesi ve daha sonra da enterobakteriler gibi silajın bozulmasına neden olabilecek mikroorganizmalarının gelişimini engellemektir. Kullanım amaçları göz önüne alındığında mikrobiyal katkı maddelerinin kullanım etkinliğini belirleyen ana unsurları; katkının biyolojik kompozisyonu, uygulama yoğunluğu ve ortamda yeterli besin maddelerinin bulunması şeklinde sıralamak mümkündür. Mikrobiyal katkı maddeleri, fermentasyonda baskın olma yeteneklerine göre seçilmiş LAB'nden bir veya daha fazlasını içerirler. Birden fazla sayıda bakteri kullanmanın gerekçesi bakterilerin potansiyel sinerjetik aksiyonlarından kaynaklanmaktadır. Ayrıca, bazı *pediococcus* hatları *lactobacilluslar*'a göre yüksek KM'ye daha toleranslı olmakla birlikte en iyi gelişim için gereksinim duydukları pH ve sıcaklık değerleri daha geniştir (Kung 2001). Farklı pH seviyelerinde faaliyet gösterebilecek birkaç bakteri türünün beraber kullanılmasıyla silolama esnasında

pH değerleri 6.00'dan 4.00'e doğru hızlı bir şekilde düşmesi garantiye alınmış olur. Ayrıca, silolanacak materyalin çeşidi, KM içeriği ya da silolama esnasında oluşan ısı gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak birkaç türün birlikte kullanılması mikrobiyal inokulantların performansını artırabilmektedir. Bu nedenle birçok inokulant birden fazla LAB türünü veya aynı türün birkaç hattını içermektedir (Keleş 2014).

Mikrobiyal katkı maddelerinin içerdiği mikroorganizmaların (LAB) ortamda baskın hale geçebilmesi açısından uygulama yoğunluğu önemlidir. Pitt ve Liebensperger (1987), yaptıkları incelemeleri göz önünde bulundurarak mikrobiyal katkı maddesinden beklenen etkenliğin gerçekleşebilmesi için uygulama yoğunluğu ile epifitik populasyon yoğunluğu arasındaki oranın en az 1/1 olması gerektiğini vurgulamaktadırlar. Bunun yanı sıra mevcut koşullar çerçevesinde de böylesi bir seviyenin yakalanabilmesi bakımından uygulama yoğunluğu olarak en az 5.0 log₁₀ kob/g olmak üzere 6.0 log₁₀ kob/g'lık bir seviyenin seçilmesinin uygun olacağı bildirilmektedir (McDonald ve ark. 1998, Kung ve Shaver 2001).

Birçok çalışmada, LAB inokulantlarının kullanıldığı silajlarda pH'nın hızla düştüğü, LA içeriğinin yükseldiği, AA, BA ile NH₃-N düzeylerinin azaldığı ve *lactobacilli* sayılarının ise artarak silaj fermantasyonunu geliştirdiği saptanmıştır (Weinberg ve ark 1993, Stokes ve Chen 1994, Filya ve ark. 2000, Filya ve ark. 2004, Özdüven ve ark 2010).

Yapılan çalışmalar LAB inokulantı kullanımının silajlarda hücre duvarı bileşenlerini etkilemediği ya da bu etkinin düşük olduğunu göstermektedir. Muck (1996) LAB inokulantlarının ortam pH'sını hızla düşürerek hidrojen iyonlarındaki artış ile ek bir asit ürettiğini ve bunun da hemiselüloz (HSEL)'un hidrolizinin sağladığına bildirmektedir. Nitekim çayır silajlarında hemiselülozik aktivitenin önemli olduğunu ve bu silajlarının NDF içeriğinin %1–2 oranında azaldığı bildirilmektedir (McDonald ve ark. 1998, Kung ve Shaver 2001). Ranjit ve Kung (2000) süt olum döneminde hasat edilen mısır bitkisine LAB inokulantı kullanımının mısır silajlarında NDF içeriği önemli düzeyde bir azalma meydana gelirken (P<0.05), ADF içeriğinde de azalma olmuş ancak bu azalma önemsiz düzeyde bulunmuştur (P>0.05). Diğer yandan, Amanullah ve ark. (2014) tarafından %24 KM'de hasat edilen ve 24 saat soldurulan arpa bitkisine LAB inokulantı olarak *Lactobacillus plantarum* kullanımının arpa silajlarının NDF ve ADF düzeylerinin etkilenmediğini bildirmişlerdir. Mısır (Filya 2002b, Polat ve ark 2005), yonca (Kurtoğlu 1998), arpa (Amanullah ve ark. 2014) ve tritikale (Özdüven ve ark. 2010) silajlarında LAB inokulantı

kullanımının NDF ve ADF içeriklerini etkilemediği, ancak LAB'ın hücre duvarını ve nişastayı parçalayan enzimler ile birlikte kullanıldığı çalışmalarda ise silajların NDF ve ADF içeriklerini azalttığı saptanmıştır (Filya 2002a, Polat ve ark. 2005, Özdüven ve ark. 2010).

Hücre duvarını parçalayıcı enzimler, genel olarak SÇK içeriklerinin yetersiz olmasından dolayı zor silolanan baklagil ve buğdaygil-baklagil karışımı yem bitkileri ile KM içerikleri düşük olan buğdaygil ve baklagil yem bitkilerinden yapılan silajların pH, asetik asit ve diğer uçucu yağ asitleri içeriklerini düşürmektedirler. Bunun yanı sıra bu enzimler katıldıkları silajların NDF, ADF ve ADL olarak saptanan hücre duvarı bileşenlerini düşürürken, laktik asit ve SÇK içeriklerini arttırmaktadırlar (Filya 2001). Chen ve ark. (1994), LAB inokulantlarının enzimler ile birlikte karışım halinde silaj katkı maddesi olarak kullanılabileceğini bildirmektedirler. Laktik asit bakterileri ile birlikte kullanılan selülaz, hemiselülaz ve pektinaz gibi hücre duvarını parçalayıcı enzimler ile amilaz gibi nişastayı parçalayan enzimlerin, katıldıkları silajlarda ilave substrat çıkararak silajda fermentasyonu olumlu yönde geliştirdiği, hücre duvarı içeriklerini düşürdüğü, KM ve organik maddeler (OM)'in sindirilebilirliğini arttırdığı, ADF ve NDF parçalanabilirliklerini arttırdığı, aerobik dayanıklılığın ise etkilenmediği bildirilmektedir (Filya 2002a).

Bunun yanı sıra LAB inokulantlarının silajların aerobik stabilite (silo ömrü) üzerindeki etkilerinin incelendiği araştırma sonuçlarında, bazı araştırmacılar LAB inokulantlarının silajların aerobik dayanıklılığını artırdığını bildirirken (Weinberg ve ark. 1993), bazı araştırmacılar ise etkilemediğini (Moran ve ark. 1996) veya aerobik dayanıklılığını düşürerek, silajlarda gözle görülür bir küflenme ve yoğun karbondioksit gazı üretimine neden olduklarını bildirmişlerdir (Stokes ve Chen 1994). Filya (2000) ise LAB inokulantlarının silajların aerobik dayanıklılığını düşürdüğünü, KM içeriği yeterli olanların ise aerobik dayanıklılığının arttırdığını bildirmişlerdir.

Filya (2003), erken hamur olum döneminde hasat edilen buğday hasıllarına bakteriyel inokulant ilavesinin fermentasyon, aerobik stabilite ve *in situ* rumen parçalanabilirlik özelliklerini saptamak amacıyla yürüttüğü çalışmada; buğday hasılında silolama öncesi pH, KM, SÇK, HK, HP, NDF, LAB, maya ve küf içeriklerini sırasıyla 6.3, 384 g/kg, 68g/kg KM, 70 g/kg KM, 66 g/kg KM, 505 g/kg KM, 4.2 log₁₀ cfu/g, 5.1 log₁₀ cfu/g ve 3.4 log₁₀ cfu/g olarak bildirmektedir. Altmış günlük silolama sonrası elde edilen

buğday silajlarında kontrol, *L. buchneri*, *L. plantarum* ve *L. buchneri* + *L. plantarum* gruplarında sırasıyla pH değerlerini 3.9, 4.2, 3.8 ve 3.9; SÇK içeriklerini 47, 6, 42 ve 9 g/kg KM; LA içeriklerini 33, 20, 47 ve 24 g/kg KM; asetik asit (AA) içeriklerini 8, 21, 6 ve 19 g/kg KM; NH₃-N içeriklerini 0.140, 0.135, 0.109 ve 0.115 g/kg TN; LAB sayılarını 6.1, 5.8, 7.7 ve 6.0 log₁₀ cfu/g; maya sayılarını 3.3, <2.0, 4.1 ve <2.0 log₁₀ cfu/g; küf sayılarını 2.8, <2.0, 3.1 ve <2.0 log₁₀ cfu/g olarak saptamıştır. Araştırmacı *L. buchneri* + *L. plantarum* uygulanan silajların diğer silajlara göre pH, NH₃-N ve fermantasyon kayıplarının önemli düzeyde daha az olduğunu, bununla birlikte *L. buchneri*, *L. plantarum* ve *L. buchneri* + *L. plantarum* uygulanan silajlarda *in situ* KM, OM ve NDF parçalanabilirliğinin etkilenmediğini bildirmektedir.

Sucu ve Filya (2006), LAB inokulantlarının hamur olum döneminde hasat edilen buğday silajlarının fermantasyon, aerobik stabilite ve *in situ* rumen parçalanabilirlik özelliklerini saptamak amacıyla yürüttükleri çalışmalarında silolama öncesi buğday hasılında pH, KM, SÇK, HK, HP, LAB, maya ve küf içeriklerini sırasıyla 6.4, 353 g/kg, 51g/kg KM, 73 g/kg KM, 88 g/kg KM, 3.5 log₁₀ cfu/g, 5.7 log₁₀ cfu/g ve 4.2 log₁₀ cfu/g olarak bildirmektedirler. Elli günlük silolama sonrası elde edilen buğday silajlarında kontrol, LAB ve LAB + enzim karışımı inokulant gruplarında sırasıyla pH değerlerini 4.4, 3.7 ve 3.7; SÇK içeriklerini 9, 18 ve 20 g/kg KM; LA içeriklerini 30, 39 ve 43 g/kg KM; AA içeriklerini 11, 3 ve 3 g/kg KM; NH₃-N içeriklerini 115, 12 ve 15 g/kg TN; LAB sayılarını 5.5, 7.4 ve 7.2 log₁₀ cfu/g; maya sayılarını 7.7, 7.3 ve 7.0 log₁₀ cfu/g; küf sayılarını 2.8, 0.8 ve 1.0 log₁₀ cfu/g olarak saptamışlardır. Araştırmacılar aynı sırayla *in situ* KM parçalanabilirliğini %56.8, 56.6 ve 57.8; OM parçalanabilirliğini ise %54.0, 54.3 ve 56.7 olarak bulmuşlardır. Elde edilen sonuçlara göre, her iki homofermantatif LAB inokulantının da buğday silajlarının fermantasyon özelliklerini geliştirdiği, LAB sayılarını arttırdığı, maya ve küf sayılarını düşürdüğü, *in situ* rumen parçalanabilirlik özelliklerinin ise inokulant uygulamasından etkilenmediği görülmektedir.

Filya ve Sucu (2007), bazı biyolojik ve kimyasal katkı maddelerinin hamur olum döneminde hasat edilen buğday hasıllarının fermantasyon özellikleri ve aerobik stabilite üzerine etkilerini incelemişlerdir. Doksan günlük silolama sonrasında kontrol, *L. plantarum*, *L. buchneri*, *propionibacterium acidipropionici* ve formik asit kullanılan gruplarda sırasıyla pH değerlerini 4.22, 3.96, 4.67, 4.55 ve 3.94; SÇK içeriklerini 59.5, 54.3, 20.7, 57.9 ve 58.8 g/kg KM; LA içeriklerini 49.6, 81.4, 36.3, 51.5 ve 56.5 g/kg KM;

AA içeriklerini 9.3, 5.6, 27.4, 18.3 ve 14.9 g/kg KM; bütirik asit (BA) içeriklerini 0.7, 0.2, 0.1, 0.3 ve 0.2 g/kg KM; NH₃-N içeriklerini 0.230, 0.194, 0.259, 0.246 ve 0.155 g/kg KM; *lactobacilli* sayılarını 4.28, 6.96, 3.97, 4.15 ve 4.03 log₁₀ cfu/g; maya sayılarını 3.37, 4.63, 2.04, 2.12 ve 1.81 log₁₀ cfu/g; küf sayılarını ise 1.50, 1.42, 1.38, 1.45 ve 1.23 log₁₀ cfu/g olarak bildirmektedirler. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek LA *L. plantarum* grubundaki silajlardaki saptanırken; *L. buchneri*, *propionibacterium acidipropionici* ve formik asitin maya aktivitesini engelleyerek silajların aerobik stabilitesini geliştirdiğini bildirmektedirler.

Filya ve ark. (2007), 14 farklı LAB inokulantı ilavesinin yonca silajlarında fermantasyon özellikleri ve aerobik stabilite üzerine etkilerini incelemiştir. Silolamannın 35. - 47. günleri arasında açılan ilk biçim yonca silajlarında kontrol ve LAB katkısı gruplarında sırasıyla pH değerlerini 5.08 ve 4.33-5.14, LA içeriklerini KM' de 40.5 ve 45.9-83.5 g/kg KM, AA içeriklerini 14.2 ve 5.5-36.8 g/kg KM, NDF miktarını 419 ve 391-442 g/kg KM, ADF miktarlarını 342 ve 330-364 g/kg KM; ADL miktarlarını ise 78 ve 71-82 g/kg KM; HSEL miktarlarını 78 ve 61-88 g/kg KM; SEL miktarlarını 264 ve 259-283 g/kg KM; ikinci biçim için ise aynı sırayla pH değerleri 4.42 ve 4.29-4.65, LA içeriklerini KM'de 86.5 ve 61.5-86.0 g/kg KM, AA içeriklerini 29.0 ve 13.1-37.4 g/kg KM, NDF miktarını 307 ve 284-309 g/kg KM, ADF miktarlarını 258 ve 253-265 g/kg KM; ADL miktarlarını ise 62 ve 53-62 g/kg KM; HSEL miktarlarını 49 ve 31-54 g/kg KM; SEL miktarlarını 196 ve 195-207 g/kg KM olarak saptamışlardır.

Özdüven ve Çelebi Çam (2017), çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme ortası ve tam çiçeklenme döneminde hasat edilen yonca bitkisine LAB, Enzim (E) ve LAB+E inokulantı ilavesinin etkilerini inceledikleri çalışmalarında 45. günde açılan silajların pH değerlerini 3.94-4.66, KM içeriklerini %19.40-24.62, SÇK içeriklerini 13.09-20.43 g/kg KM, HP içeriklerini %17.70-22.04, NH₃-N içeriklerini 50.82-94.24 g/kg TN, LA içeriklerini 33.06-52.47 g/kg KM, AA içeriklerini 10.26-24.38 g/kg KM, *lactobacilli* sayılarını 5.06-6.86 log₁₀ kob/g, maya sayılarını 2.42-3.48 log₁₀ kob/g, küf sayılarını 2.16-2.86 log₁₀ kob/g, NDF içeriklerini %35.90-48.28, ADF içeriklerini %25.89-35.46, ADL içeriklerini %4.13-7.38, HSEL içeriklerini %9.49-12.82, SEL içeriklerini %21.77-28.76, *in vitro* OMS'ni ise %57.23-62.60 arasında belirlemiştir. Araştırmada LAB ve LAB+E inokulantı kullanılan silajların LA, LAB ve OMS önemli düzeyde daha yüksek (P<0.01); pH değeri, NH₃-N, AA, NDF, ADF, SEL içerikleri ve küf sayıları daha düşük (P<0.05 ve P<0.01) olduğunu

saptanmıştır. Araştırmacılar LAB ve/veya enzim kullanılan silajlarda fermantasyon özelliklerinin arttığını, hücre duvarı içeriklerinin azaldığını ve *in vitro* OMS'nin arttığını bildirmektedirler.

Bazı çalışmalarda LAB veya LAB+E inokulantı ilave edilen silajlarda KM ve OMS artarken (Filya 2002a, Filya 2002b, Özdüven ve ark. 2010, Kim ve ark. 2017), bazılarında ise inokulant ilavesinden etkilenmemiştir (Filya 2004, Polat ve ark 2005, Amanullah ve ark. 2014).

Aerobik stabilite (silo ömrü), açılan bir silajın ısınmadan ve bozulmadan kaldığı sürenin uzunluğudur (Kung 1998). Silaj açıldığında, anaerobik koşullar, aerobik koşullara dönüşmektedir. Bu koşullar içinde ortamda çoğalamayan mikroorganizmalar çoğalmaya başlayarak silajın bozulmasına neden olurlar (McDonald ve ark. 1991).

Silajların aerobik bozulmasından öncelikle küf ve maya gibi mikroorganizmalar sorumlu olmaktadır (Woolford ve ark. 1982). Yemleme döneminde maya ve küfler ortamdaki şekerler ile birlikte LA ve AA gibi fermantasyon ürünlerini tüketerek silajda KM ve besin maddeleri kayıplarına neden olurlar. Bunun sonucunda silo içerisinde CO₂ ile su açığa çıkar ve ortam sıcaklığı artar (Filya 2001). Silajın bozulması kaçınılmaz bir sonuçtur. Çoğunlukla “aerobik bozulma” olarak da tanımlanır. Bu şekilde bozulmuş silajlar, hayvanlar tarafından ya çok az tüketilir ya da hiç tüketilmeyebilir. Ayrıca bu tip silajların içerebileceği bazı küfler hayvanlar için öldürücü olabilecek mikotoksinler üretebileceği gibi söz konusu mikotoksinlerin hayvansal ürünler yoluyla insanlara geçme olasılığı da oldukça yüksektir (Filya 2003). Silaj materyalin aerobik stabilitesine etki eden faktörleri pH, silajın KM içeriği, fermantasyon sonunda kullanılmadan kalan SÇK, silolanan bitkinin tipi, silajın maya sayısı ve sıcaklık olarak sıralamak mümkündür (Ohyama ve ark. 1975, Woolford 1984, Pessi ve Nousiainen 1999).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.MATERYAL

3.1.1. Silaj Materyali

Bu araştırmada silaj materyali olarak Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Merkezinde yetiştirilen avdar (*Secale cereale* L.) bitkisi kullanılmıştır.

3.1.2. Silajların Hazırlanması

Silajı yapılacak avdar bitkisi süt olum döneminde hasat edilmiştir. avdar hasılları silaj makinesinde yaklaşık 2.0 cm boyutlarında parçalanmış ve homojen bir şekilde karıştırıldıktan sonra silolama öncesi analizleri için örnek alınmıştır. Parçalanan materyaller 200×250 mm boyutlarında ve oksijen geçirgenliği 1.13 cc/m² gün değerine sahip torbalara 500 g koyularak laboratuvar tipi CAS CVP 260 PD marka vakum makinesinde 3' er paralelli olarak silolanmıştır. Araştırmada her grup için (kontrol, LAB I, LAB+E II ve LAB+E III) 12' şer torba olmak üzere toplam 48 torba silaj yapılmıştır. Torbalar laboratuvar ortamında 20±2 °C sıcaklıkta tutulmuşlardır. Her gruptan 3'er torba, silolandıktan sonraki 2, 4, 8 ve 75. günlerde açılarak kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Yetmişbeşinci gün açılan son dönem silajlarda 5 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmış ve söz konusu silajların *in vitro* enzimde organik madde çözünübilirlikleri de saptanmıştır.

3.1.3. Silajlarda Kullanılan Katkı Maddesi

1. İnokulant A, Biosil (Wuthenow, Germany): Üretici firmanın bildirdiğine göre, biyolojik kompozisyonunda *Lactobacillus plantarum* DSM 8862 ve *Lactobacillus plantarum* DSM 8866 bakterilerini içermektedir.

İnokulant B, Silaprilis Pro (Timac Agro, USA): Üretici firmanın bildirdiğine göre, biyolojik kompozisyonunda *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, *Pediococcus pentosaceus* ve *Propionibacteria acidipropionici* bakterileri ile birlikte ksilenaz ve β-glukanaz enzimi içermektedir.

3. İnokulant C, Sil-All (Allteck, UK): Biyolojik kompozisyonunda *Lactobacillus plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, *Pediococcus pentosaceus* ve *Propionibacteria acidipropionici* bakterileri ile birlikte amilaz, selüloz, ksilenaz ve β -glukanaz enzimi içermektedir.

Katkı maddesinin kullanım şekli

1. grup kontrol grubu olup katkı maddesi içermemektedir. (Kontrol)
2. grupta, 10 kg parçalanmış taze materyal 1x4 m temiz bir alana yayılmıştır. İnokulant A'dan 33 mg tartılarak üzerine 20 ml çeşme suyu konulacak ve iyice karışması sağlandıktan sonra taze materyal üzerine homojen bir şekilde püskürtülmüştür. (LAB I)
3. grupta İnokulant B'den 78 mg inokulant 2. grupta açıklandığı gibi taze materyale uygulanmıştır. (LAB+E II)
4. grupta ise İnokulant C'den 50 mg inokulant 2. grupta açıklandığı gibi taze materyale uygulanmıştır. Böylelikle her üç inokulanta çavdar hasıllarına 6.0 log₁₀ cfu/g düzeyinde uygulanmıştır. (LAB+E III)

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Kimyasal Analizler

Taze ve silaj örneklerinde KM miktarı 60 °C sıcaklıkta 48 saat süreyle kurutulması ve HK miktarı da 550 °C sıcaklıkta bir gece yakılması ile tespit edilmiştir. Yemin OM miktarı ise, KM ile HK arası farktan hesaplanmıştır. Organik maddeleri oluşturan HP, belli miktardaki yem örneğinin önce kuvvetli asitle yakılarak azotun amonyum sülfata, daha sonra da baz ile muameleye tabii tutularak amonyak formuna dönüştürülmesi ve bu amonyakın belli normalitedeki bir asitle titrasyonu sonucu elde edilen sarfiyattan hesaplanmıştır (Akyıldız 1984).

3.2.2. pH Analizi

Taze ve silolanmış çavdarlarda 20 g örnek 180 ml saf su ile oda sıcaklığında 1 saat süre boyunca zaman zaman karıştırıldıktan sonra filtre kağıdından süzölmüştür. Elde edilen süzökte dijital pH metre kullanılarak pH değeri saptanmıştır. Silaj süzöntüsünün pH'sı tespit edildikten sonra 5500 devir/dk'da 5 dakika süre ile santrifüj edilmiş ve 15 ml'lik santrifüj tüplerinde -20 °C sıcaklıktaki derin dondurucuda saklanmıştır. Silajların LA, AA, PA ve BA içerikleri bu süzöntülerden belirlenmiştir. Silajların LA (Koç ve Coşkuntuna 2003) içerikleri spektrofotometre'de, AA, PA ve BA (Supelco 1998) içerikleri ise gaz kromatografisi cihazında tespit edilmiştir.

3.2.3. SÇK Analizi

Kurutulup 1 mm'lik elekten geçirilerek öğütölmüş olan taze ve silaj örneklerinden 200 mg tartılmış ve bir şişe içerisine konulmuştur. Örneklerin üzerine 200 ml saf su ilave edilmiş ve 1 saat süre boyunca çalkalanarak homojenize edilmiştir. Örnekler 125 mm Whatman No 1 kağıdından ilk birkaç damlası ihmal edilecek şekilde süzölmüş ve 50 ml'lik berrak ekstrakt elde edilmiştir. Standart glikoz çözeltisi hazırlamak için kurutma dolabında 120 °C sıcaklıkta 1 saat kurutulan D-glikozdan 400 mg tartılmış, bir miktar saf suda çözöndüröldükten sonra 500 ml ye seyreltilmiştir. Standart eğrinin oluşturulması amacıyla 0, 0.04, 0.08, 0.12, 0.16 ve 0.20 mg/ml glikoz çalışma çözeltisinden 2 ml alınarak 150x25 mm'lik borosilikat test tüpleri içerisine konulmuş ve tüpler 10 dakika süre ile buz ve su dolu bir kap içerisinde tutulmuştur. Tüpleri bu kabın içerisinden çıkartmadan bir büret yardımı ile 10 ml antron çözeltisi yavaşça ilave edilmiştir Su ve buz dolu kabın içerisinde tutulan tüpün içindeki sıvı 25 °C sıcaklığı geçmesine izin vermeyecek şekilde yavaşça karıştırılmıştır. Tüpün ağzı gevşek olarak kapatılmış ve kaynayan bir su banyosunda 20 dakika tutulmuştur. Tüpün ağzı açılmış ve mümkün olduğunca hızlı bir şekilde sıcaklığı azaltmak için tüpler su ve buz dolu kabın içerisine konulmuştur. Bu işlemleri takiben absorbans değeri 620 nm de 30 dakika içerisinde spektrofotometre aracılığı ile okunmuştur. Bulunan değeri 500 mg glikoz standart eğrisi hazırlanmıştır. Daha sonra yukarıda anlatılan işlemler taze ve silaj örnekleri içinde aynı şekilde yapılarak tespit edilen absorbans değeri 500 mg glikoz değeri arasındaki farklılık 500 katsayısı ile çarpılmıştır. Sonuç, örnek içerisinde yer alan g/kg SÇK miktarı olarak kaydedilmiştir (Anonim 1986).

3.2.1.3. NH₃-N Analizi

Silajlarda NH₃-N tespiti için 20 g'lık taze örnek erlenmayer içerisine tartıldıktan sonra üzerine 100 ml saf su ilave edilmiştir. Çalkalayıcıda 1 saat süre ile tutulduktan sonra 150 mm lik Whatman No 1 filtre kağıdı ile süzme işlemi gerçekleştirilmiştir. Mikro distilasyon ünitesine yerleştirilmiş bulunan 100 ml lik balon bölümüne 10 ml filtrat konmuştur. Daha sonra sırasıyla 5 ml amonyum nitrojen çözeltisi, 6 ml magnezyum hidroksit çözeltisi ilave edilmiş ve 100 ml lik bir erlenmayer içerisine 5 ml borik asit çözeltisi konularak soğutucunun alt kısmına yerleştirilmiştir. Erlenmayerde 35-40 ml sıvının 5 dakika içerisinde toplanması sağlayacak şekilde buhar şiddeti ayarlanmıştır. İşlem sonunda toplama erleni alınır ve 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 (Anonim 1986).

3.2.1.4.1. Laktik Asit Analizleri

Silajların LA tespiti Koç ve Coşkuntuna (2003)'nın bildirdikleri spektrofotometrik yöntem ile saptanmıştır. Derin dondurucuda -20 °C sıcaklıkta saklanan silaj örnekleri analiz günü çıkartılmış ve oda sıcaklığında çözülünceye kadar bekletilmişlerdir. Silaj örneğinden 40g alınmış ve üzerine 360 ml saf su ilave edilmiş ve çalkalayıcıda 3 dakika süre ile çalkalanmıştır. Bu işlemin sonunda yem örneği Whatman No 1 filtre kağıdından süzümüştür. Süzülen örnekten 40 ml alınmış ve 360 ml saf su ilave edilerek çalkalanmıştır. Böylelikle 1:100 oranında seyreltme işlemi yapılmıştır. Daha sonra otomatik pipet ile 1 ml seyreltilmiş örnek, 0.1 ml bakır sülfat (5g CuSO/100 ml saf su) ve 6 ml derişik sülfürik asit tüplere ilave edilmiştir. Hazırlanan tüpler 30 saniye vortekste karıştırılmış ve 5 dakika süreyle buzlu su banyosunda soğutulmuştur. Bu süre sonunda tüplere 0.1 ml para hidroxy bi phenol (%0.5 Na OH/1000 ml saf su +2.5 g PHBP) eklenerek, tüpler 30 saniye tekrar vorteks ile karıştırılmış ve 10 dakika oda sıcaklığında bekletilmişlerdir. Daha sonra tüpler 1.5 dakika kaynar su içerisinde tutulmuştur. Daha sonra tüpler hızla soğutulduktan sonra 565 nm dalga boyunda absorbanları spektrofotometreden okunmuştur.

Standart eğrinin oluşturulması

Lityum laktattan 213 mg alınarak 500 mL saf suda çözündürülmüş ve üzerine 0.5 mL derişik 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 sulandırılmıştır. Daha sonra stok çözeltilerden 2.5, 5, 10 ve 15 µg/mL lityum laktat içeren standart çözeltiler hazırlanmıştır. 1 mL seyreltik bulunan tüplerin içerisine 0.1mL bakır sülfat ile 6 mL %98'lik sülfürik asit ilave edilmiş, 30 saniye vortekste karıştırılmış ve 5 dakika buzlu su banyosunda tutulmuşlardır. Bu süre sonunda tüplere 0.1 mL para hidroxy bi phenol eklenerek, tüpler 30 saniye tekrar vortekste karıştırılmış ve 10 dakika oda sıcaklığında bekletilmişlerdir. Daha sonra tüpler 1.5 dakika kaynar su içerisinde tutulmuş ve soğuması beklendikten sonra 565 nm dalga boyunda spektrofotometre cihazında okunmuştur. Standart eğri Microsoft Excel bilgisayar programında oluşturulmuştur. Standart eğriden, örneklerin µg/mL'leri okunarak saptanmıştır. Elde edilen örneklerin KM miktarlarına bölünmüş ve silajların %KM'de % laktik asit içerikleri saptanmıştır.

3.2.1.4. Organik Asit Analizleri

Taze ve silolanmış çavdarlarda 20 g örnek 180 ml saf su ile oda sıcaklığında 1 saat süre boyunca zaman zaman karıştırıldıktan sonra filtre kağıdından süzölmüştür. Elde edilen filtrat 5500 devir/dk'da 5 dakika süre ile santrifüj edilmiş ve 15 ml'lik santrifüj tüplerinde -20 °C sıcaklıktaki derin dondurucuda saklanmıştır. Silajların AA, propiyonik asit (PA) ve BA içerikleri bu süzöntülerden belirlenmiştir. Silajların AA, PA ve BA (Supelco 1998) içerikleri ise gaz kromatografisi cihazında tespit edilmiştir.

3.2.1.5. Mikrobiyolojik Analizler

Çalışmada gerek silolama öncesi taze materyalde ve gerekse de son ürünler üzerinde LAB, maya ve küf yoğunluklarının saptanmasına yönelik analizler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 25 g'lık örnekler peptonlu su aracılığı ile 2 dakikadan az olmamak koşulu ile karıştırılıp mikroorganizmaların mümkün olduğu ölçüde materyalden ayrılması sağlanmıştır. Elde edilen stok materyalden logaritmik seride dilüsyonlar hazırlanarak 1 saati aşmayan zaman zarfında ekim işlemi yapılmıştır. Laktik asit bakterileri için ekim ortamı olarak MRS Agar, maya ve küfler için Malt Ekstrakt Agar kullanılmıştır. Örneklere ait LAB, maya ve küfler için 30 °C sıcaklıkta 3 günlük inkübasyon dönemlerini

takiben gerçekleştirilmiştir (Seale ve ark. 1990). Örneklerde saptanan LAB, maya ve küf sayıları logaritma koliform üniteye (cfu/g) çevrilmiştir.

3.2.2.2. Hücre Duvarı İçerikleri Analiz Yöntemleri

Silaj örneklerinin NDF, ADF ve ADL analizleri Van Soest analiz yönteminde öngörülen prensipler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir (Goering ve Van Soest 1983).

NDF Analizi

Nöortal çözelti için 18.61 g Ethylendiaminetetra asetik asit (EDTA) ve 6.81 g sodyum tetra borat tartılarak geniş bir kaba konmuştur. Saf su ilave edildikten sonra ısıtılarak çözdürülmüştür. Bu çözeltiye 30 g sodyum lauryl sülfat ve 10 ml trietilenglikol ilave edilmiştir. İkinci bir cam kaptaki 4.56 g di-sodyum hidrojen sülfat tartılmış, saf su ilave edilmiş ve ısıtılarak çözdürülmüştür. İlk çözeltiye ilave edilmiş, karıştırılmış ve 1 litrelik balon jöjeye saf su ile tamamlanmıştır. Çözelti pH'sı 6.9-7.1 arasında kontrol edilmiştir.

Bir mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş 500 mg silaj örneği 600 ml'lik bir behere tartılmıştır ve üzerine 100 ml NDF çözeltisi ilave edilmiştir. Birkaç damla dekalın, 500 mg sodyum sülfat ilave edildikten sonra ısıtıcı düzeneğine konulmuştur. Çözelti hızla kaynama durumuna getirilmiş ve bir saat süreyle geriye soğutuculu düzenekte kaynatılmıştır. Bu aşamadan sonra dara ağırlığı tespit edilmiş cam krozeden düşük vakum aracılığıyla süzme işlemi gerçekleştirilmiştir. Kalıntıda sıcak saf su ve aseton ile yıkanmıştır. Daha sonra NDF kalıntısı içeren cam kroze kurutma dolabında 100 °C sıcaklıkta bir gece tutulmuştur. Sonra desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır.

Hesaplama: $NDF (g/kg KM) = a - b/N \times 1000$

a = NDF içeren kuru cam krozenin ağırlığı, g

b = cam krozenin darası alınmış ağırlığı, g

N = örneğin ağırlığı, g

ADF analizi

ADF çözeltisi için, cetyl-trimethyammonium bromid (CTAB)'den 20 g tartılarak geniş bir kaba konulmuş ve üzerine 1 litre 1 N sülfürik asit çözeltisi eklenerek karıştırılmıştır.

Bir mm'lik elekten geçecek şekilde öğütölmüş 500 mg kadar silaj örneği behere tartılmıştır. Üzerine 100 ml soğuk CTAB-H₂SO₄ çözeltilisi ve birkaç damla dekalin ilave edildikten sonra ısıtıcı düzeneğine konulmuştur. Çözelti hızla kaynama durumuna getirilmiş ve bir saat süreyle geriye soğutuculu düzenekte kaynatılmıştır. Bu aşamadan sonra dara ağırlığı tespit edilmiş cam krozeden düşük vakum aracılığıyla süzme işlemi gerçekleştirilmiştir. Kalıntıda sıcak saf su ve aseton ile yıkanmıştır. Daha sonra ADF kalıntısı içeren cam kroze kurutma dolabında 100 °C sıcaklıkta bir gece tutulmuştur. Sonra desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır.

Hesaplama: ADF (g/kg KM) = a-b /N x 1000

a= ADF içeren kuru cam kroze ağırlığı, g

b= Darası alınmış cam krozenin ağırlığı, g

N=numune miktarı, g

ADL analizinde, %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 (Close ve Menke 1986).

ADL çözeltilisi için, cetyl-trimethyammonium bromid (CTAB)'den 20 g tartılarak geniş bir kaba konulmuş ve üzerine 1 litre %72'lik sülfirik asit çözeltilisi eklenerek karıştırılmıştır.

Bir mm'lik elekten geçecek şekilde öğütölmüş 500 mg kadar silaj örneği behere tartılmıştır. Üzerine 100 ml soğuk ADL çözeltilisi ve birkaç damla dekalin ilave edildikten sonra ısıtıcı düzeneğine konulmuştur. Çözelti hızla kaynama durumuna getirilmiş ve bir saat süreyle geriye soğutuculu düzenekte kaynatılmıştır. Bu aşamadan sonra dara ağırlığı tespit edilmiş cam krozeden düşük vakum aracılığıyla süzme işlemi gerçekleştirilmiştir. Kalıntıda sıcak saf su ve aseton ile yıkanmıştır. Daha sonra ADL kalıntısı içeren cam kroze kurutma dolabında 100 °C sıcaklıkta bir gece tutulmuştur. Sonra desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır. Yakma fırınında 500 -550 °C sıcaklıkta 3 saat süre ile yakılmıştır. Desikatöre alınmış, soğutulmuş ve tartılmıştır.

Hesaplama: $ADL (g/kg KM) = a - b / N \times 1000$

a = Krozenin kurutmadan sonraki ağırlığı, g

b = Krozenin yakmadan sonraki ağırlığı, g

N = Numune miktarı, g

Yem materyallerinin selüloz ve hemiselüloz içeriklerinin saptanmasında NDF, ADF, ADL analizleri sonrasında elde edilen değerlerden yararlanılmış olup, hesaplamada kullanılan formüller aşağıda verilmektedir.

Selüloz (g/kg KM) = ADF - ADL

Hemiselüloz (g/kg KM) = NDF – ADF

3.2.2.3. Enzimde OM Çözünübilirliği Analiz Yöntemleri

Çalışmada silaj örneklerindeki *in vitro* enzimde OM çözünübilirlik düzeyinin saptanması Naumann ve Bassler (1993) tarafından önerilen selülaz yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

Enzimatik (selülaz) yöntemde kullanılan çözeltiler;

Pepsin- HCl çözeltisi: 2g pepsin+0.1 N HCl;

Asetat buffer çözeltisi: 5.9 ml asetik asit+ 1 litre destile su (çözelti A) ve 13.6g sodyum asetat + 1 litre destile su (çözelti B) hazırlandıktan sonra 400ml çözelti A ile 600 ml çözelti B karıştırılır;

Selülaz buffer çözeltisi: 3.3 g selülaz enzimi (trichoderma viride; onozuka R-10, 1 U/mg aktivite)+1 litre asetat buffer çözeltisi

Bir mm'lik elekten geçicek şekilde öğütülmüş silaj örnekleri altı kapatılmış olan süzgeçli cam kaplara (800 °C sıcaklığa dayanıklı, por: 1, altı ve üstü kapaklı, 50 ml'lik Gooch krezeller) 300 mg civarında tartılmıştır. Her biri üç paralel olacak şekilde tartılan silaj örneklerinin üzerine 40 °C sıcaklıktaki pepsin+HCl çözeltisinden 30 ml ilave edilmiş ve cam kablarn üst kısımları kapatılmıştır. Cam kaplar 40 °C sıcaklığa ayarlı inkübatör dolabına konulmuş ve 5 saat sonra kaplar karıştırılmıştır. Cam kaplar 24 saat inkübatör

dolabında kaldıktan sonra 80 °C sıcaklığındaki su banyosunda 45 dakika süre ile bekletilerek nişastanın hidrolizi sağlanmıştır. Bu işlemin sonunda cam kaplar açılmış ve içindeki çözelti vakum pompası yardımı ile süzülmüştür. Cam krozenin içinde kalan kısım sıcak su ile yıkandıktan sonra alt kısmı kapatılmış ve 30 ml selülaz+buffer çözeltisi ilave edilmiştir. Cam kaplar 40 °C sıcaklıktaki inkübatör dolabında 24 saat bekletildikten sonra kapakları açılmıştır. Örnekler hafif bir vakum altında kaynar sıcak su ile yıkanarak süzülmüştür. Süzme işleminden sonra 105 °C sıcaklığa ayarlı kurutma dolabında bir gece boyunca kurutulmuş ve desikatörde soğutulduktan sonra tartım işlemi yapılmıştır. Cam kaplar 550 °C sıcaklığa ayarlı kül fırınında 3 saat yakılmış ve tartımı gerçekleştirilmiştir.

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

$$\text{Organik madde sindirilebilirliği, \%} = [B_1 - (A_1 - A_2) \times 100] / B_1 - C_1$$

A₀: Ghoch krozesinin darası, g A

A₁: 105 C’de kurutulduktan sonraki dara+örnek ağırlığı, g

A₂: 550 C’de yandıktan sonraki dara+örnek ağırlığı, g

B₁: Analize alınan örnek miktarı, g/KM

C₁: Analize alınan örnekteki kül miktarı, g/KM

3.2.2.4. Aerobik Bozulma Direncine İlişkin Analizler

Silolamanın 75. gününde açılan silajlarda 5 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmıştır (Ashbell ve ark. 1991). Aerobik stabilitenin 5. günündeki silajların pH değerleri ile CO₂ üretimleri tespit edilmiştir. Ayrıca silajların içerdiği maya ve küf sayıları da saptanmıştır.

Araştırmada, aerobik stabilite testinin uygulanması için 1.5 L’ lik polietilen (PET) şişeler 1 L ve 0.5 L olmak üzere ikiye kesilmiş ve. 1 L’lik PET şişenin kapak kısmına hava sirkülasyonunu sağlamak amacıyla 1 cm çapında delik açılıp üzeri telle kapatılmıştır. Daha sonra 0.5 L’ lik kesilen kısma %20’lik potasyum hidroksit (KOH) çözeltisinden 100 mL ünitenin konuşmuştur. Üst kısımda bulunan şişeye 250-300 g arasında silaj sıkıştırılmadan alt kısmın üzerine yerleştirilmiştir. Şişenin üst kısmında atk kısmında olduğu gibi 1 cm

çapında delik kalacak şekilde kapatılmıştır. Hazırlanan düzenek 5 gün boyunca oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bu süre sonunda silaj örneklerinde oluşan ve havadan 1.5 kat daha yoğun olan CO₂ gazı altta çökerek tabanda tutulmuştur. Çözeltiden 10 mL alınarak geniş ağızlı erlene ilave edilmiştir. Örnek manyetik karıştırıcıda 1N'lik %37'lik hidroklorik asit çözeltisiyle titre edilmiştir. Bu aşamada yaklaşık pH 13.0-14.0 değeri 3 N HCl ile 8.1'e düşürülmüştür. Daha sonra 1 N HCl ile titrasyona devam edilmiş ve pH'nın 8.1-3.6 arasında harcanan HCl miktarı saptanmıştır. Karbondioksit üretimi aşağıda belirtilen denkleme göre hesaplanmıştır.

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

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)

3.2.4. İstatiksel Analizler

Araştırmadan elde edilen verilerin değerlendirilmesinde tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve önemli olan farklılıkların belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır (Soysal, 1998). İstatistiksel analizler SPSS 15.0 (2006) paket programıyla gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. ARAŞTIRMA YEMLERİNİN SİLOLAMA ÖNCESİ DEĞERLERİ

4.1.1. Çavdar Bitkisinin Fermantasyonuna Etki Eden Kimi Özelliklerine Ait Bulgular

Araştırmada kullanılan çavdar bitkisine ait kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çavdar bitkisinin kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları

İçerik	Miktar
pH	5,99
Tampon kapasitesi, Meq NaOH kg/KM	240
KM, % DH	39.32
OM	94.45
HP, % KM	11.18
HK, % KM	5.55
SÇK g/kg KM	136.63
NDF, % KM	57.01
ADF, % KM	36.04
ADL,% KM	4.16
Hemiselüloz, % KM	20.96
Selüloz, % KM	31.89
<i>Lactobacilli</i> , cfu/g KM	3.80
Maya, cfu/g KM	3.65
OMS, % KM	55.34

KM:Kuru madde, DH:Doğal halde, OMS:Organik madde sindirilebilirliği, HP: Ham protein, HK: Ham kül, NDF:Nötr deterjanda çözünmeyen lif, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, ADL: Asit deterjanda çözünmeyen lignin, SÇK:Suda çözünebilir karbonhidratlar

Uygun saklama koşullarının gerçekleşmesi sonrasında elde edilecek silo yeminde besleme değeri üzerinde etkili olan temel faktörler silajı yapılacak olan materyalin pH, KM ve SÇK içeriği ile epifitik mikroorganizma yoğunluğu gibi özellikler bakımından sahip olduğu değerlere bağlıdır.

Çizelgede 4.1’de de verildiği gibi, çavdar bitkisinin sırasıyla pH, tamponlama kapasitesi, KM, KM içindeki OM, HP, HK, SÇK, NDF, ADF, ADL, hemiselüloz, selüloz, *lactobacilli*, maya ve OMS içerikleri sırasıyla 5.99, 240 meq NaOH/kg KM, %39.32, %94.45, %11.18, %5.55, 136.63 g/kg, %57.01, %36.04, %4.16, %20.96, %31.89, 3.80 log₁₀ kob/g, 3.65 log₁₀ kob/g ve %55.34 olarak bulunmuştur.

4.2. ARAŞTIRMA YEMLERİNİN SİLOLAMA SONRASI DEĞERLERİ

4.2.1. Çavdar Silajlarının Fermantasyon Özellikleri İle İlgili Bulgular

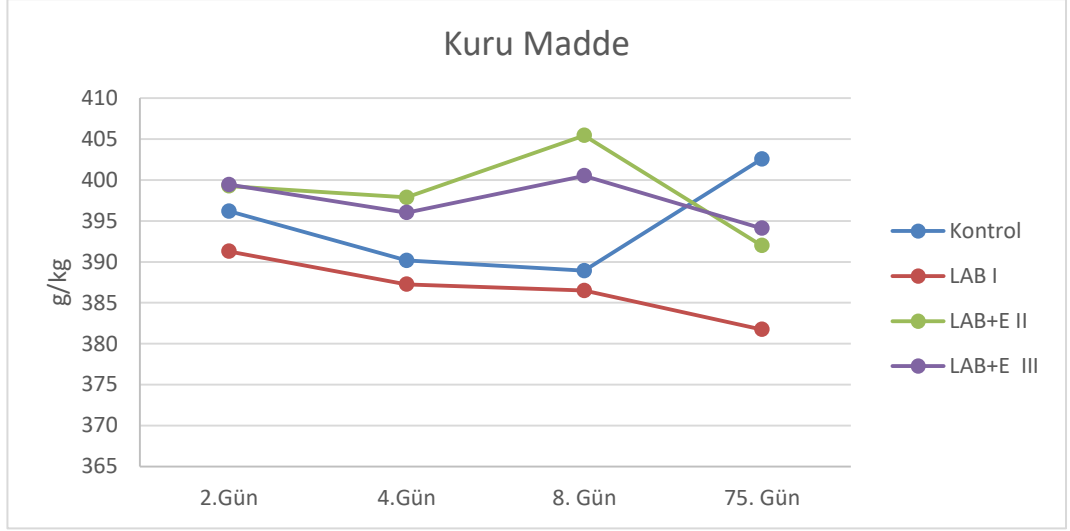
Fermantasyonun 2., 4., 8. ve 75. gününde açılan çavdar silajlarına ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.2 ile Şekil 4.1., 4.2., 4.3., 4.4, 4.5, 4.6 ve 4.7’de verilmiştir.

Araştırmaya ait kimyasal analiz sonuçları incelendiğinde, araştırmada kullanılan LAB ve LAB+E inokulantları, çavdar silajının fermantasyon özelliklerini farklı düzeylerde etkilemiştir. Gerek LAB ve gerekse de LAB+E inokulantları fermantasyonun 2. gününden itibaren çavdar silajlarının pH değerlerini önemli düzeyde düşürmüşlerdir (P=0.003). Kontrol ve LAB silajlarının NH₃-N miktarları ise fermantasyonun başlarından itibaren LAB+E silajlarına göre önemli düzeyde yüksek olduğu görülmüştür (P=0.001). Ayrıca LAB+E inokulantlarının kullanıldığı çavdar silajlarının SÇK içeriklerini fermantasyonun 8. gününden itibaren diğer silajlara göre önemli düzeyde yüksek bulunmuştur (P<0.001). Silolamanın 75. gününde LAB+E kullanılan silajların KM (P<0.05) ve HP (P<0.05) içeriklerinin diğer gruplardan önemli düzeyde daha yüksek olduğu görülmektedir. Araştırmada çavdar silajında kullanılan LAB ve LAB+E inokulantlarının HK üzerindeki etkileri tüm dönemlerde önemsiz bulunmuştur (P>0.05).

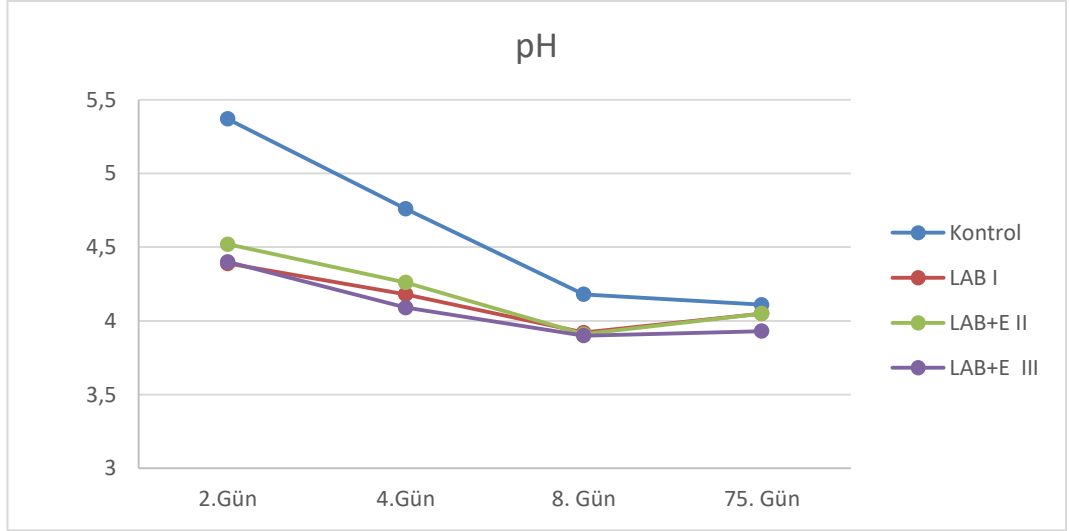
Çizelge 4.2. Çavdar silajlarına ait kimyasal analiz sonuçları

Gün	Uygulama	KM g/kg	pH	HK g/kg KM	HP g/kg KM	NH ₃ -N g/kg KM	SÇK g/kg KM	KMK g/kg KM
2.	Kontrol	396.20±4.09	5.37±0.35 ^a	62.92±10.80	108.83±3.40	51.48±4.40 ^a	122.25±2.22 ^a	5.64±1.49
	LAB I	391.28±5.07	4.39±0.06 ^b	70.56±14.38	107.50±1.00	50.58±2.43 ^a	97.95±4.87 ^c	6.15±0.90
	LAB+E II	399.27±8.54	4.52±0.17 ^b	62.35±7.01	104.14±2.64	43.08±2.41 ^b	103.72±1.29 ^c	7.13±0.93
	LAB+E III	399.43±8.69	4.40±0.04 ^b	54.90±4.95	107.70±2.51	42.21±2.59 ^b	113.74±3.51 ^b	4.99±2.30
	P	0.477	0.001	0.358	0.209	0.010	<0.001	0.416
4.	Kontrol	390.17±7.48	4.76±0.05 ^a	55.90±11.49	110.06±4.70 ^b	48.89±9.29 ^a	80.77±2.20 ^b	7.43±6.38
	LAB I	387.25±4.03	4.18±0.04 ^{bc}	57.75±8.54	115.27±4.58 ^b	42.90±0.88 ^{ab}	62.81±2.38 ^c	2.47±0.57
	LAB+E II	397.87±2.95	4.26±0.05 ^b	55.21±3.49	129.01±6.72 ^a	35.66±1.80 ^b	81.13±0.70 ^b	4.20±1.41
	LAB+E III	396.01±8.83	4.09±0.07 ^c	54.70±4.19	116.84±10.10 ^{ab}	39.80±4.02 ^b	87.80±3.19 ^a	3.37±1.13
	P	0.215	<0.001	0.963	0.050	0.070	<0.001	0.350
8.	Kontrol	388.91±1.89 ^b	4.18±0.04 ^a	56.30±7.36	109.58±4.92 ^b	55.78±3.37 ^a	12.30±1.16 ^c	4.93±0.57 ^b
	LAB I	386.50±4.00 ^b	3.92±0.02 ^b	64.98±3.10	115.63±0.91 ^b	41.97±2.32 ^b	15.52±4.40 ^c	4.26±0.41 ^b
	LAB+E II	405.43±6.11 ^a	3.91±0.02 ^b	54.84±6.40	128.29±4.04 ^a	41.09±2.64 ^b	23.76±3.53 ^b	6.69±1.22 ^a
	LAB+E III	400.52±4.06 ^a	3.90±0.01 ^b	57.55±7.20	118.73±7.40 ^b	41.61±0.86 ^b	32.07±5.22 ^a	5.61±0.90 ^{ab}
	P	0.002	<0.001	0.272	0.010	<0.001	0.001	0.037
75.	Kontrol	381.74±4.42 ^b	4.11±0.01 ^a	57.59±4.24	118.55±2.63 ^c	58.19±6.95 ^a	5.56±0.73 ^c	84.45±1.38
	LAB I	391.99±9.37 ^{ab}	4.05±0.05 ^b	61.10±5.05	125.35±0.88 ^b	54.70±4.61 ^a	5.16±0.35 ^c	75.71±5.33
	LAB+E II	394.10±7.03 ^{ab}	4.05±0.06 ^b	54.51±2.99	131.97±4.73 ^a	38.20±3.26 ^b	9.54±0.26 ^b	83.16±5.77
	LAB+E III	402.57±4.55 ^a	3.93±0.02 ^b	56.21±3.17	130.24±3.64 ^{ab}	38.57±1.29 ^b	25.73±3.76 ^a	79.52±10.38
	P	0.031	0.003	0.287	0.004	0.001	<0.001	0.409

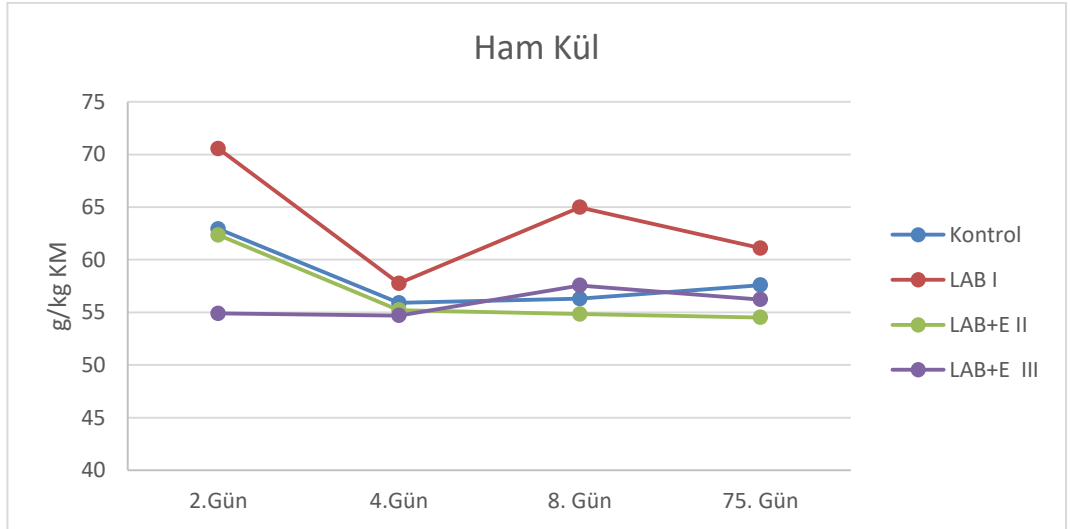
LAB: laktik asit bakteri inokulantı; LAB+E: laktik asit bakteri+enzim karışımı inokulant KM: Kuru madde, SÇK: Suda çözülebilir karbonhidrat, NH₃-N: Amonyak azotu, HP: Ham protein, HK: Ham kül, KMK: Kuru madde kaybı



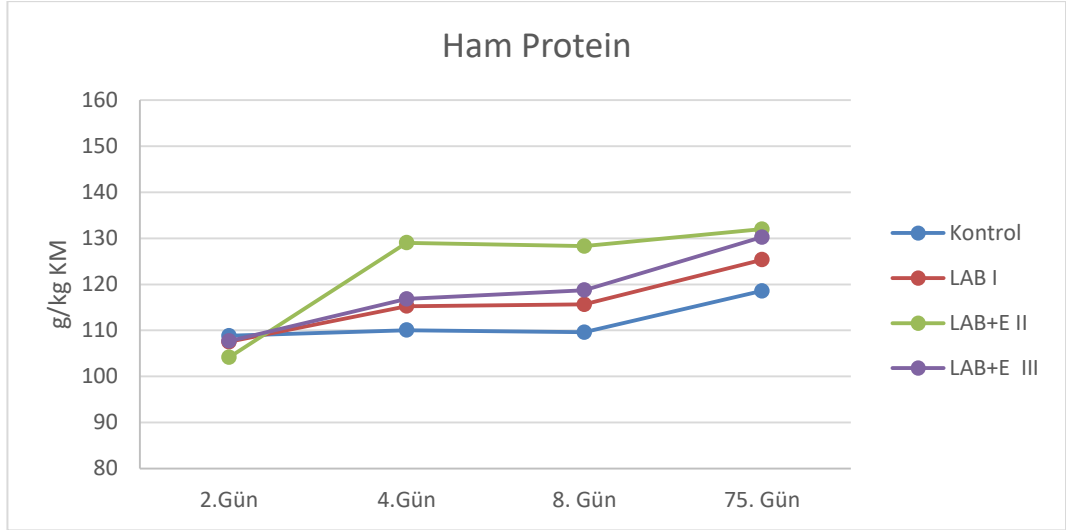
Şekil 4.1. Çavdar silajlarının fermantasyon süresince kuru madde değişimleri



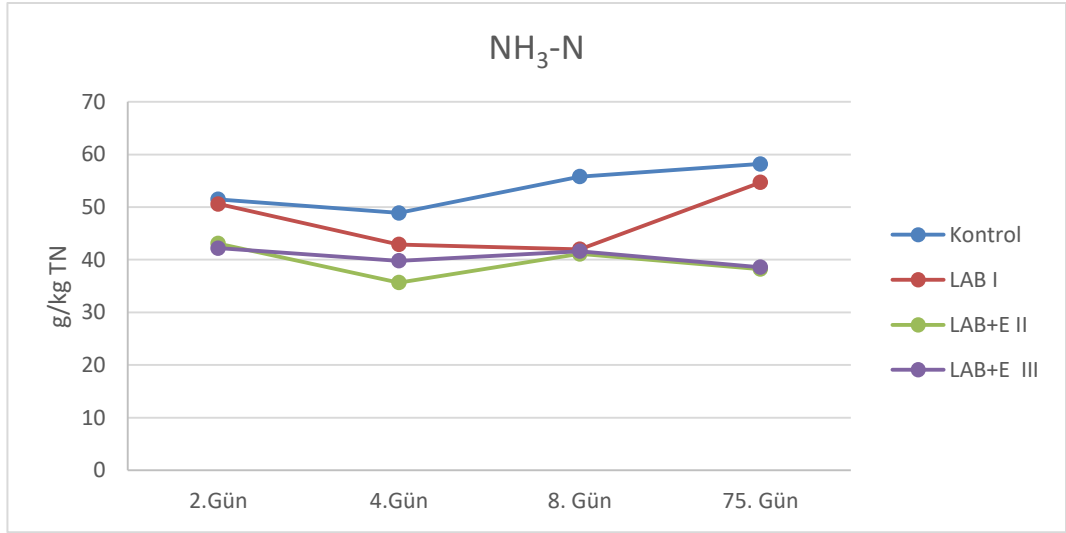
Şekil 4.2. Çavdar silajlarının fermantasyon süresince pH değişimleri



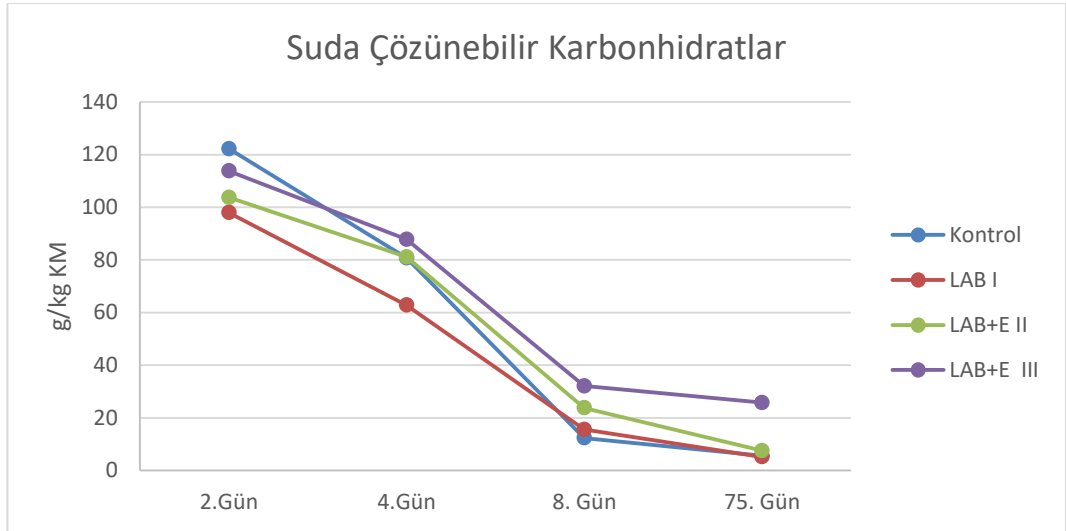
Şekil 4.3. Çavdar silajlarının fermantasyon süresince ham kül değişimleri



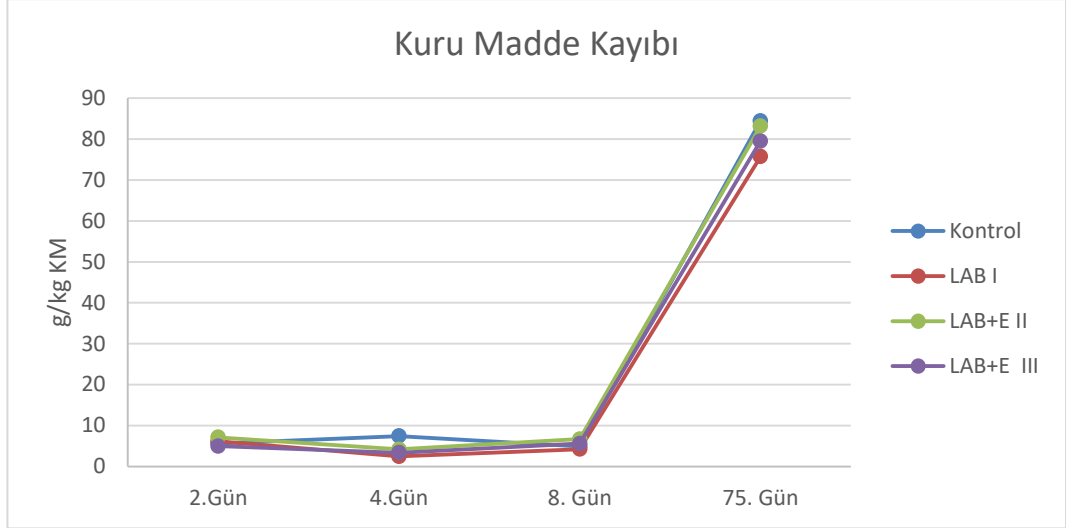
Şekil 4.4. Çavdar silajlarının fermantasyon süresince ham protein değişimleri



Şekil 4.5. Çavdar silajlarının fermantasyon süresince amonyak azotu değişimleri



Şekil 4.6. Çavdar silajlarının fermantasyon süresince suda çözünebilir karbonhidratlar değişimleri



Şekil 4.7. Çavdar silajlarının fermantasyon süresince kuru madde kaybı değişimleri

4.1.2. Silajların Organik Asit İçerikleri

Fermantasyonun 2., 4., 8. ve 75. gününde açılan çavdar silajlarına ait organik asit analiz sonuçları Çizelge 4.3 ile Şekil 4.8, 4.9, 4.10 ve 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Çavdar silajına ait organik asit analiz sonuçları

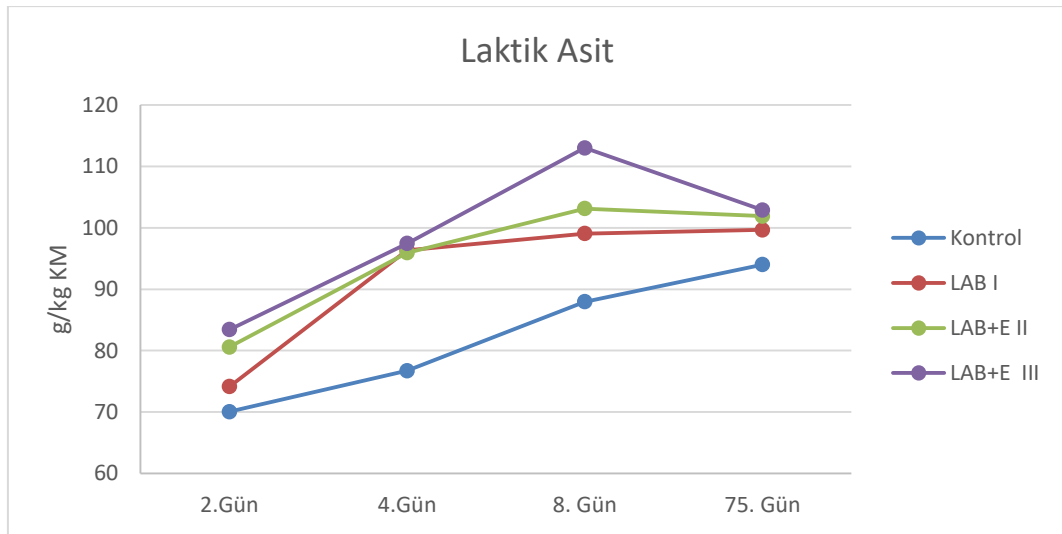
Gün	Uygulama	LA, g/kg KM	AA, g/kg KM	PA, g/kg KM	BA, g/kg KM
2.	Kontrol	70.06±2.64 ^b	4.99±0.07 ^a	1.83±0.00 ^c	0.57±0.01 ^a
	LAB I	74.13±2.07 ^b	4.99±0.11 ^a	0.60±0.03 ^d	0.00±0.00 ^b
	LAB+E II	80.57±1.53 ^a	3.95±0.10 ^b	4.28±0.15 ^b	0.00±0.00 ^b
	LAB+E III	83.42±4.05 ^a	1.44±0.03 ^c	9.40±0.19 ^a	0.00±0.00 ^b
	P	0.001	<0.001	<0.001	<0.001
4.	Kontrol	76.72±10.54 ^b	5.64±0.05 ^a	2.94±0.11 ^a	0.33±0.01 ^a
	LAB I	96.35±5.19 ^a	4.37±0.11 ^b	0.10±0.01 ^d	0.07±0.00 ^b
	LAB+E II	95.94±3.42 ^a	3.54±0.03 ^c	1.69±0.07 ^c	0.02±0.00 ^c
	LAB+E III	97.45±3.44 ^a	1.85±0.02 ^d	2.80±0.03 ^b	0.06±0.00 ^b
	P	0.011	<0.001	<0.001	<0.001
8.	Kontrol	87.95±3.55 ^c	6.21±0.04 ^a	0.99±0.02 ^d	0.06±0.00 ^a
	LAB I	99.05±8.69 ^{bc}	4.61±0.07 ^b	1.60±0.01 ^c	0.02±0.00 ^d
	LAB+E II	103.12±6.92 ^{ab}	4.17±0.09 ^c	9.93±0.15 ^a	0.04±0.01 ^c
	LAB+E III	113.01±4.97 ^a	4.59±0.05 ^b	6.14±0.06 ^b	0.05±0.01 ^b
	P	0.008	<0.001	<0.001	<0.001
75.	Kontrol	94.01±1.43 ^b	6.95±1.90	4.15±3.43	0.03±0.02
	LAB I	99.66±2.19 ^{ab}	4.64±1.06	3.23±1.24	0.02±0.02
	LAB+E II	101.89±3.77 ^a	7.09±3.02	6.98±2.63	0.05±0.01
	LAB+E III	102.88±5.31 ^a	7.00±2.13	2.61±1.83	0.02±0.02
	P	0.050	0.472	0.209	0.140

KM: kuru madde; LAB: laktik asit bakteri inokulantı; LAB+E: laktik asit bakteri+enzim karışımı inokulant, LA: Laktik asit, AA:Asetik asit, PA: Propiyonik asit, BA: Bütirik asit,

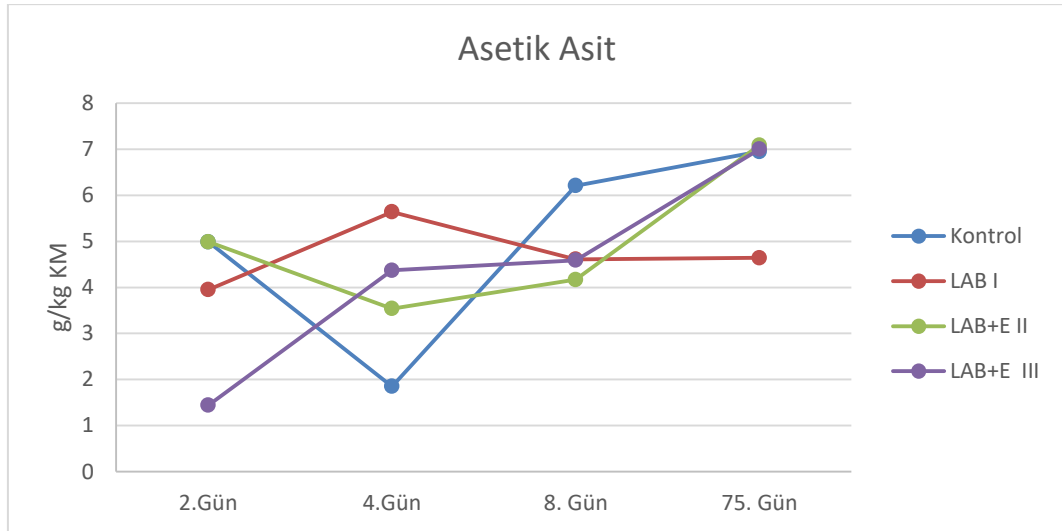
Aynı sütunda belirtilen günlerde farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, P<0.05.

Silajların LA içerikleri fermantasyon süresi boyunca sürekli olarak artış göstermiştir. Söz konusu artış LAB ve LAB+E gruplarında daha belirgin bir şekilde gerçekleşmiştir. Nitekim fermantasyonun 75.gününde en düşük LA içeriği 94.01 g/kg KM ile kontrol grubunda saptanırken, LAB I, LAB+E II ve LAB+E III gruplarında sırasıyla 99.66, 101.89 ve 102.88 g/kg KM ile önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$).

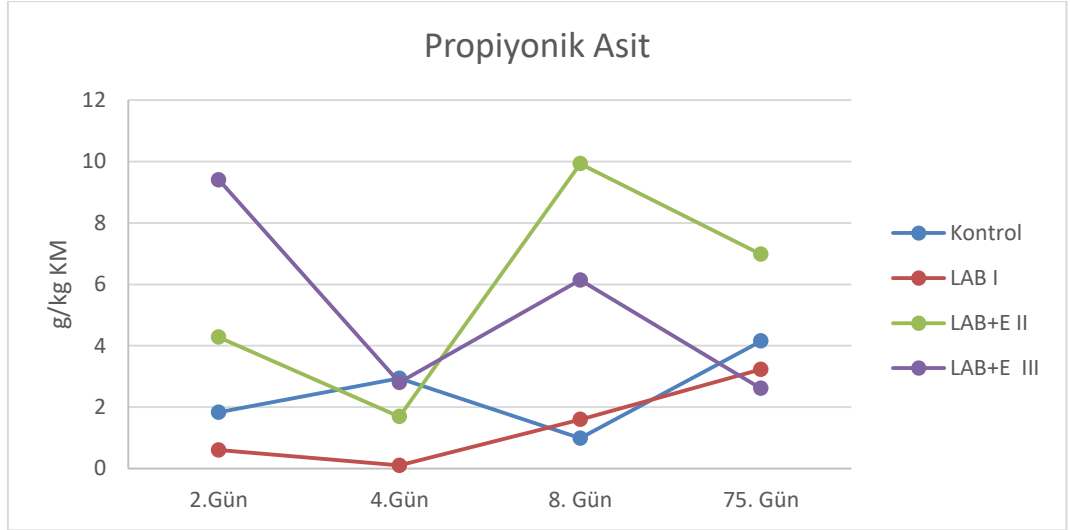
Araştırmada, fermantasyon süresince çavdar silajlarının AA, PA ve BA içerikleri değişken bir grafik çizmekle birlikte fermantasyonun ilerlemesine bağlı olarak yükselme göstermiştir. Silolamanın 75. gününde ise LAB ve LAB+E inokulantlarının söz konusu parametreler üzerindeki etkileri önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).



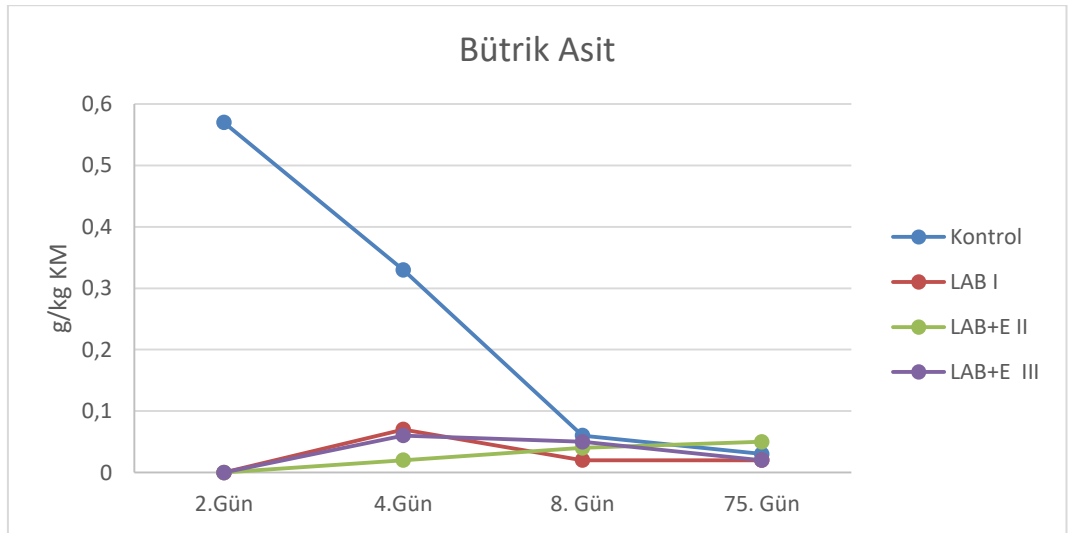
Şekil 4.8. Çavdar silajlarında laktik asit değişimleri



Şekil 4.9. Çavdar silajlarında asetik asit değişimleri



Şekil 4.10. Çavdar silajlarında propiyonik asit değişimleri



Şekil 4.11. Çavdar silajlarında bütirik asit değişimleri

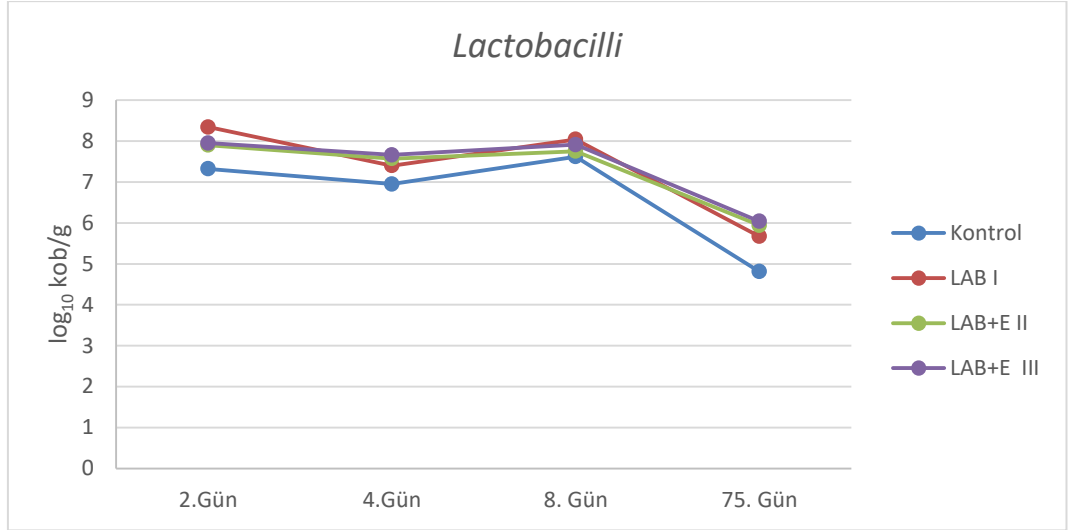
4.1.3. Silajların Mikrobiyolojik Analizleri

Fermantasyonun 2.,4., 8. ve 75. gününde açılan çavdar silajlarına ait mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.4 ile Şekil 4.12 ve 4.13'de verilmiştir.

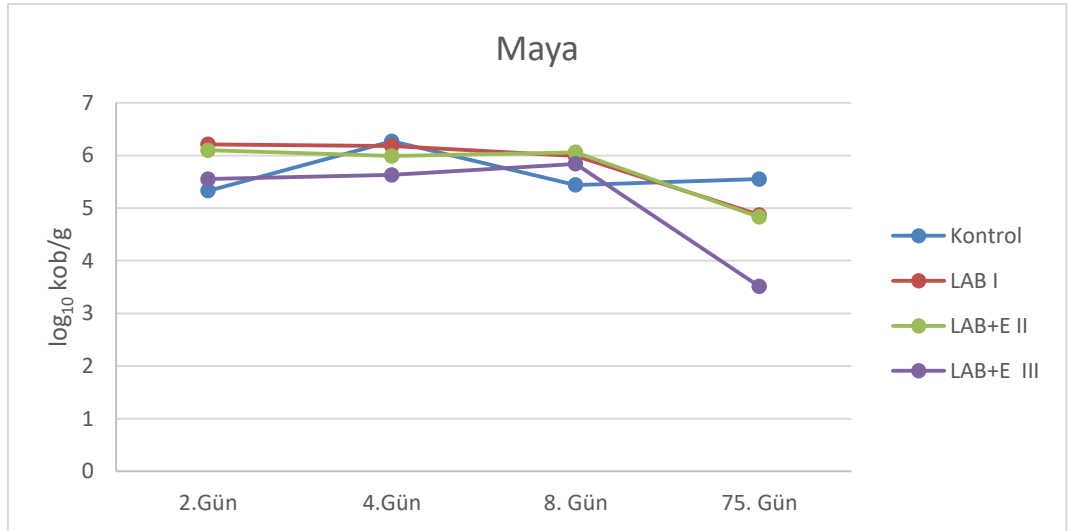
Çizelge 4.4. Çavdar silajına ait mikrobiyoloji analiz sonuçları

Gün	Uygulama	<i>Lactobacilli</i> , log ₁₀ kob/g	<i>Maya</i> , log ₁₀ kob/g	<i>Küf</i> , log ₁₀ kob/g
2.	Kontrol	7.32±0.02 ^d	6.21±0.01 ^a	0.00
	LAB I	8.34±0.01 ^a	5.33±0.05 ^d	0.00
	LAB+E II	7.90±0.03 ^c	6.10±0.02 ^b	0.00
	LAB+E III	7.95±0.02 ^b	5.55±0.01 ^c	0.00
	P	<0.001	<0.001	
4.	Kontrol	6.95±0.06 ^d	6.27±0.01 ^a	0.00
	LAB I	7.40±0.03 ^c	6.18±0.01 ^b	0.00
	LAB+E II	7.57±0.04 ^b	5.99±0.01 ^c	0.00
	LAB+E III	7.66±0.01 ^a	5.63±0.02 ^d	0.00
	P	<0.001	<0.001	
8.	Kontrol	7.62±0.07 ^d	6.06±0.02 ^a	0.00
	LAB I	8.04±0.02 ^a	5.99±0.02 ^b	0.00
	LAB+E II	7.75±0.03 ^c	5.44±0.02 ^d	0.00
	LAB+E III	7.91±0.04 ^b	5.84±0.04 ^c	0.00
	P	<0.001	<0.001	
75.	Kontrol	4.81±0.06 ^c	5.55±0.42 ^a	0.00
	LAB I	5.67±0.07 ^b	4.87±0.07 ^b	0.00
	LAB+E II	5.94±0.07 ^a	4.83±0.19 ^b	0.00
	LAB+E III	6.04±0.02 ^a	3.51±0.30 ^c	0.00
	P	<0.001	<0.001	

Taze çavdarın *lactobacilli*, maya ve küf sayıları sırasıyla 3.80, 3.65 ve >2.00 log₁₀ kob/g olarak saptanmıştır. Araştırmada fermantasyon süresince LAB ve LAB+E inokulantları kullanılan çavdar silajların *lactobacilli* sayıları kontrol grubu silajından önemli düzeyde daha yüksek (P<0.001), maya sayıları önemli düzeyde düşük bulunmuştur (P<0.001).



Şekil 4.12. Çavdar silajlarında *lactobacilli* değişimleri



Şekil 4.13. Çavdar silajlarında maya değişimleri

4.2. Silajların Aerobik Stabiliteleri

Silolamanın 75. gününde açılan silajlara ait 5 günlük aerobik stabilite testi sonuçları Çizelge 4.5' de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Çavdar silajlarına ait aerobik stabilite test sonuçları

Uygulama	pH	CO ₂ , g/kg KM	Maya, log ₁₀ kob/g	Küf, log ₁₀ kob/g
Kontrol	4.56±0.06 ^a	14.94±0.19 ^a	6.09±0.02 ^a	0.00
LAB I	4.44±0.04 ^b	12.30±1.31 ^b	5.91±0.03 ^b	0.00
LAB+E II	4.40±0.01 ^b	9.54±0.33 ^c	5.86±0.02 ^b	0.00
LAB+E III	4.16±0.05 ^c	2.97±0.27 ^d	5.51±0.04 ^c	0.00
P	<0.001	<0.001	<0.001	

KM: kuru madde; CO₂: karbondioksit; log₁₀ cfu: logaritma koloniform ünite; LAB, laktik asit bakteri inokulantı; LAB+E, laktik asit bakteri+enzim karışımı inokulant. Aynı sütunda belirtilen günlerde farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, P<0.05

Çavdar silajlarının hava ile temas ettikleri bu 5 günlük süre içerisinde, kontrol grubu silajlarında pH ve CO₂ üretimi ve maya sayılarının diğer silajlardan önemli düzeyde yüksek olduğu saptanmıştır (P<0.05). Silajların tümünde ise küf oluşumuna rastlanmamıştır.

4.3. Silajların Hücre Duvarı Bileşenleri

Çavdar silajlarının hücre duvarı kapsamına ilişkin analiz sonuçları Çizelge 4.6' da verilmiştir.

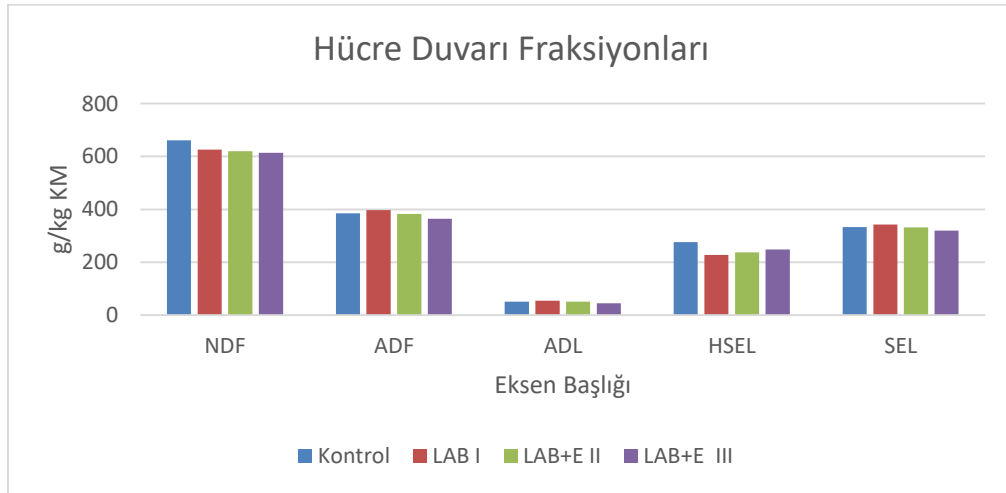
Çizelge 4.6. Çavdar silajlarının hücre duvarı kapsamına ilişkin analiz sonuçları

Uygulama	NDF g/kg KM	ADF g/kg KM	ADL g/kg KM	HSEL g/kg KM	SEL g/kg KM
Kontrol	660.48±6.80 ^a	384.64±1.71 ^b	51.30±1.82	275.84±7.42 ^a	333.34±3.53 ^a
LAB I	625.33±9.27 ^b	397.45±8.03 ^a	54.94±1.58	227.88±12.38 ^b	342.51±9.54 ^a
LAB+E II	619.87±6.58 ^b	382.89±5.59 ^b	50.87±3.26	236.98±11.49 ^b	332.03±6.73 ^a
LAB+E III	613.43±8.52 ^b	365.06±6.59 ^c	45.39±8.86	248.37±11.59 ^b	319.66±2.96 ^b
P	<0.001	0.001	0.199	0.003	0.014

LAB, laktik asit bakteri inokulantı; LAB+E, laktik asit bakteri+enzim karışımı inokulant; NDF:Nötral çözücülerde çözünmeyen lif; ADF:Asit çözücülerde çözünmeyen lif; ADL:Asit çözücülerde çözünmeyen lignin, Hemiselüloz: NDF-ADF; Selüloz: ADF-ADL

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Taze çavdarın NDF, ADF, ADL, HSEL ve SEL içerikleri sırasıyla 570.1, 360.4, 41.6, 209.6 ve 318.9 g/kg KM olarak saptandığı araştırmada, çavdar silajında kullanılan LAB ve LAB+E inokulantları NDF (P<0.001) ve HSEL (P=0.003) içeriklerini kontrol silajına göre önemli düzeyde azaltmıştır. Çizelge 4.6'dan da görülebileceği gibi, LAB+E III inokulantı çavdar silajlarının ADF (P=0.001) ve SEL (P=0.014) içeriklerini diğer silajlara göre önemli düzeyde düşürmüştür. Diğer yandan çavdar silajlarında LAB veya LAB+E inokulantı kullanımının ADL içerikleri üzerindeki etkileri önemsiz bulunmuştur (P>0.05).



Şekil 4.14. Çavdar silajlarında hücre duvarı bileşenlerinin değişimi

4.4. Silajların *İn Vitro* Organik Madde Sindirilebilirliği

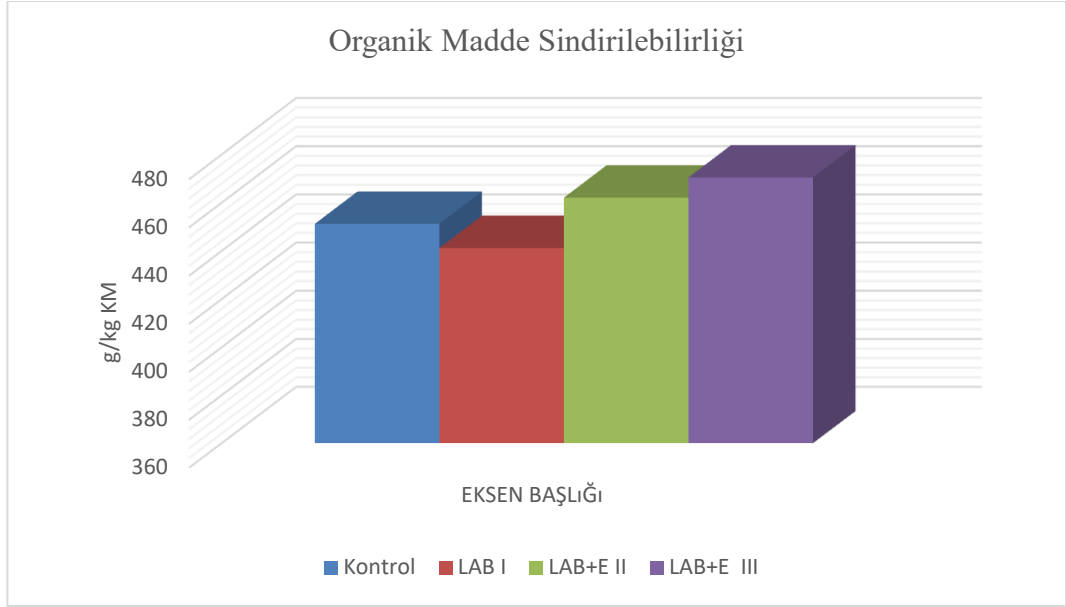
Araştırmanın 75. gününde gerçekleştirilen açım sonrası silaj örneklerinde *in vitro* OM sindirilebilirliğine ait analiz sonuçları Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Silajların *in vitro* OMS özellikleri

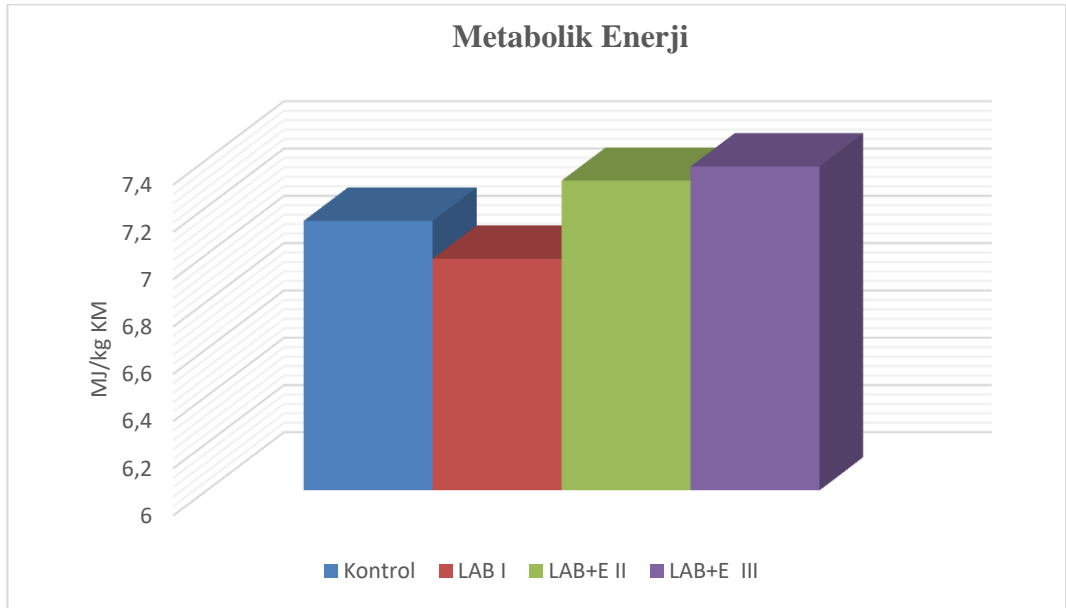
Uygulama	OMS, g/kg KM	ME, MJ/kg KM
Kontrol	451.28±7.41 ^{bc}	7.14±0.14 ^{bc}
LAB I	441.25±7.50 ^c	6.98±0.06 ^c
LAB+E II	462.13±9.91 ^{ab}	7.31±0.14 ^{ab}
LAB+E III	470.49±0.26 ^a	7.37±0.05 ^a
P	0.005	0.008

OMS: Organik madde sindirilebilirliği, ME: Metabolik enerji, MJ: Mega Joule

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.



Şekil 4.15. Çavdar silajlarının OMS



Şekil 4.16. Çavdar silajlarının ME değerleri

Çizelgede 4.7’de verildiği gibi, kontrol, LAB I, LAB+E II ve LAB+E III inokulantı kullanılan gruplarda *in vitro* OM sindirilebilirliği sırasıyla 451.28, 441.25, 462.13 ve 470.49 g/kg, ME içerikleri ise aynı sırayla 7.14, 6.98, 7.31 ve 7.37 MJ/kg KM olarak bulunmuştur. LAB+E inokulantı kullanılan çavdar silajlarında OMS (P=0.005) ve ME (P=0.008) içeriklerini kontrol ve LAB grubundaki silajlara göre önemli düzeyde artırdıkları saptanmıştır.

5. TARTIŞMA

Taze çavdarın KM içeriğinin 393.2 g/kg olarak belirlendiği araştırmada, fermantasyon süresince çavdar silajlarının KM içerikleri 381.7-405.4 g/kg arasında değişmiştir. Araştırmada, LAB ve LAB+E kullanımı çavdar silajlarının fermantasyonun 8. ve 75. günlerinde KM içeriklerini etkilemiştir ($P>0.05$). Taze çavdarın tamponlama kapasitesi ve pH'sı sırasıyla 240 meq/kg KM ve 5.99 olarak saptanmıştır. Silaj kalitesine etki eden ana faktörlerden birisi, fermantasyonun erken aşamasında ortam pH'sındaki düşüş hızıdır. Fermantasyonun ilk günlerinde pH'nın olabildiğince hızlı bir şekilde 4.2-4.0'ın altına düşmesi arzu edilir (Polat ve ark. 2005). Kaliteli bir silaj için pH değerinin 3.70-4.20 arasında olması gerektiği bildirilmektedir (Kung ve Shaver 2001). Araştırmada LAB ve LAB+E silajlarının pH'ları fermantasyonun 2. gününden itibaren hızla düşmüş ve 75. günde kontrol, LAB I, LAB II ve LAB+E III grupları için sırasıyla 4.11, 4.05, 4.05 ve 3.93 olarak saptanmıştır. Araştırmadan elde edilen pH değerlerine ilişkin bulgular değerlendirildiğinde tüm silajlarının iyi kalitede olduğunu söylemek mümkündür. Filya ve ark. (2007)'nin yoncaya 14 farklı LAB inokulantı ilavesinin etkilerini inceledikleri çalışmalarında pH değerlerini ilk biçim yonca silajlarında kontrol ve LAB gruplarında sırasıyla 5,08 ve 4,33-5,14 olarak, ikinci biçim yonca silajlarında ise aynı sırayla 4,42 ve 4,29-4,69; Sucu ve Aydoğan Çifci (2016)'nin hamur olum döneminde hasat edilen tritikalenin 60. günde açılan silajlarında pH değerlerini kontrol, LAB+E I ve LAB+E II gruplarında sırasıyla 3.90, 3.76 ve 3.75; Jo ve ark. (2015) Choi ve ark. (2016) çavdar haylajlarında kontrol ve LAB gruplarında pH değerlerini sırasıyla 4.14 ve 3.74-3.76 arasında; Kim ve ark. (2017) silolamanın 100. gününde açılan çavdar silajlarında pH değerlerini kontrol ve LAB gruplarında sırasıyla 4.97 ve 4.89-4.91 arasında olduğunu bildirdikleri sonuçlar ile çalışmamızdan elde edilen pH sonuçlarının uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

Taze çavdarın 136 g/kg KM olan SÇK içerikleri fermantasyonun başından itibaren tüm dönemlerinde azalmıştır. Ancak bu azalma kontrol ve LAB I silajlarında belirgin bir şekilde gerçekleşmiştir. Nitekim fermantasyonun 75. gününde en düşük SÇK içeriği kontrol (5.56 g/kg KM) ve LAB I (5.16 g/kg KM) grubunda saptanmıştır. LAB+E inokulantların içerdiği enzimler çavdarın hücre duvarını (Çizelge 4.4) ve nişastayı parçalayarak açığa çıkarttığı ilave substratlar fermente olması nedeniyle bir kısım SÇK kullanılmadan kaldığı düşünülmektedir. Silolama döneminin sonunda LAB+E III grubunda SÇK miktarları kontrol ve LAB I silajlarına göre önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$).

Taze çavdarın HP ve HK içerikleri sırasıyla 111.8 ve 55.5 g/kg KM olarak saptanmıştır. Fermantasyon süresi boyunca çavdar silajlarının HP ve HK içerikleri sırasıyla 104.14-131.97 g/kg KM ve 54.51-70.56 g/kg KM arasında değişmiştir. Araştırmada, çavdar silajlarında LAB inokulantlarının HK üzerindeki etkileri fermantasyonun tüm dönemlerinde önemsiz bulunurken ($P>0.05$), HP içeriklerinde ise fermantasyonun 75. günde önemli düzeyde yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Benzer konularda yapılan araştırmalarda (Joo ve ark. 2015, Choi ve ark. 2016, Kim ve ark. 2017) çavdar silajlarından elde edilen HP içerikleri (66.3-106 g/kg KM) ile bu araştırmada elde edilen bulguların uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

Bitki hasadından sonra görülen en önemli aktivite proteolisis olayıdır. Bu olayda bitki bünyesindeki proteinler, proteaz enzimleri tarafından amino asit ve amonyaka parçalanmaktadır (Filya 2001). Bu nedenlerle $\text{NH}_3\text{-N}$ oluşumu protein parçalanma düzeyini gösteren önemli bir parametredir. Araştırmada, fermantasyonun 2. gününden itibaren LAB+E silajlarında $\text{NH}_3\text{-N}$ içeriği kontrol grubu silajlarına göre önemli düzeylerde düşük bulunmuştur ($P<0.005$). Fermantasyonun ilk günlerinden itibaren LAB inokulantları silajlarda *lactobacilli* sayısını artırdığı ve bunun sonucunda oluşan yüksek düzeydeki LA'nın silajların pH'sını hızlı bir şekilde düşürdüğü, bitki proteaz aktivitesini ve istenmeyen mikroorganizmaların gelişimini engellediği düşünülmektedir. McDonald (1998) kaliteli bir silajda $\text{NH}_3\text{-N}$ içeriğinin 100 g/kg TN den yüksek olmaması gerektiğini bildirmektedir. Araştırmadan elde edilen bulgular tüm silajlarının $\text{NH}_3\text{-N}$ içerikleri bakımından iyi kaliteli olduğunu göstermektedir. Silajların $\text{NH}_3\text{-N}$ içerikleri ile ilgili olarak bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, benzer konularda yapılan araştırma sonuçları ile uyumlu bulunmuştur (Özdüven ve ark. 2010, Sucu ve Aydoğan Çıfci 2016)

Çavdar silajlarının KM kayıpları üzerindeki etkileri incelendiğinde, fermantasyon süresince tüm gruplarda KM kaybında bir artış gözlenmiştir. Fermantasyonun ilk günlerinde görülen solunum ile CO_2 üretimi ve H_2O açığa çıkmaktadır. Silajların KMK'nı solunum sırasında oluşan fermantatif gazlar oluşturmaktadır. Araştırmada fermantasyon süresince çavdar silajlarının KMK 2.47- 84.45 g/kg arasında değişmiştir. Araştırmada, çavdar silajlarında LAB inokulantlarının KMK üzerindeki etkileri fermantasyonun tüm dönemlerinde önemsiz bulunmuştur ($P<0.05$).

Araştırmada fermantasyon süresince yapılan tüm çavdar silajlarının LA içerikleri artış göstermiş ve 70.06-113.01 g/kg KM değerleri arasında değişmiştir. Fermantasyonun tüm

dönemlerinde LAB ve LAB+E inokulantı kullanılan silajlarda LA miktarları kontrol silajına göre önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur ($P<0.001$). Silolanan materyalin bozulmaması için ortamda mutlaka LAB ve bunların LA üretebilmeleri için yeterli miktarda SÇK bulunmalıdır. Nitekim LAB ve LAB+E inokulantları ortamda bulunan SÇK'yı kullanarak LA üretmişler ve silaj pH'sının daha asidik olmasını sağlamışlardır (Çizelge 4.2, 4.3, Şekil 4.2, 4.6, 4.8). Tengerdy ve ark. (1991)'nin silolamanın 55. günde açılan yonca silajlarda LA içeriklerini kontrol ve LAB+E gruplarında sırasıyla 35 ve 58 g/kg KM; Choi ve ark. (2016) çavdar haylajında LA içeriklerini kontrol ve LAB gruplarında sırasıyla 16.6 ve 28.8-37.2 g/kg KM; Sucu ve Aydoğan Çifci (2016) silolamanın 60. Gününde açılan tritikale silajlarında LA içeriklerini kontrol ve LAB+E gruplarında sırasıyla 44.93 ve 61.08-61.53 g/kg KM olarak saptamışlardır. Araştırmamızda saptanan LA içerikleri diğer araştırmalardan elde edilen değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir.

Araştırmada fermantasyon süresince yapılan tüm çavdar silajlarının AA içerikleri artış göstermiş ve 1.44-7.09 g/kg KM değerleri arasında değişmiştir. Fermantasyonun ilk günlerinde (2., 4. Ve 8. gün) LAB+E inokulantı kullanılan silajlarda AA içerikleri kontrol silajına göre önemli düzeyde düşük ($P<0.001$) bulunmuş, silolamanın 75. gününde ise söz konusu parametreyi etkilememiştir ($P>0.05$). Choi ve ark. (2016) çavdar haylajında AA içeriklerini kontrol ve LAB gruplarında sırasıyla 3.2 ve 0.3-1.8 g/kg KM; Kim ve ark. (2017) çavdar silajlarında AA içeriklerini kontrol ve LAB gruplarında sırasıyla 4.0 ve 2.1-5.9 g/kg KM; Sucu ve Aydoğan Çifci (2016) silolamanın 60. gününde açılan tritikale silajlarında AA içeriklerini kontrol ve LAB+E gruplarında sırasıyla 5.82 ve 2.89-3.39 g/kg KM olarak saptamışlardır. Araştırmamızda saptanan AA içerikleri diğer araştırmalardan (Choi ve ark. 2016, Kim ve ark. 2017, Sucu ve Aydoğan Çifci 2016) elde edilen sonuçlar ile uyumlu bulunmuştur.

Araştırmada fermantasyon süresince çavdar silajlarının PA içerikleri 0.10- 9.90 g/kg KM değerleri arasında değişmiştir. Fermantasyonun 75. gününde PA düzeyleri LAB ve LAB+E kullanımından etkilenmemiştir ($P>0.05$). Kim ve ark. (2017) çavdar silajlarında PA içeriklerini kontrol ve LAB gruplarında sırasıyla 0.0 ve 1.9-5.7 g/kg KM olarak bildirdiği değerlerle araştırmadan elde edilen sonuçlar uyum içerisindedir.

Araştırmada fermantasyon süresince çavdar silajlarının BA içerikleri 0.00- 5.70 g/kg KM değerleri arasında değişmiştir. Fermantasyonun ilk günlerinde (2., 4. ve 8. gün) LAB+E inokulantı kullanılan silajların BA içerikleri kontrol silajına göre önemli düzeyde düşük

($P < 0.001$) bulunmuş, ancak silolamanın 75. gününde ise LAB ve LAB+E kullanımı BA içeriklerini etkilememiştir ($P > 0.05$). Kim ve ark. (2017) çavdar silajlarında BA içeriklerini kontrol ve LAB gruplarında sırasıyla 3.1 ve 0.00-4.00g/kg KM olarak bildirdiği değerlerle araştırmadan elde edilen sonuçlar uyum içerisindedir.

Araştırmada LAB+E inokulant kullanımı yonca silajlarının mikrobiyolojik yapısını önemli düzeylerde etkilemiştir ($P < 0.05$). Fermantasyon süresince kontrol silajlarının *lactobacilli* sayıları bakteriyal inokulantlarla yapılan silajlardan önemli düzeyde daha düşük bulunmuştur ($P < 0.001$). Nitekim çavdar silajlarında LAB ve LAB+E inokulantının kullanımı, silolamanın ilk günlerinden itibaren LAB'nin hızla etkin hale gelmesini sağlamış ve ortamdaki SÇK'ların fermantasyonunu artırarak LA üretimini teşvik etmiştir. Kontrol silajlarına göre LAB ve LAB+E inokulantı kullanılan silajların pH'larının düşük olması *lactobacilli* gelişimleri sebebiyle LA üretiminin artmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca silolamanın 75. gününde açılan silajların *lactobacilli* sayıları 2 ile 8. günler arasında açılanlara göre daha düşük bulunmuştur. Kızılsimşek ve ark. (2007)'nin çiçeklenme başlangıcı dönemlerinde hasat ettiği yonca bitkisine farklı dozlarda LAB kullandıkları çalışmalarında, kontrol ve LAB grubu silajlarında *lactobacilli* sayılarını 8.62 ve 8.65-8.91 \log_{10} kob/g KM olarak saptamışlardır. Özdüven ve Çelebi Çam (2017)'in çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme ortası ve tam çiçeklenme döneminde hasat edilen yonca bitkisine LAB, E ve LAB+E inokulantı ilavesinin etkilerini inceledikleri çalışmalarında *lactobacilli* sayılarını çiçeklenme başlangıcı döneminde kontrol, LAB, E ve LAB+E silajlarında sırasıyla 5.47, 6.06, 5.06 ve 5.59 \log_{10} kob/g KM; çiçeklenme ortasında aynı sırayla 4.53, 6.14, 5.27 ve 5.99 \log_{10} kob/g KM; çiçeklenme sonunda ise yine aynı sırayla 5.86, 6.79, 5.40 ve 6.86 \log_{10} kob/g KM olarak bildirdikleri sonuçlar ile çalışmamızdan elde edilen *lactobacilli* sayılarının uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

Fermantasyon süresinin ilerlemesine bağlı olarak tüm silajların maya sayılarında bir azalma görülmüştür. Nitekim Kızılsimşek ve ark. (2016), fermantasyon süresi ilerledikçe maya sayılarında önemli azalmalar görülebildiğini, silajın depolama evresinde mayaların varlığını sürdürmesi anaerobik şartların devamlılığına, silajın pH değerine, organik asitlerin yoğunluğuna ve maya türüne bağlı olarak değiştiğini bildirmektedirler. Fermantasyonun tüm dönemlerinde LAB ve LAB+E inokulantı kullanılan silajların maya sayıları kontrol silajına göre önemli düzeyde daha düşük saptanmıştır ($P < 0.001$). Araştırmamızda fermantasyonu sırasında LAB ve LAB+E inokulantı kullanılan silajlarında sağlanan düşük pH ve yüksek LA

içerikleri silaj ortamında istenmeyen maya ve küf gelişimini azalttığı söylenebilir. Silajlardaki aerobik bozulmanın baş sorumluları maya ve küfler olup, silaj açıldıktan sonra sayıları hızla artar ve yaklaşık 7.0-8.0 log₁₀ kob/g KM düzeyine ulaşırlar. Maya ve küfler silajda kuru madde kaybına ve sindirilebilir besin maddelerinin azalmasına sebep olmakla beraber ayrıca bazı küf türleri, mikotoksinler ve diğer bazı toksik bileşikler üretirler. Bunun sonucunda hayvan sağlığında ve performansında kayıplara neden olur. Ayrıca hayvansal ürünlerin tüketicisi olarakta insan sağlığını büyük bir risk altına sokar (O'brien ve ark. 2008).

İyi sıkıştırılmış, oksijensiz ortamın sağlandığı ve düşük pH değerine sahip silajlar küf gelişimi için uygun değildir. Nitekim araştırmada çavdar silajların hiçbirisinde küf gelişimi olmamıştır. Oksijensiz koşullarda LAB, LA'in yanı sıra biyosin gibi birçok kimyasal ürün de oluşmaktadır. Bu kimyasallar maya ve küflerin çoğalmalarını engellemekte veya yok etmektedir. Araştırmamızda da fermantasyon süresinin ilerlemesiyle maya sayısının azalması ve küf oluşmaması iyi bir fermantasyonun göstergesi olarak kabul edilebilir.

Olgunlaşma ile birlikte kaba yemlerin HSEL içeriği nispi olarak azalırken, SEL ve lignin miktarları ise artış göstermektedir. Bununla birlikte HSEL miktarının SEL'dan az olmasına rağmen sindirilebilirliğinin yüksek olduğu bildirilmektedir (Çelebi 2010). Miktar bakımından az olmasına rağmen lignin sindirilemediği için HSEL ve SEL ile oluşturduğu bağlar nedeniyle bunların sindirilebilirliklerini de düşürmektedir (Kirchgeßner 1980, Ögün ve ark. 2003). Silolamanın 75. gününde çavdar silajların NDF içerikleri kontrol, LAB I, LAB+E II ve LAB+E III grupları için sırasıyla 660.48, 625.33, 619.87 ve 613.43 g/kg KM; ADF içerikleri 384.64, 397.45, 382.89 ve 365.06 g/kg KM; ADL içerikleri 51.30, 54.94, 50.87 ve 45.39 g/kg KM; HSEL içerikleri 275.84, 227.88, 236.98 ve 248.37 g/kg KM; SEL içerikleri 333.34, 342.551, 332.03 ve 319.66 g/kg KM olarak saptanmıştır.

Silolamada LAB ve LAB+E ilavesi kontrol grubuna göre çavdarın hücre duvarı bileşenlerini önemli düzeyde azaltmıştır (P<0.05). Dolayısıyla silolanma sırasında kullanılan LAB ve LAB+E çavdarın içerdiği selüloz, hemiselüloz ve pektinler gibi hücre duvarlarının önemli bir kısmını oluşturan bileşikler parçalanmışlardır. Bolsen ve ark. (1996), SÇK'ların silaj ortamındaki LAB ile birlikte bazı anaerobik bakterilerin sayılarını artırarak silajların NDF, ADF ve ham sellüloz parçalanabilirliğini hızlandırmasının da NDF ve ADF içeriklerinde düşüşe neden olabileceğini bildirmektedirler. Benzer sonuçlar Koç ve ark. (2008), Can (2010) ile Özduven ve Celebi Cam (2017)'nin çalışmalarında da görülmüştür.

Yemlemede kullanılmak üzere açılan silajların içerisinde sınırsız bir oksijen girişi olmaktadır. İyi fermente olan silajlarda dahil olmak üzere tüm silajlarda bu şekilde bir hava girişi bir miktar besin maddeleri kayıplarına yol açmaktadır. Aerobik stabilite döneminde silajların pH değerleri, CO₂ üretimleri ile maya ve küf sayıları bunun en iyi göstergesidir. Silajların açıldığı ve havanın oksijeni ile karşı karşıya kaldığı bu dönemde silajların pH' ları, maya ve küf sayıları ile birlikte CO₂ üretimleri ne derece yüksek ise silajlar o kadar çabuk bozulacak demektir. Çavdar silajlarının aerobik stabiliteyi LAB ve LAB+E inokulantlarından önemli düzeylerde etkilemişlerdir. Beş gün boyunca doğrudan havanın oksijenine maruz bırakılan silajların tümünde pH değerleri bir miktar yükseliş görülmüştür. Kontrol silajların pH değerleri diğer silajlara göre önemli düzeyde yüksek olduğu saptanmıştır (P>0.05). Yapılan araştırmalar, silajlarda aerobik dönemde görülen CO₂ üretimine mayaların neden olduğunu göstermektedir. Nitekim en yüksek CO₂ üretimi ve maya sayıları kontrol silajında tespit edilmiştir (P<0.001). Araştırmada 5 günlük aerobik stabilite döneminde silajlarda küf tespit edilmemiştir. Bu dönemde silajların pH'larının düşük düzeyde olmasının küf gelişimini engellediği düşünülmektedir. Silajların aerobik stabilitesi ile ilgili olarak araştırmalardan elde edilen bulgular, benzer konuda yapılan çalışmalar ile uyum göstermektedir (Stokes ve Zimmer 1992, Filya ve ark. 2001, Özdüven ve Çelebi Çam 2017).

Çavdara LAB+E inokulantı ilave edilmesi ile silajların *in vitro* OMS'ni Kontrol ve LAB I grubuna göre önemli düzeyde artırmıştır (P<0.05; Çizelge Çizelge 4.6). Emile ve ark. (2007), geç süt olum-erken hamur olum döneminde hasat ettikleri çavdarda silolamanın 48. gününde açılan silajların *in vitro* KMS ve OMS içeriklerini ise sırasıyla %41.1 ve 54.7 olarak saptamışlardır. Choi ve ark. (2016) çavdar haylajlarında LAB inokulantı kullanımı ile *in vitro* kuru madde sindiriminin önemli düzeyde etkilenmediğini bildirmektedirler. Kim ve ark. (2017) homofermantatif ve/veya heterofermantatif LAB ilave edilen çavdar silajlarında kuru madde sindirilebilirliğinin heterofermantatif LAB ve homofermantatif+ heterofermantatif LAB kullanılan grublarda daha yüksek olduğunu saptamışlardır.

6. SONUÇ

Bu araştırmada LAB ve LAB+E inokulantlarının çavdar silajlarında kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri, aerobik stabilite, hücre duvarı içerikleri ve *in vitro* OM sindirilebilirlikleri açısından değerlendirilmiştir. Sonuç olarak çavdarın silolanması sırasında kullanılan LAB ve LAB+E karışımı inokulantlar, silajlarda LA üretimini teşvik etmişlerdir. Bunun sonucunda silajların pH'sı düşmüş, istenmeyen mikroorganizmaların gelişimi engellenmiştir. Diğer taraftan silajların AA ve NH₃-N içeriklerini de önemli düzeylerde düşürerek silajların kalitesini arttırmışlardır. Söz konusu inokulantlar silajların aerobik stabilitelerini de arttırmışlardır. Diğer yandan LAB+E inokulantları silajların NDF ve ADF içeriklerini azaltırlarken, *in vitro* OMS ve ME değerini arttırmışlardır. Bakteriyal inokulantların üretimi biyoteknoloji destekli bir endüstri halini almıştır. Konu ile ilgili çok sayıda ürünü ticari anlamda yaygınlık kazanmış olması bu gelişimin güzel bir örneğini oluşturmaktadır. Biyolojik bileşim, uygulama yoğunluğu, ürüne özgü olma, enzimatik faktörleri içirme gibi özellikler yönünden gözlenen kimi farklılıklar bu tip ürünlerin seçimi ve kullanımını konusunda dikkatli davranmayı gerekli kılmaktadır. Ülkemiz koşulları için etkili olabilecek özelliklerin seçimi açısından epifitik mikroorganizma yoğunluğu ve kompozisyonu ile silajlık bitkilerde türe ve çeşide özgü kimyasal özellikleri tanımlayan temel nitelikli çalışmalara gereksinim duyulmaktadır. Kullanım etkinliğini belirleyen faktörler göz önüne alındığında, ülkemizin değişik ekolojilerinde farklı bitkisel materyallerden yapılan silajlarda, bakteriyal inokulantların kullanımının önerilmesi için laboratuvar ve saha koşullarında gerçekleştirilebilecek çalışmalara gereksinim duyulduğunu söylemek mümkündür.

7. KAYNAKLAR

- Açıköz E (2001). Yem Bitkileri. 3. Baskı, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182. VIPAŞ A.Ş. Yayın No: 58, Bursa.
- Akyıldız R (1984). Yemler Bilgisi Laboratuvar Klavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:859, 236, Ankara.
- Alçıçek A, Kılıç A, Ayhan V, Özdoğan M (2010). Türkiye’de kaba yem üretimi ve sorunları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası (ZMO) 11-15 Ocak 2010, Cilt:2:1071-1080, Ankara.
- Alçıçek A, Tarhan F, Özkan K, Adışen F (1999): İzmir İli ve Civarında Bazı Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Yapılan Silo Yemlerinin Besin Madde İçeriği ve Silaj Kalitesinin Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Hayvansal Üretim, 39-40: 54-63.
- Amanullah SM, Kim DH, Lee HJ, Joo YH, Kim SB, Kim SC (2014). Effects of microbial additives on chemical composition and fermentation characteristics of barley silage. Asian-Australasian Journal of Animal Science, 27:511-517.
- Anonim (1986). The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: 427, 428 p, London.
- Ashbell G, Weinberg ZG, Azrieli A, Hen Y, Horev B (1991). A simple system to study the aerobic deterioration of silages. Can. Agric. Eng., 33: 391-393.
- Avcıoğlu R, Açıköz E, Soya H, Tan M (2000). Yem Bitkileri Üretimi. Türkiye Ziraat Mühendisliği, V. Teknik Kongresi, 17-21 Ocak, Ankara.,567-584.
- Bolsen KK, Ashbell G, Weinberg ZG (1996). Silage fermentation and silage additives. AJAS, 9 (5): 483-493.
- Briggle LW. 1959. Growing rye. USDA. Farmers’ Bull. No. 2146.
- Can L (2010). Triticale-Macar Figi Hasılına Enzim Ve Laktik Asit Bakterileri İnokulant İlavesinin Silaj Kalitesi Üzerine Etkileri. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Canbolat Ö (2012). Bazı Buğdaygil Kaba Yemlerinin İn Vitro Gaz Üretimi, Sindirilebilir Organik Madde, Nispi Yem Değeri Ve Metabolik Enerji İçeriklerinin Karşılaştırılması. Kafkas Univ Vet Fak Derg 18 (4): 571-577.
- Chen J, Stokes MR, Wallace CR (1994). Effects of Enzyme-Inoculant Systems on Preservation and Nutritive Value of Hay Crop and Corn Silages, J. Dairy Sci., 77: 501-512.
- Choi KC, Soundarranjan I, Srisesharam S, Park HS, Kim JH, Jung JS and Kim HS. 2016. Potential effects of novel lactic acid bacteria on fermentation quality of rye haylage. J. Kor. Soc. Grassl. Sci. 36: 23-28.
- Çelebi A (2010). Mikrobiyal İnokulantlar ve Hücre Duvarını Parçalayan Enzimlerinin Yonca Silajında Fermantasyon Özellikleri ve Aerobik Stabilite Üzerine Etkileri. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.

- Edmisten KL, Green, JT, Mueller JP, Burns JC (1998). Winter annual small grain forage potential. II. Quantification of nutritive characteristics of four small grain species at six growth stages. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 29 (7-8): 881 – 899.
- Emile JC, Jobim CC, Surault F, Barriere Y (2007). Genetic variations in the digestibility in sheep of selected whole-crop cereals used as silages. *Animal* (2007) 1:8, pp 1122–1125.
- Filya İ (2000). Silaj Kalitesinin Arttırılmasında Yeni Gelişmeler. *International Animal Nutrition Congress'2000*, 243-250 s, Isparta.
- Filya İ (2001). Silaj Teknolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, 16059, Görükle, Bursa.
- Filya İ (2002a). Laktik asit bakteri ve laktik asit bakteri+enzim karışımı silaj inokulantlarının mısır silajı üzerine etkileri. *Türk J Vet Anim Sci*. 26:679-687.
- Filya İ (2002b). Laktik asit bakteri inokulantlarının mısır ve sorgum silajlarının Fermantasyon, aerobik stabilite ve in situ rumen parçalanabilirlik özellikleri üzerine etkileri. *Türk J Vet Anim Sci*. 26:815-823.
- Filya İ (2003). 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, Kalkan H, Sucu E (2007). Silaj temeline dayalı rasyonların süt ineklerinin yemden yararlanma düzeyleri üzerine etkisi. *Türkiye Süt Sığırcılığı Kurultayı*, 330-337, İzmir.
- Filya İ, Sucu E (2007). Bazı Biyolojik ve Kimyasal Katkı Maddelerinin Mısır, Sorgum ve Buğday Silajlarının Fermantasyon, Mikrobiyal Flora ve Aerobik Stabilite Üzerine Etkileri. IV. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 24-28 Haziran 2007, Bursa.
- Flores G, Castro J, Arraez A G, Amil A, Brea T and Warleta M G (1999). Effect of a bacterial additive on silage fermentation, digestibility, ruminal degradability, intake and performance of lactating dairy cattle in Galicia (NW Spain). In: *Proc. 12th International Silage Conference*. Uppsala, Sweden, 181-182.
- Goering HK and Van Soest PJ (1983). Forage Fiber Analyses. *Agricultural Handbook*, No 379, Washington.

- INRA (2007). Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins des animaux - valeurs des aliments. Tables Inra 2007. Quae éditions.
- Joo YH, Lee SS, Kim DH, Lee HJ, Amanullah SM, Han OK, Kim SC (2015). Effect of bacterial additives on fermentation quality and aerobic stability of rye silage harvested at dough stage. *J. Anim. Sci.* Vol. 93, Suppl. s3/*J. Dairy Sci.* Vol. 98, Suppl. 2.
- Karabulut A, Filya İ (2007). *Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi*. 4. Basım. Uludağ Üniv Zir Fak Ders Notları, No: 67.
- Karayığit İ (2005). Farklı Olgunluk Dönemlerindeki Bazı Melez Mısır (*Zea Mays L.*) Çeşitlerinin Silaj Kaliteleri Üzerine Araştırmalar. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s 36, Kahramanmaraş.
- Keleş G (2014): Farklı Gelişme Dönemlerinde Hasat Edilmiş Tritikale Hasılında Morfolojik Unsurların Besin Değeri. *Hayvansal Üretim* 55(1): 1-6.
- Kızıışımşek M, Erol A, Ertekin İ, Dönmez R, Katrancı B (2016). Silaj Mikro Florasının Birbirleri İle İlişkileri, Silaj Fermentasyonu ve Kalitesi Üzerine Etkileri. *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 19(2):136-140.
- Kızıışımşek M, Schmidt RJ, Kung L.Jr (2007). Effects of a mixture of lactic acid bacteria applied as a freeze-dried or fresh culture on the fermentation of alfalfa silage. *J. Dairy Science*, 90(12):5698-5705.
- Kim DH, Lee SS, Paradipta DHV, Joo YH, Lee HJ, Kwak YS, Han OK, Kim SC (2017). Effect of Homo or Heterofermentative Inoculants on Fermentation Characteristics and Aerobic Stability of Rye Silage. *Journal of Agriculture and Life Science* 51(5):81-89.
- Kim JG, Chung ES, Seo S, Ham JS, Kang WS, Kim DA (2001). Effects of maturity at harvest and wilting days on quality of round baled rye silage. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 14: 1233-1237.
- Kirchessner M (1980). *Hayvan Besleme (Öğretim- Öğrenim- Uygulama Önerileri)*. Çev: Asım KILIÇ, 5. Ed. Ankara (Tübitak 1985).
- 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, Kung L, Jr (2006). A meta-analysis of the effects of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn, grass and small grain silages. *J. Dairy Sci.* 89: 4005-4013.
- Koç F, Coskuntuna L (2003). Silo Yemlerinde Organik Asit Belirlemedeki Farklı Metodun Karşılaştırılması. *Journal of Animal Production*. 44(2): 37-47.

- Koc F, Coşkuntuna L, Ozduven M L (2008). The effect of bacteria+enzyme mixture silage inoculant on the fermentation characteristic, cell wall contents and aerobic stabilities of maize silage. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7 (2): 222-226.
- Kung L (1998). A review on silage additives and enzymes. 59th Minneapolis Nutrition Conference, Minneapolis, MN.
- Kung L Jr, Ranjit N K (2001). The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. *J. Dairy Sci.* 84:1149-1155.
- Kung L Jr, Shaver R D (2001). Interpretation and Use of Silage Fermentation Analysis Reports. *Focus on Forage* 3(13):1-5. University of Wisconsin.
- 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., G. Ashbell, Z. G. Weinberg and T. Kipnis, 1993. Ensiling forage sorghum at two stages of maturity with the addition of lactic acid bacterial inoculants. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 43, 165-175.
- Moran J, Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y, Owen TR (1996). The Effects of Bacterial Inoculant on the Fermentation and Aerobic Stability of Whole Crop Wheat Silage. in: *Proc. 11th International Silage Conference*. 164-165 p, Aberystwyth, Wales.
- 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 E M G, Russell J R, Buxton D R (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.
- O'brien M, Egan D, O'kiely P, Forristal PD, Doohan FM, Fuller HT (2008). Morphological and molecular characterisation of *P. roqueforti* and *P. paneum* isolated from baled grass silage. *Mycol Res* 112, 921–932.
- Ohyama Y, Morichi T, Masahi S (1975). The effect of inoculation with *Lactobacillus plantarum* and the addition of glucose at ensiling on the quality of aerated silages. *J. Sci. Food Agric.*, 26: 1001-1008.
- Özdüven ML, Celebi Cam A (2017). The Effects of Bacterial Inoculants and/or Enzymes on the Fermentation Characteristics and Aerobic Stability of Alfalfa Ensiled at Different Stages of Maturity. *International Journal of Current Research*, 9(02):45983-45988.
- Özdüven 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, 6 (5): 751-756.

- Öğün S, Şayan Y, Özkul H, Alçıçek A, AkbaşY, Coşkuntuna L, Soycañ S, Polat C, Çapçı T, Kılıç A, Özkan K (2003). Bazı Kaba Yemlerin Yem Değerlerinin Farklı Analiz Teknikleri İle Belirlenmesi. Trakya Üniversitesi Araştırma Fonu Projesi-272, Kesin Rapor, Edirne.
- Özkan U, Şahin Demirbağ N (2016). Türkiyede Kaliteli Kaba Yem Kaynaklarının Mevcut Durumu. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi. 9 (1):23-27.
- Pessi T, Nousiainen J (1999). The effect of fermentation quality on the aerobic stability of direct cut or slightly prewilted grass silage. XII Int. Silage Conf., Uppsala. pp. 280-281.
- Pitt RE, Leibensperger RY (1987). The effectiveness of silage inoculants: a systems approach. Agricultural systems, 25(1), pp. 27-49.
- Polat C, Koç F, Özdüven ML (2005). Mısır silajlarında laktik asit bakterileri ve laktik asit bakteri + enzim karışımı inokulantların fermantasyon ve toklularda ham besin maddelerinin sindirilme dereceleri üzerine etkileri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(1): 13-22, Tekirdağ
- Ranjit NK, Kung Jr L. 2000. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. Journal of Dairy Science. 83: 526 - 535.
- 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.
- Serin Y, Tan M (2001). Baklagil Yembitkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Ders Yayınları No: 190, Erzurum.
- Short H L, Segelquist CA (1975). Elbon rye as quality forage to Ozark deer during winter. Agron. J., 67: 92-93.
- 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.
- Sucu E, Aydoğan Çifci E (2016): Effects of lines and inoculants on nutritive value and production costs of triticale silages. R Bras Zootec, 45(7):355-364.
- Supelco (1998). Analyzing fatty acids by packed column gas chromatography. Bulletin 856B. Sigma Aldrich, St. Louis, MO.
- SPSS (2007). 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.

- Stokes MD, Zimmer CJ (1992). Digestible Fiber sources for dairy cattle. Proc. Minn. Nutr. Conf. 53: 37-56.
- Sucu E, Filya I (2006). The effects of bacterial inoculants on the fermentation, aerobic stability and rumen degradability characteristics of wheat silages. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, 30(2):187-193.
- Tan, M., ve Serin, Y., 1998. Yoncada en uygun koruyucu bitki ve bunun tesisten çıkarılma zamanının belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Der. 29(2), 219-229.
- 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 (2017). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>. (Erişim tarihi: 17 Kasım 2016).
- Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y, Azrieli A (1993). The Effect of Applying Lactic Acid Bacteria Ensiling on the Aerobic Stability of Silages. J. Appl. Bacteriol., 75:512-518.
- Woolford MK (1984). The Chemistry of Silage. In: The Silage Fermentation. New York: Marcel Decker. pp. 71–132. 55
- Woolford MK, Bolsen KK, Peart LA (1982). Studies on the Aerobic Deterioration of Whole Crop Cereal Silages. J. Agric. Sci. Camb. 98: 529.
- Worrell MA, Undersander DJ, Thompson CE, Bridges WCJr (1990). Effects of time of season and cottonseed meal and lasalocid supplementation on steers grazing rye pastures. J. Anim. Sci., 68 (4): 1151-1157
- Yaylak E, Alçiçek A (2003). Sığır besiciliğinde ucuz bir kaba yem kaynağı: Mısır Silajı. Hayvansal Üretim Dergisi 44 (2): 29-36.
- Yurtman İY, Koç F, Özdüven ML, Erman S (1997). Silaj Üretiminde Mikrobiyal Katkı Maddelerinin Kullanımı. Trakya Bölgesi II. Hayvancılık Sempozyumu, 346-351, Tekirdağ.

8. ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Ankara’da doğdu. İlk orta ve lise eğitimini de Ankara’da tamamladı. 2001-2003 yılları arası Cumhuriyet Üniversitesi ve 2003-2005 yılları arası Anadolu Üniversitesi’nde İşletme Lisans Eğitimini tamamladı. 2006 yılında Burdur 58. Piy. Er Eğt. Taburunda 309. K.D Py.Çvş. olarak askerliğini yaptı. Öğrenim hayatına bir müddet ara verdikten sonra 2014 yılında Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Bölümü’nde Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı. Tekirdağ ilinde süt sığırcılığı yapan bir hayvancılık işletmesinde 5 yıl İşletme Müdürlüğü, Büyükbaş Hayvan genetiği ile ilgili ithalatçı bir firmanın İç Anadolu Bölge Müdürlüğü’nü ve halen aynı firmanın Türkiye Satış Direktörlüğü görevini yürütmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.