



**BAKTERİYEL İNOKULANT VE ORGANİK ASİT
İLAVESİ İLE YENİDEN SİLOLAMANIN MISIR
SİLAJININ AEROBİK STABİLİTESİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

KADİR ERTEN

Zootekni Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Fisun KOÇ

2022

T.C.
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**BAKTERİYEL İNOKULANT VE ORGANİK ASİT İLAVESİ İLE YENİDEN
SİLOLAMANIN MISIR SİLAJININ AEROBİK STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

KADİR ERTEN

ORCID: 0000-0003-4888-1938

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman: Prof. Dr. Fisun KOÇ

TEMMUZ-2022

Her hakkı saklıdır.

ÖZET

BAKTERİYEL İNOKULANT VE ORGANİK ASİT İLAVESİ İLE YENİDEN SİLOLANMANIN MISIR SİLAJININ AEROBİK STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Kadir ERTEN

Zootečni Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Fisun KOÇ

Bu çalışmada, mısır silajının, inokulant ve organik asit ilave edilerek yeniden silolanmasının silaj kalitesine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma materyalini Nisan ayında biçilmiş 2. ürün mısır (DKC6777) oluşturmaktadır. Fermantasyon süresinin 150. gününde açılan mısır silajı 3 muamele grubuna ayrılmıştır. Muamele grupları; 1-Kontrol, 2- *Lactobacillus buchneri* (LB) 3- Organik Asit (OA)'tir. Katkı maddelerinin ilavesinden sonra silajlar 0, 6, 12 ve 24 saat süre ile oksijene maruz bırakılmıştır. Bu işlemde sonra yaklaşık 500 g numune plastik poşetlere konularak tekrar silolanmıştır. Her grup için beşer adet olmak üzere toplam 60 paket silaj, laboratuvar koşullarında 60 gün süreyle fermantasyona bırakılmıştır. Silajların tamamında silolamadan sonraki 60. günde kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Silolama periyodunun sonunda silajlar 7 gün boyunca aerobik stabilite testine tabi tutulmuştur. Sonuç olarak, organik asit ilavesi yeniden silolanan mısır silajlarının pH, suda çözünebilir karbonhidrat, amonyak azotu, bütirik asit ve propiyonik asit değerlerini arttırmış, kuru madde ve kuru madde kayıplarını azaltmıştır. Ayrıca organik asit yüksek anti bakteriyel aktivite göstererek silajların 7 günlük aerobik dönem boyunca maya sayıları ile CO₂ üretimlerini düşürmüş ve aerobik stabilitelerini geliştirmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mısır Silajı, Tekrar Silolama, *Lactobacillus buchneri*, Propiyonik Asit, Aerobik Stabilite

ABSTRACT

EFFECTS OF RE-ENSILING WITH BACTERIAL INOCULANT AND ORGANIC ACID ADDITION ON AEROBIC STABILITY OF CORN SILAGE

Kadir ERTEN

Department of Animal Science

MSc. Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Fisun KOÇ

This study aimed to determine the effect of re-ensiling and the use of microbial inoculants and organic acids on the quality of corn silage. The research material consisted of 2nd crop corn (DKC6777) opened in April. Corn silage opened on the 150th day of the fermentation period was divided into 3 treatment groups. Treatment groups; 1-Control, 2- *Lactobacillus buchneri* (LB) 3- Organic Acid (OA). After the addition of additives, the silages were exposed to oxygen for 0, 6, 12 and 24 hours. After this process, approximately 500 g of samples were placed in plastic bags and re-ensiled. A total of 60 packages, five for each group, were allowed to ferment for 60 days in laboratory conditions. All silages were sampled for chemical and microbiological analyses on day 60 after ensiling. At the end of the ensiling period, silages were subjected to an aerobic stability test for 7 days. As a result, organic acid added to the re-ensiling corn silage increased decreased the pH, water soluble carbohydrates values, ammonia nitrogen, butyric acid and propionic acid the silages, while decreasing the dry matter, dry matter losses. However, the silage preservative showed high antibacterial activity, decreased the yeast counts and CO₂ production of the silages during the 7-day aerobic period and improved their aerobic stability.

Keywords: Corn Silage, Re-Ensilage, *Lactobacillus buchneri*, Propionic Acid, Aerobic Stability

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	2
1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	14
2. MATERYAL VE YÖNTEM	16
2.1 Materyal	16
2.1.1 Silaj Materyali ve Silajların Hazırlanması.....	16
2.1.2 Katkı Maddeleri	17
2.2 Yöntem.....	17
2.3 Kimyasal Analizler	17
2.3.1 Kuru Madde	17
2.3.2 Ham Protein	18
2.3.3 Ham Kül.....	19
2.3.4 Ham Yağ.....	20
2.3.5 Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif.....	20
2.3.6 Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif	21
2.3.7 Asit Deterjanda Çözünmeyen Lignin.....	22
2.3.8 pH Analizi.....	22
2.3.9 Laktik Asit	22
2.3.10 Suda Çözünebilir Karbonhidrat.....	23
2.3.11 Amonyak Azotu.....	24
2.3.12 Organik Asitlerin Belirlenmesi.....	24
2.3.13 Silajların Kuru Madde Kayıplarının Belirlenmesi.....	24
2.3.14 Mikrobiyolojik Analizler.....	25
2.3.15 Aerobik Bozulmaya Dirence İlişkin Analizler.....	25
2.3.16 İstatiksel Analizler.....	26
3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	27
3.1 Başlangıç Materyaline İlişkin Analizler	27
3.2 Mısır Silajlarının Tekrar Silolama Sonrası Değerleri	27

3.2.1 Mısır Silajlarının Tekrar Silolama Sonrası Ham Besin Madde ve Hücre Çeperi İçerikleri İle İlgili Bulgular	27
3.2.2 Mısır Silajlarının Tekrar Silolama Sonrası Fermantasyon Parametrelerine İlişkin Bulgular	33
3.2.3 Mısır Silajlarının Tekrar Silolama Sonrası Mikrobiyolojik Özelliklerine İlişkin Bulgular	38
3.2.4 Mısır Silajlarının Tekrar Silolama Sonrası Aerobik Stabilite Özellikleri İle İlgili Bulgular	40
4. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	47
KAYNAKLAR	48
ÖZGEÇMİŞ	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Tekrar silolama öncesi mısır silajının kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları	27
Çizelge 3.2. Mısır silajlarının tekrar silolama sonrası ham besin madde ve hücre çeperi içerikleri, g/kg KM	32
Çizelge 3.3. Mısır silajlarının tekrar silolama sonrası fermantasyon parametreleri (g/kg KM)	376
Çizelge 3.4. Mısır silajlarının tekrar silolama sonrası mikrobiyolojik kompozisyonu (kob/g KM)	39
Çizelge 3.5. Mısır silajlarının tekrar silolama sonrası 7 günlük aerobik stabilite değerleri ...	443
Çizelge 3.6. Mısır silajlarının aerobik stabilite süresince sensör verilerine ilişkin ortalama değerler °C	465

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Silolama sırasındaki işlemlerin silaj kalitesine etkileri	3
Şekil 1.2. Silolama süresince suda çözünebilir karbonhidrat içeriğindeki değişimler	4
Şekil 1.3. Yaprak yüzeyindeki epifitik bakterilerinin elektron mikroskobu görüntüsü	8
Şekil 1.4. Silaj katkı maddelerinin sınıflandırılması (McDonald vd., 1991).....	9
Şekil 1.5. <i>L. buchneri</i> 'nin mikroskop görüntüsü	110
Şekil 2.1. Vakum makinesi.....	16
Şekil 3.1. Silajların KM değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği	28
Şekil 3.2. Silajların HS değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği.....	30
Şekil 3.3. Silajların NDF değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği.....	31
Şekil 3.4. Silajların ADF değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği.....	31
Şekil 3.5. Silajların ADL değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği	29
Şekil 3.6. Silajların pH değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği.....	33
Şekil 3.7. Silajların SÇK değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği.....	34
Şekil 3.8. Silajların LA değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği	35
Şekil 3.9. Silajların AA değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği.....	354
Şekil 3.10. Silajların PA değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği.....	36
Şekil 3.11. Silajların LAB değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği.....	387
Şekil 3.12. Silajların maya değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği	398
Şekil 3.13. Silajların aerobik stabilite döneminde KM değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği	410
Şekil 3.14. Silajların aerobik stabilite döneminde pH değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği	410
Şekil 3.15. Silajların aerobik stabilite döneminde CO ₂ değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği	421
Şekil 3.16. Silajların aerobik stabilite döneminde maya değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği	432
Şekil 3.17. Aerobik stabilite süresince 24 °C tekrar silolanan silajların sensör grafiği.....	454
Şekil 3.18. Aerobik stabilite süresince 30 °C tekrar silolanan silajların sensör grafiği.....	454

KISALTMALAR DİZİNİ

AA	Asetik Asit
ADF	Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif
ADL	Asit Deterjanda Çözünmeyen Lignin
BA	Bütrik Asit
Bc	Tampon Kapasitesi
CFU	Koloni Oluşturan Birim
CO ₂	Karbondioksit
H ₂ O	Su
HK	Ham Kül
HP	Ham Protein
KM	Kuru Madde
LA	Laktik Asit
LAB	Laktik Asit Bakterileri
ME	Metabolik Enerji
NDF	Nötral Deterjanda Çözünmeyen Lif
NH ₃ -N	Amonyak Azotu
OA	Organik Asit
PA	Propiyonik Asit
SÇK	Suda Çözünebilir Karbonhidrat
TM	Taze Materyal
TN	Toplam Nitrojen

TEŞEKKÜR

“Bakteriyel İnokulant ve Organik Asit İlavesi İle Yeniden Silolamanın Mısır Silajının Aerobik Stabilitesi Üzerine Etkileri” isimli Yüksek Lisans Tez Çalışmasını öneren ve çalışmalarım boyunca bana yardımını ve desteğini esirgemeyen değerli hocam sayın Prof. Dr. Fisun KOÇ’a, çalışmalarım boyunca desteklerini esirgemeyen başta bölüm başkanım Prof. Dr. Mehmet Levent ÖZDÜVEN’e olmak üzere Zootekni Anabilim dalında görev yapan hocalarıma, eğitimimde katkı sağlayan lisans ve yüksek lisans hocalarıma teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca yaşamım boyunca tüm yardım ve destekleri ile yanımda olan başta sevgili annem Nuran ERTEN, sevgili babam İhsan ERTEN ve kardeşlerime teşekkür ederim.

Kadir ERTEN

Araş. Gör.

1. GİRİŞ

Son yıllarda tüm Dünyada silaj üretiminin artması ile birlikte silajın alım ve satımı yaygın bir faaliyet haline gelmiştir. Büyük ölçekli çiftliklerde yapılan silajlar başka işletmelere nakledilmekte ve nakledildiği çiftliklerde yeniden silolanmaktadır. Uygulamada bunker silolarda, silolanan materyaller ya paket silaj haline getirilmekte ya da tekrar bir bunker siloda silolanmaktadır. Bu işlem (açma ve yer değiştirme) silajın belli bir süre havaya maruz kalmasına sebep olmaktadır. Son zamanlarda yeniden silolama ile ilgili Brezilya'da (Michel vd., 2017; Lima vd., 2017), İsrail'de ve dünyanın diğer bölgelerinde uygulamalar yapılmaktadır (Chen ve Weinberg, 2014). Yeniden silolama, ekim için uygun bir alanı veya ekim ve hasat için makineleri olmayan üreticiler için avantajlıdır. Ayrıca sulama imkânı olan ve verimli arazilere sahip üreticilerde silaj satışını ticari bir stratejiye dönüştürebilirler. Yeniden silolamanın silaj kalitesi üzerindeki etkilerine ilişkin çalışma sayısı oldukça sınırlıdır (Chen ve Weinberg, 2014; Lima vd., 2017). Bu çalışmalarda, kaba yem kalitesine olumsuz bir etki yapmadan silajların, yeniden silolama yapılabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, bu sürecin mükemmelliği, ortam sıcaklığı, işlem süresi ve bozulan aerobik mikroorganizmaların varlığı gibi çeşitli faktörlere bağlıdır (Kung Jr, 2010). Mayalar, silaj pH'sına (3,8) dirençli olmaları ve hızlı gelişim göstermeleri nedeniyle bozulma potansiyeli en yüksek mikroorganizmalardır. Küfler yavaş gelişme göstermelerine rağmen silaj üzerinde zararlı etkiler yaparlar (Muck, 2010). Aynı zamanda hayvan performansını ve insan sağlığını etkileme potansiyeline sahip mikotoksinler üretirler (Tangni, Pussemier ve Van Hove, 2013). Mısır silajlık olarak kullanılan en yaygın materyaldir. Aerobik stabiliteyi iyileştirme açısından katkı maddesi kullanımı, özellikle yeniden silolanma sırasında havaya maruz kalmanın neden olduğu hasarı en aza indirmek için alternatif bir seçenek olarak görülmektedir (Michel vd., 2017).

Katkı maddesi olarak silaj fermantasyonu için kullanılmak üzere çeşitli özelliklerde bakteriyel inokulantlar (bakteriyel kültür) geliştirilmiştir. Silaj yapımında kullanılan bakteriyel inokulantları; belirli dozlarda kullanılmaları durumunda silolanacak kitlede homofermantatif nitelikli fermantasyon olaylarının gelişmesini sağlayacak yoğunlukta laktik asit bakterisi ya da gruplarını içeren ürünler olarak tanımlanmaktadır (Yurtman, Koç, Özdüven ve Erman, 1997).

Üretimlerinin ilk dönemlerinde bakteriyel inokulantlar şekerlerin laktik asite dönüşümünü sağlayan epifitik bakteri popülasyonlarını içeren homofermantatif laktik asit bakterilerinden meydana gelmekteydi. Homofermantatif laktik asit bakterileri çoğunlukla *Lactobacillus*, *Pedococcus* ve *Enterococcus* cinsi mikroorganizmaları içermektedir. Bu inokulantlarının kullanıldığı birçok çalışmada, hızlı bir şekilde silajların pH'larını

düşürdüğü, laktik asit (LA) ve laktik asit/asetik asit (LA/AA) oranlarını arttırdığı, amonyak azotu (NH₃-N), asetik asit (AA), bütirik asit (BA), etanol düzeylerini düşürdüğü ve laktik asit bakteri içeriklerini arttırmasıyla birlikte silaj fermantasyonunu geliştirdiği belirtilmiştir (Filya, 2002a). Silajlarda aerobik dayanıklılık (silo ömrü) üzerine incelenen araştırmalar sonucunda, homofermantatif laktik asit bakteri inokulantları bazı araştırmacılar tarafından silajların aerobik dayanıklılıklarını arttırdığı belirtilirken (Weinberg ve Muck, 1996; Meeske, Basson ve Cruywagen 1999), bazı araştırmacılar etkilemediğini (Moran vd., 1996) veya homofermantatif inokulantların aerobik dayanıklılığı düşürmesiyle, silajlarda görünür bir küflenme ve yüksek miktarda CO₂ gazı üretimine neden olduklarını bildirmişlerdir (Meeske ve Basson 1998; Filya 2002b; Polat, Koç ve Ozduven, 2005; Özdüven, Kurşun Önal ve Koç, 2010). Bunun üzerine yapılan çalışmalar sonucunda heterofermantatif bir laktik asit bakterisi olan *L. buchneri*'nin maya ve küf üremesini durdurduğu ilk olarak 1995 yılında ortaya çıkarılmış, 1996 yılında da silajlarda kullanılması önerilmiştir (Holzer, Mayrhuber, Danner ve Braun, 2003).

Günümüzde laktik asit bakteri inokulantlarının dışında silajların aerobik stabiliteğini geliştirmek için bir diğer katkı maddesi olan organik asitlerin geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Organik asit temeline dayalı silaj katkı maddeleri silajlarda bozulmalara sebep olan maya, küf, enterobakteri ve clostridia gibi mikrobiyal populasyonların gelişmesini önlerler, bunu silo içerisinde asidik bir ortam oluşturarak katıldıkları silajların pH'larını çok kısa sürede düşürmesiyle gerçekleştirirler. Buna bağlı olarak da silajların aerobik stabiliteğini geliştirmektedirler (Driehuis ve Wikselaar, 1996; Filya, 2003; Filya ve Sucu, 2003). Ayrıca bu katkı maddeleri katıldıkları silajların ısınmasını engelleyerek, silajlardaki protein parçalanmalarını engellemektedirler (McDonald, Henderson ve Heron, 1991; Filya, 2001).

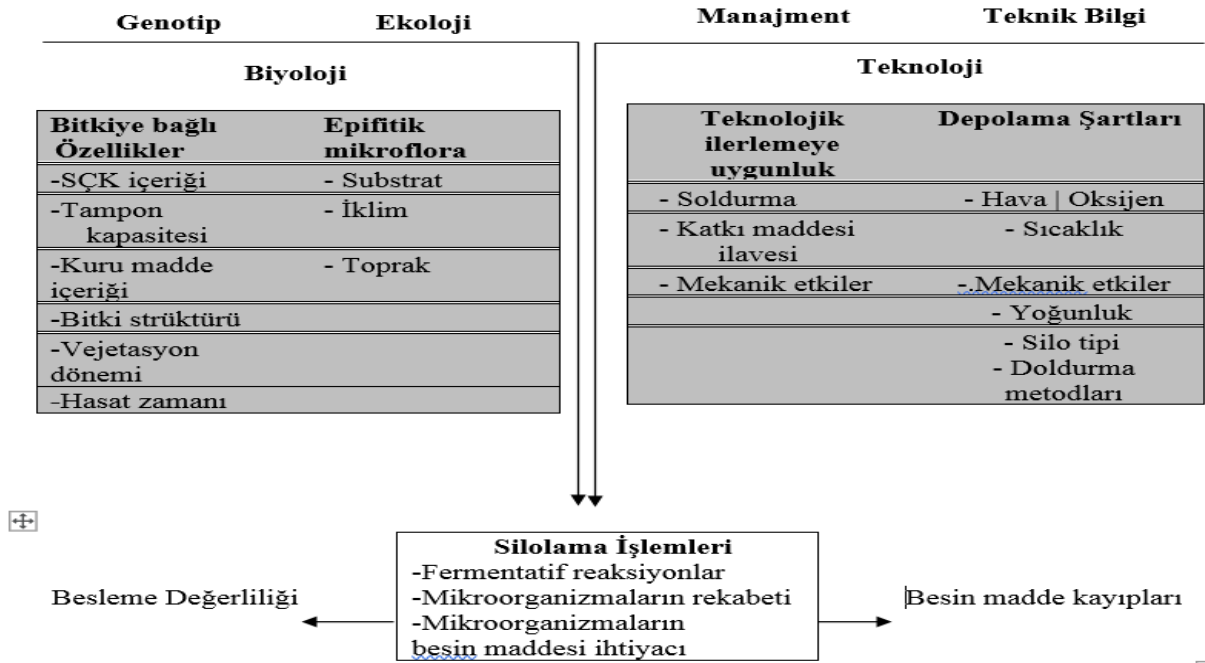
1.1 Literatür Özeti

Silaj yapımında başlıca amaç, yem bitkisinin en az besin maddesi kaybıyla muhafaza edilip, ruminantlara en yüksek besin değeriyle vermektir. Bu işlemde asıl olarak, tarlada yem bitkileri üzerinde doğal olarak bulunan laktik asit bakterileri yardımıyla oksijensiz koşullar altında hızlı ve homofermantatif karakterde LA fermantasyonunu başlatmaktır. LA üretim miktarı, silajda istenmeyen bakterilerin büyümelerinin engellenmesine ve fermantasyon kayıplarının azaltılmasında çok önemli bir faktördür. Bu da silajı yapılan ürün içindeki başlangıçta bulunan laktik asit bakterisi populasyonuna ve bunların yaşamını devam ettirmesi için gerekli besin maddelerinin durumuna bağlıdır (Stirling, 1951).

Bütün bunların yanında laktik asit bakterileri, şekerlerden LA üretiminde farklı

etkinliklere sahip olan başlıca 2 gruba ayrılırlar. Homofermantatif türler anaerobik şartlarda fermente ettikleri her mol glikoz veya fruktoz başına kuru madde kaybı olmaksızın 2 mol LA üretirken, heterofermantatif türler, bu şekerlerden besin maddesi kayıplarına yol açacak ve pH'nın düşürülmesinde daha az etkili olacak şekilde 1 mol LA, bunun yanında da CO₂, etanol ve AA üretirler (McDonald, Henderson ve Heron, 1991).

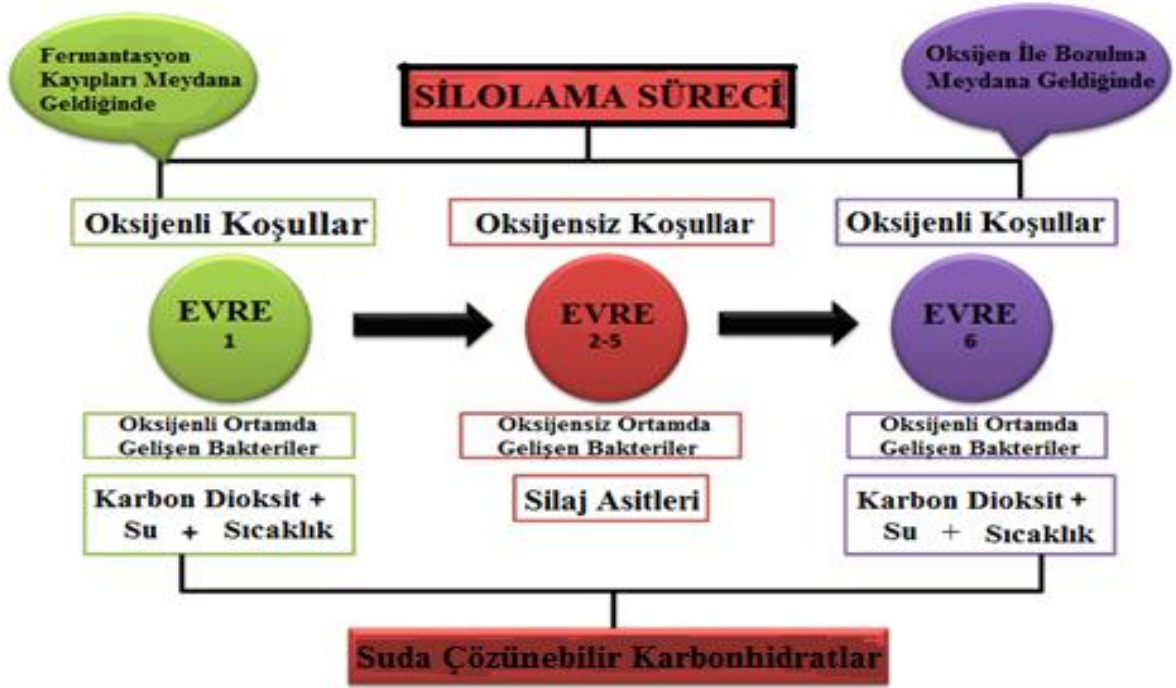
Steril büyüme ortamı ve kontrollü şartlar kullanılan diğer ticari hale getirilmiş fermantasyon işlemlerinin (yoğurt ve bira yapımı gibi) aksine, silaj fermantasyonu nispeten kontrolsüz bir işlemdir (McDonald, Henderson ve Heron, 1991). Silajlık materyallerin kimyasal kompozisyonlarının oldukça değişken olması, silaj haline getirme işleminin sonucunu etkiler. Seviyeleri ve değişimleri önemli olan bu faktörler Şekil 2.1'de topluca gösterilmiştir (Bolsen, 1987). Bu faktörlerden en önemlileri, kuru madde içeriği, suda çözünebilir karbonhidrat içeriği (SÇK), buffer kapasitesi (tampon kapasitesi) ve epifitik mikroflora (biçim öncesi bitki üzerindeki mikroflora)'dır (Petterson, 1988).



Şekil 1.1. Silolama sırasındaki işlemlerin silaj kalitesine etkileri

Silolanacak materyalin kuru madde (KM) düzeyi silodaki fermantasyon ve laktik asit bakterilerinin gelişimi açısından çok önemlidir. Kuru madde oranının yükselmesi ile silo içerisinde düşük seviyede silaj fermantasyonu oluşur ve silajın iyi şekilde korunması için gereken pH değeri daha yüksek olur. Bununla birlikte, silajı yapılacak ürünün yüksek KM içermesi laktik asit bakteri popülasyonunun çoğalmasını olumsuz etkilerken, silaja zarar verecek maya ve küf gelişiminin gelişmesini teşvik eder. Ayrıca %50'den daha yüksek KM ile

silolama ile Maillard reaksiyonu oluşma riski artar ve silaj fermantasyonun kaliteli bir silaj yapımına etkisi azalır (Bodine, O'dell, Moore ve Wheat, 1983; Han, Collins, Vanzant ve Dougherty, 2006; Muck, 1988). Düşük KM'li materyallerden silaj yapıldığı takdirde clostridial fermantasyonun engellenmesini zorlaştırıldığı gibi yüksek miktarda silo suyu çıkışına ve silajın ısınmasına da neden olur (McDonald, 1981; Muck 1988; Filya, 2005). Farklı iklim koşullarına sahip bölgelerde yetiştirilen çayır otları ile yapılan silajların incelendiği bir çalışmada (Haigh, 1990) silaj fermantasyonu üzerine en etkili faktörün materyalin silolama sırasındaki KM düzeyi olduğu ve herhangi bir silaj katkı maddesi kullanmaksızın iyi fermente olmuş bir silaj üretmek için gereksinim duyulan minimum KM düzeyinin yaklaşık olarak %26, formik asit kullanılmış silajlarda %24 olduğu bildirilmiştir. Ülkemiz iklim koşullarında silolanacak materyallerin yem değerinin optimum korunabilmesi için %30-50 KM ile silolanması gerekmektedir (Filya, 2005).



Şekil 1.2. Silolama süresince suda çözünebilir karbonhidrat içeriğindeki değişimler

Karbonhidratlar önemli işlevleri yerine getirir, hücrelerin, dokuların ve organların yapısal bütünlüğünü ve çoğu bitki hücre duvarını oluştururlar (O'Neill ve York, 2018). Karbonhidratlar bitki ve hayvanlarda sırasıyla nişasta ve glikojen şeklinde depolanır. Bu ürünler, glikoz polimerleridir; glikoz fazlalığında granüller şeklinde hücrelerde biriktirilirler. Enerji ihtiyacı olduğunda ve metabolik reaksiyon sonucu bu polimerler enzimler tarafından parçalanır. Bitkiler fotosentez aktivitesi boyunca nişastayı kök, yumru ve yaprak kısımlarında depolarlar. Karbonhidratlar silajın oluşum süresinde fermantasyonun ana kaynağıdır. Silaj

fermantasyonu süresince, SÇK'lar, oksijensiz koşullarda laktik asit bakterilerinin yardımıyla organik asitler ve LA'in oluşumu için kullanılır. LA silaj fermentasyonu için zorunludur ve toplam organik asitlerinin %60'dan fazlasını oluşturur. LA fermentasyonu sonucu pH düşer ve suca zengin materyallerin mikroorganizmalar tarafından bozulmaları önlenmiş olur (Filya, Ashbell, Hen ve Weinberg, 2000; Fraz Ali ve Tahir, 2021). Yem bitkilerinin karbonhidrat oranı KM'de %50-75'dir, eğer bu oran çok düşerse silajın besin kalitesi ve aerobik stabilite olumsuz yönde etkilenir. Bu yüzden mısır ve sorgum yeterli miktarda SÇK içeriği nedeni ile en fazla silajı yapılan materyallerdir. Yeterli oranda SÇK içeriğine sahip olamayan materyaller için ise silaj kalitesini iyileştirmek amacı ile katkı maddesi ilave etmek gerekir (Pelletier vd., 2010; Allen, Sheaffer ve Martinson, 2013). Yemlerin karbonhidrat içeriği iklim, mevsim vb. gibi farklı faktörler ile etkilenebilir (Pelletier vd., 2010). Yüksek sıcaklıkta mısır silajında laktat ve asetat üretimi düşmektedir (Kim ve Adesogan, 2006). Maillard reaksiyonu silajda SÇK, hemiselüloz ve aminoasit bileşenlerin yüksek sıcaklık altında kompleksleşmesiyle oluşur (Muck, Moser ve Pitt, 2003). Sıcaklık daha da arttığında aseton üretimindeki artışa neden olur. Aseton oksitlenebilir veya istenmeyen diasetil ve 2,3 bütandiol gibi maddelere indirgenebilir. Bu ürünlerin oluşumu glikoz sınırlandığında *Streptococci*, *Pediococci* ve *Lactobacilli* bakteri türleri tarafından gerçekleşir (Wagle, Basnet, Vartun ve Acharya, 2021). Yüksek nem içeriğinin olması (%70'den fazla), silajda hızlı pH düşmesine engel olur, bu yüzden kaliteli silaj üretiminde, yüksek laktik asit bakterileri ve SÇK içeriği gerçekleşmeyebilir (Kung Jr vd., 2010). Ayrıca artan nem *clostridial* fermentasyonu ve KM kaybını artırır, yüksek KM kaybı, BA üretiminin artması ve aşırı protein parçalanması takiben silaj üretimi boyunca fermente edilebilir bileşenler kolayca kaybolmasına neden olur. Protein olmayan azot, gerçek proteine kıyasla mikrobiyal azot sentezinde yetersizdir ve yüksek oranda BA içerip, yem lezzetini azaltabilir (Borreani, Tabacco, Schmidt, Holmes ve Muck, 2018).

Genel olarak silajlık materyallerin KM içeriğinin %30-35 ve kuru maddede %5'ten fazla SÇK içermesi kaliteli silaj elde etmek için gereklidir (Guyader, Baron ve Beauchemin, 2018). Xie, Zhang, Chen, Li ve Zhang, (2012) farklı vejetasyon döneminde (çiçeklenme, süt ve hamur) buğday silajlarının SÇK içeriğinin vejetasyonun ilerlemesi ile birlikte tanede nişasta birikmesinden dolayı, SÇK içeriğinin süt olum döneminden hamur olum dönemine kadar hızla azaldığını tespit etmişlerdir.

Buğday silajlara katkı maddesi olarak *lactobacillus plantarum* ve *lactobacillus buchneri*'nin inokulant olarak katıldığı silajların çiçeklenme başlangıcı ve süt olum döneminde SÇK içeriğinin arttığı gözlenmiştir (Teller, Schmidt, Whitlow ve Kung Jr, 2012). Düşük SÇK içeriğinden dolayı, olgunlaşmayla birlikte silolama özellikleri olumsuz etkilenebilir, hücre

çeperi içeriğinin artması ve silaj içindeki havanın çıkması zorlaşır (McEniry, King ve O'Kiely, 2014).

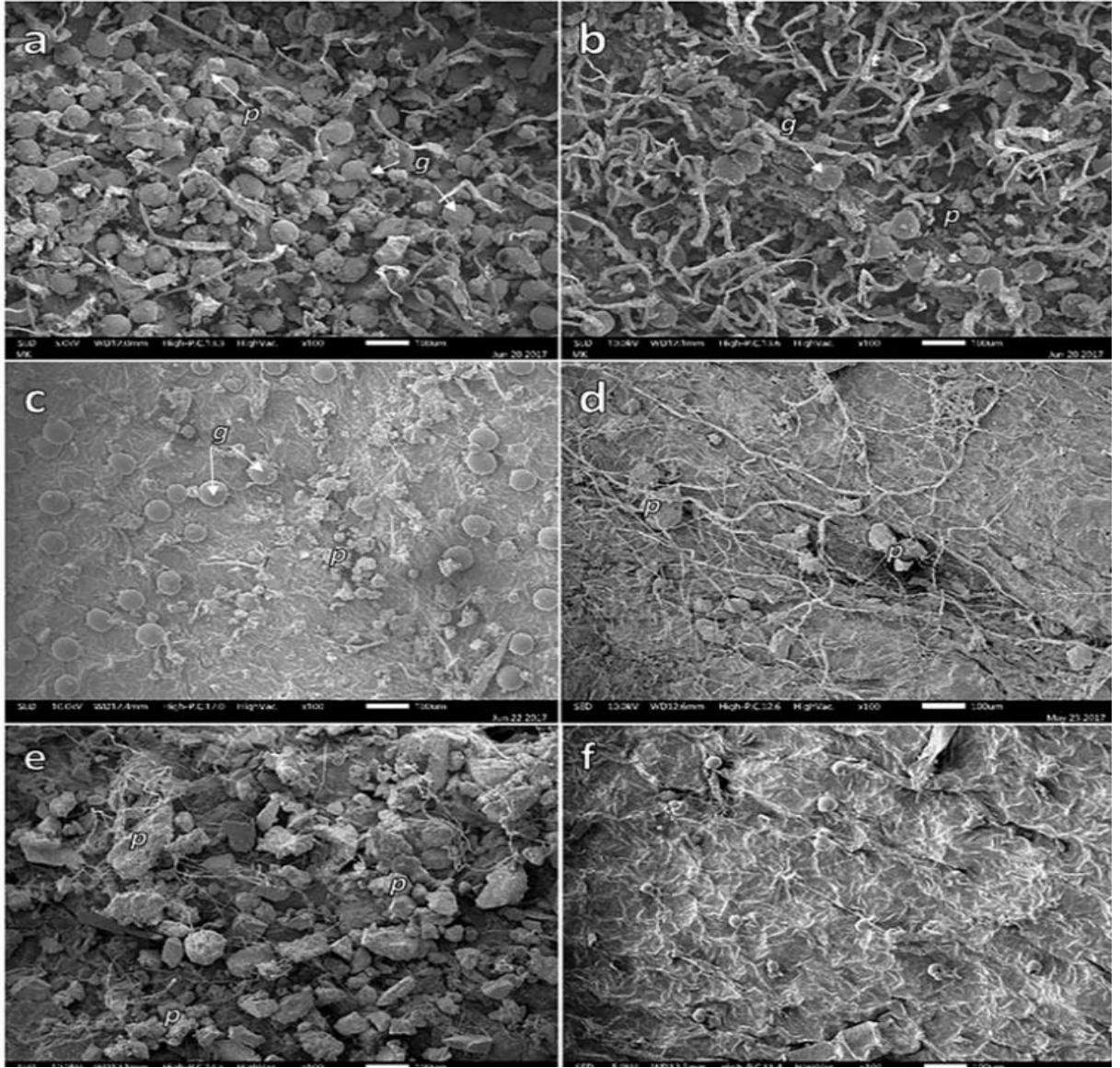
Yemin bileşimi, toprağa gübre uygulanmasından da etkilenir. Li vd. (2016) nitrojen uygulaması 0'dan 225 kg/ha'ya yükseldiğinde ham protein (HP) ve SÇK içeriğinin arttığını bildirmiştir. Laktik asit bakterileri ve SÇK, silolama işlemi sırasında daha yüksek silaj kalitesi için hayati önem taşıyan unsurlardır (Ni vd., 2017). Propiyonik asit, silaj havaya maruz kaldığında LA ve SÇK'yı kullanan mayaları durdurmak için kullanılır. Silajın aerobik bozulmasının değerli bir inhibitörüdür (Woolford, 1975). Chen vd. (2016), tarafından yapılan bir çalışmada melas + propiyonik asit katkılı silajın, kontrol silajından daha yüksek SÇK içeriğine sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Silajın silolandığı aerobik, aktif fermantasyon, stabil ve besleme olmak üzere dört önemli aşaması vardır. Aerobik faz, hasat ve silolamadan sonra başlar ve bu faz sırasında siloda oksijen tamamen yok olana veya substrat kaynağı tükenene kadar bitki ve mikroorganizma solunumu gerçekleşir. Oksijen yokluğunda son ürünlerinin bakteriyel üretim fermantasyonu ile fermantasyon başlamış olur. Bu faz, LA ve AA'lerin birikmesi ve buna karşılık gelen pH düşüşü ile karakterize edilir. Fermantasyon ilerledikçe fermantasyon profilindeki sürekli değişikliklerin nişasta sindirilebilirliğini doğrudan etkileyebileceği belirtilmiştir (Der Bedrosian, Nestor Jr ve Kung Jr, 2012) ve silolama süresi arttıkça nişastanın sindirilebilirliği de artmaktadır (Arcari, Martins, Tomazi ve dos Santos, 2016). Sarıçiçek, Yıldırım, Kocabaş ve Demir (2016), mısır silajının SÇK içeriğinin 90. ve 202. günlerde 67 g/kg KM'den 108 g/kg KM'ye yükseldiğini ve en düşük konsantrasyonun 118. günde bulunduğunu bildirmişlerdir.

Bitkilerin buffer (tampon) kapasiteleri fermantasyon kalitesi açısından çok önemli bir faktör olup bitkilerin tampon özelliklerinin büyük bir kısmı içerdikleri anyonlardan (organik asit tuzları, sülfatlar, ortofosfatlar, nitratlar ve klorürler) ileri gelirken, yaklaşık %10-20'lik kısmının bitki proteinlerinin aktivitelerinden meydana geldiği bildirilmektedir (McDonald, Edwards ve Greenhalgh, 1988; Petterson, 1988).

Otlarda organik asitlerin önemli bir kısmı malik, sitrik ve guanik asit, baklagillerde ise malonik ve gliserik asittir (Jones ve Barnes, 1967; Mc Donald, 1981). Organik asit içeriğinin yükselmesi nedeniyle baklagillerde genellikle tampon kapasitesi yükselmektedir. Bu nedenle baklagiller buğdaygillere göre daha zor silolanırlar. Baklagiller gibi yüksek tampon kapasitesine sahip bitkiler zor silolanmalarının yanı sıra fermentasyon için gerekli SÇK'ya daha fazla ihtiyaç duyarlar ve bu bitkilerin fermente olabilmesi için daha uzun bir süreye ihtiyaç vardır. Tampon kapasitesi yüksek olan bitkilerde kayıp oranı daha fazladır, bunun nedeni ise silaj pH'larını yükseltmelerinden meydana gelir (Filya, 2007).

Silajlık materyalin gerek fermantasyon gelişimini gerekse de son ürün özelliklerini belirleyen temel faktör, hasat zamanı yeşil materyalde yer alan epifitik laktik asit bakterilerinin yoğunluğu ve kompozisyonudur. Birçok durumda bu yoğunluğun $<10^6 \text{ cfu/g}^{-1} > 10^9 \text{ cfu/g}^{-1}$ TM (taze materyal) arasında değişebildiği bildirilmektedir. Epifitik mikroorganizma yoğunluğu bakımından gözlenebilecek bu tip geniş farklılıkların temel nedeni ise, söz konusu özellik üzerinde sıcaklık, nisbi nem, ultraviyole, radyasyon ve bitki ile ilgili özelliklerin olası etkileridir (Mc Donald, Edwards ve Greenhalgh, 1988; Merry, Cussen-MacKenna ve Jones, 1993; Petterson, 1988). Bitkilerin oksijenle temas eden kısımlarında bakterilerin bulunması uzun zamandan beri bilinen bir konudur (Burri, 1903; Düggeli, 1904). Sorgum, mısır ve yoncanın yaprak, gövde ve diğer tüm kısımlarındaki toplam mikroorganizma sayısı ve epifitik mikrofloraları Miskovic ve Rasovic (1972)'in yaptıkları incelemeler sonucunda ortaya çıkmıştır. Stirling (1951) araştırmaları sonucunda, yeşil otlarda görünen tüm bakteri miktarını 10^6-10^9 g^{-1} KM arasında değiştiğini saptamıştır. Benzer miktarlar Moon ve Henk (1980) tarafından elektron mikroskopunda gözlenmiş ve yaprakların dış yüzeylerindeki bakteriler bu araştırmacılar tarafından incelenmiştir (Şekil 1.3).

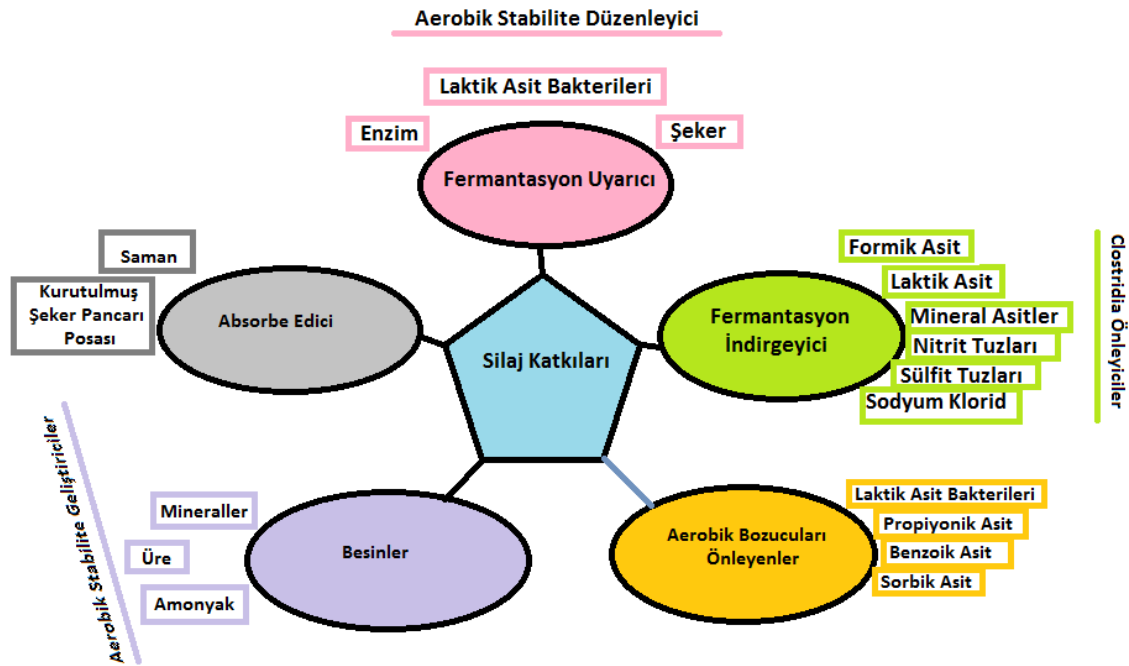


Şekil 1.3. Yaprak yüzeyindeki epifitik bakterilerinin elektron mikroskobu görüntüsü

Bu bakterilerin büyük çoğunluğu oksijenli ortamda az veya önemsiz derecede silajın korunmasına katkıda bulunurlar ve silo kapatıldıktan sonraki oksijensiz ortamda hızla çoğalmalarını sürdürürler (Whittenbury, 1968). Bu mikroorganizmaların oksijensiz ortamda en fazla çoğalabileni koliform bakterileridir (enterobakteri familyasının üyesi) (Gibson, Stirling, Keddie ve Rosenberger, 1958; McDonald, Stirling, Henderson ve Whittenbury, 1964; McDonald, Henderson ve Heron, 1991). *Basillus* ve *clostridium* türlerine de az miktarda yeşil materyalde rastlanmıştır (Whittenbury, 1968; Nilsson, 1956). Daha sonra, sadece endospermde ve oksijensiz ortamda muhtemelen son formları mevcut bulunup toz veya gübre ile bulaşlırlar (Pettersson, 1988). Laktik asit bakterileri silo yemi yapımında kullanılan yeşil otlardaki mantar ve enterobakterilerin etkisini 1000 misli azaltan etkiye sahip olan bir bakteri türüdür (McDonald, Henderson ve Heron, 1991).

Silolamadan sonra mikroorganizmalar (laktik asit bakterileri, enterobakteriler, clostridia, bazı basillus spp'ler, mayalar) faaliyete başlarlar ve besleyici özellik kazanırlar. Başarılı bir fermantasyon açısından silaj kitlesinin kapatılmasından sonraki, ilk birkaç gün de gerçekleşen reaksiyonlar önem taşır. Eğer ortam elverişli, silo pH'sı düşükse diğer organizmalardan daha uzun ömürlü olan laktik asit bakterileri ekşitmeyi çabucak yapar. Eğer silaj pH'sı yeterince düşük değilse, içerdiği besinlerde istenilmeyen mikroorganizmaların (başlıca; enterobakteri, clostridia ve mayalar) bulunma ihtimali düşünülmelidir ki, bunlar silajda kalıcıdır ve silajın saklanması etkilerler. Daha sonraları, bunlar çok işlevli maddeler olmasalar bile silajdaki önemli besinlerin değerini sonuçta düşürür. Her ne kadar, mayaların ve bunların yanı sıra basillus spp'lerin fermantasyondaki önemleri az olsa da, aerobik koşullardaki bozulmaya bunlar sebep olurlar (Mc Donald, Henderson ve Heron, 1991).

Silajların yapımı ve saklanması sırasında oluşacak besin madde kayıplarını en aza indirmek, yem değerini iyileştirmek, fermantasyon sürecini düzenlemek ve silo açıldıktan sonra silaj kalitesini uzun süre boyunca korumak amacıyla farklı silaj katkı maddeleri kullanılmaktadır. Silaj katkı maddeleri; fermantasyon uyarıcıları, aerobik bozulma inhibitörleri, fermantasyon inhibitörleri, yem katkıları ve absorbantlar olmak üzere 5 sınıfta değerlendirilir (Yitbarek ve Tamir, 2014). Bu katkı maddelerinden en sık kullanılanların bakteri inokulantlar ve enzimler olduğu bildirilmiştir (Karakozak ve Ayaşan, 2010).

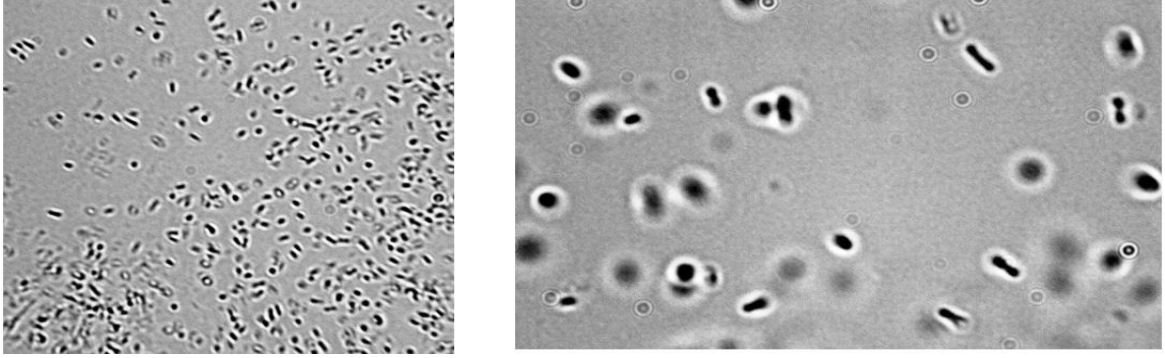


Şekil 1.4. Silaj katkı maddelerinin sınıflandırılması (Mc Donald, Henderson ve Heron, 1991).

Laktik asit bakteri inokulantları Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa ve diğer birçok ülkede en fazla kullanılan katkı maddesi olarak bilinmektedir. Silajda sıklıkla bulunan laktik asit bakteri cinslerinden olan *Lactobacillus*, *Pediococcus* ve *Enterococcus* gibi mikroorganizmalar, bakteriyel inokulant içerisinde bulunan mikroorganizmalardır. Bakteriyel inokulantlar genel olarak silolanan materyalin yapısına bağlı olarak fermentasyonun arzu edildiği şekilde gerçekleşmesine yardımcı olmaktadır (Mc Donald, Henderson ve Heron, 1991).

İlk üretim yıllarında bakteriyel inokulantlar şekerlerin LA'ye dönüşümünü sağlayan epifitik bakteri popülasyonlarını içeren homofermantatif laktik asit bakterilerinden oluşmaktaydı. Çoğunlukla homofermantatif laktik asit bakterileri *Lactobacillus*, *Pediococcus* ve *Enterococcus* cinsi mikroorganizmaları içerirler. Bu inokulantlarının kullanıldığı çalışmalarda, silajların pH'larını hızla düşürdüğü, LA ve LA/AA, oranını arttırdığı, AA, BA, NH₃-N ve etanol düzeylerini düşürdüğü ve laktik asit bakteri içeriklerini arttırarak silaj fermantasyonunu geliştirdiği saptanmıştır (Filya, 2002a). Silajların aerobik dayanıklılığı (silo ömrü) üzerindeki etkilerinin incelendiği araştırmalarda, bazı araştırmacılar homofermantatif laktik asit bakteri inokulantlarının silajlarda aerobik dayanıklılıklarını iyileştirdiğini bildirirken (Weinberg ve Muck, 1996; Meeske ve Basson 1999), bazı araştırmacılar ise etki göstermediğini (Moran vd., 1996) veya aerobik dayanıklılığı düşürerek, silajlarda küflenme ve yoğun CO₂ gazı ürettiklerini bildirmişlerdir (Meeske ve Basson, 1998; Filya, 2002b; Polat vd., 2005; Ozdüven vd., 2010).

Yapılan çalışmalar sonucunda heterofermantatif laktik asit bakterisi olan *L. buchneri*'nin maya ve küf üzerine baskılayıcı bir etki göstererek çoğalmalarını durdurduğu ilk olarak 1995 yılında bulunmuş ve 1996 yılında silajlarda kullanılabileceği önerilmiştir (Holzer vd., 2003; Şekil 1.5). Homofermantatif laktik asit bakteri inokulantları 1. nesil olarak kabul edilirken Heterofermantatif laktik asit bakteri inokulantları, 2. nesil olarak kabul edilmektedir. Heterofermantatif laktik asit bakteri inokulantları ile ilgili farklı çalışmalar sürdürülmüş olup, bazı çalışmalarda silaj fermantasyonu üzerine bir etki göstermedikleri (Ranjit ve Kung 2000; Holzer vd., 2003), bazı çalışmalarda mısır silajının pH'sını, AA konsantrasyonunu ve KM kaybını arttırdıkları, LA konsantrasyonunu ise düşürdükleri belirlenmiştir (Nishino, Yoshida, Shiota ve Sakaguchi, 2003; Kleinschmit, Schmidt ve Kung Jr, 2005). Driehuis, Elferink ve Spoelstra (1999) yaptıkları çalışmada 90 günlük silolama süresi sonunda *L. buchneri*'nin, mısır silajının KM kaybını, AA ve 1-propanol konsantrasyonlarını arttırdığını, LA konsantrasyonunu ise düşürdüğünü saptamışlardır.



Şekil 1.5. *L. buchneri*'nin mikroskop görüntüsü

Ranjit ve Kung (2000) mısır silajı ile yaptıkları çalışmalarında *L. buchneri* (10^6 cfu/g)'nin LA (%7,72) miktarını kontrol grubuna (%6,35) göre arttırdığını AA miktarını (3,60) yine kontrol grubuna göre (1,88) düşürdüğünü bildirmişlerdir. Nishino vd. (2003), fermantasyonun 10. ve 60. günlerinde *L. buchneri*'nin mısır silajının AA (%5,27) miktarını kontrol grubuna (%2,04) göre artırdığını, LA (%3,73) miktarını kontrol grubuna göre (6,11) ve etanol miktarını (%0,65) yine kontrol grubuna göre (1,68) düşürdüğünü bildirmişler ve KM kaybına neden olduğunu belirtmişlerdir. Kleinschmit vd. (2005), süt olum döneminde (%25,5 KM) biçilen mısır bitkisinde *L. buchneri* 11A44 (10^5 kob/g) ve *L. buchneri* 40788 (4×10^5 kob/g) içeren iki farklı inokulant kullanmışlardır. Fermantasyonun 122. gününde inokulant kullanılan gruplar kontrol grubuna göre mısır silajının pH, AA ve etanol miktarını arttırmış, LA miktarını ise azaltmıştır. Filya, Sucu ve Karabulut (2006), KM'leri %29 ve %35,5 olan iki farklı gelişme dönemindeki mısır bitkisinde *L. buchneri* (10^6 kob/g) kullanmışlardır. Araştırmacılar, *L. buchneri*'nin kontrol grubuna göre mısır silajının SÇK içeriğini ve $\text{NH}_3\text{-N}$ miktarına etki göstermediği ($P > 0.05$), silajların pH, AA ve etanol miktarları ile gaz kaybını artırdığını, LA miktarını ise düşürdüğünü bildirmişlerdir. Weinberg vd. (2007), *L. buchneri* içeren mısır silajının kontrol grubuna göre LA miktarını azalttığını, AA ve etanol miktarını arttırdığı belirlemişlerdir. Kung Jr, Schmidt, Ebling ve Hu (2007), yaptıkları iki farklı denemeden birincisinde *L. buchneri*'nin kontrol grubuna göre mısır silajının LA miktarını kontrol grubuna göre önemsiz düzeyde azalttığını, etanol, AA ve $\text{NH}_3\text{-N}$ miktarlarını ise artırdığını tespit etmişlerdir, silaja katılması gereken en uygun *L. buchneri* dozunu KM içeriği düşük mısır için 6×10^5 (kob/g TM) olarak belirtmişlerdir ve yürüttükleri ikinci denemede bu inokulasyon dozundan daha düşük (4×10^5 kob/g TM) ya da daha yüksek (8×10^5 kob/g TM) uygulamalar arasındaki farklılıkların olup olmadığını incelemişlerdir. Deneme sonucunda, inokulasyon düzeyindeki artış ile birlikte silajların KM ve HP içeriklerinde doğrusal bir azalmaya sebep olduğunu belirtmişlerdir. *L. buchneri*'nin kontrol grubuna göre mısır silajının pH'sını ve

SÇK'ları önemli düzeyde düşürdüğünü, LA ve propiyonik asit (PA) miktarlarını ise önemli düzeyde artırdığını da bildirmişlerdir. *L. buchneri*'nin PA üretmediğini bildiren araştırmacılar, söz konusu artışın nedenini *L. buchneri*'nin fermantasyon ürünü olan 1,2–propanediol'ün başka mikroorganizmalar tarafından PA'e dönüştürülmesi olarak göstermişlerdir.

Silaj fermantasyonundaki temel amaç, fermantasyon ortamında yeterli miktarda laktik asit bakteri varlığını korumak ve istenmeyen maya ve küf ile bitkide bulunan endojen katabolik enzimlerin aktivitelerini engellemektir, çünkü silolanan bir materyal laktik asit bakterilerinin ürettiği LA tarafından korunur (McDonald, Henderson ve Heron, 1991; Filya, 2001). Ancak bitkiler istenen laktik asit bakterileri ve istenmeyen mikroorganizma popülasyonlarının (enterobakteri, maya ve küfler, *clostridia*, *bacillus* türleri, asetik ve propiyonik asit bakterileri) tümünü içermektedir. Silajlık materyalin ya da silo ortamının uygun olmaması durumunda enterobakteri, *clostridia* ve *bacilli* sporları ile maya ve küfler fermantasyona katılır. Bu mikroorganizmalar bitkideki kolay parçalanabilir karbonhidratları kullanabilmek için ortamda laktik asit bakterileri ile rekabete girerler. Silaj ortamında istenmeyen mikroorganizmalar baskın gelirse fermantasyon istenmeyen şekilde ilerler ve silaj kalitesini düşüren bazı ürünler (BA, NH₃-N ve etanol vb.) meydana çıkar (Woolford, 1984). Silolanacak materyalde başlangıç LAB' i heterofermantatif olup genellikle düşük miktarda bulunurlar (Cai vd., 1998). Dolayısıyla LAB inokulantlarının kullanım amacı, fermantasyon ortamında laktik asit bakterileri miktarını artırarak LA üretimini teşvik etmek ve ortam pH'sının hızla düşmesini sağlamaktır. Böylece *Enterobacteria*, maya ve küfler, *Clostridia*, *Bacillus* türleri, gibi silaj fermantasyonu açısından istenmeyen mikroorganizmaların gelişimi engellenerek, silajların besleme değerleri ve kalitesi korunmaktadır (Bolsen vd., 1992).

Heterofermantatif laktik asit bakterileri inokulantları mısır silajının AA miktarını artırmakta, AA ise silajda istenmeyen maya ve küflerin gelişmesini büyük ölçüde engellemektedir (Holzer vd., 2003; Kleinschmit vd., 2005). Taylor ve Kung Jr (2002) kullandıkları *L. buchneri* (10⁶)'nin silolamanın 92. gününde mısır silajının, maya miktarını kontrol grubuna göre azalttığını ve küf oluşumunu engellediğini bildirmiştir. Kleinschmit vd. (2005) *L. buchneri* 40788 (3,70 kob/g) ve *L. buchneri* 11A44'ün mısır silajının maya miktarlarını kontrol silajına (4,43 kob/g) göre düşürdüğünü belirlemişlerdir. Kung Jr vd. (2007) fermantasyonun 120. gününde *L. buchneri*'nin (8x10⁵ kob/g TM) mısır silajının kontrol grubuna göre laktik asit bakteri miktarını artırdığını, maya ve küf miktarını ise düşürdüğünü belirlemişlerdir. Weinberg vd. (2007) kontrol grubuna (4,2 kob/g) göre *L. buchneri* 40788'in

mısır silajının laktik asit bakteri miktarını (3,5 kob/g) düşürdüğünü, *L. buchneri* 11A44'ün ise laktik asit bakteri miktarını (5,3 kob/g) arttırdığını bildirmişlerdir.

Bazı araştırmacılara göre heterofermantatif laktik asit bakteri inokulantları silajların aerobik stabilitesini arttırmaktadır (Muck, 1996; Weinberg ve Muck, 1996). Heterofermantatif laktik asit bakteri inokulantlarından silaj katkı maddesi olarak en yaygın kullanılanı ise *L. buchneri*'dir. Cooke (1995) *L. buchneri*'nin silajda istenmeyen maya ve küf gelişimini baskı altına alma potansiyelini ilk olarak tanımlamıştır. Daha sonra Muck (1996) *L. buchneri*'nin LA'yi fermente etmesiyle AA ürettiğini, AA'in ise aerobik süreçte bozulmayı sağlayan maya ve küflerin çoğalmasını engelleyip, silajların aerobik stabiliteğini arttırdığını bildirmiştir. Elferink, Driehuis, Krooneman, Gottschal ve Spoelstra (1999) ise *L. buchneri*'nin LA'yi, AA'in yanı sıra 1,2-propanediol'e de fermente ettiğini ve her iki metabolitin de bozulmayı önlediğini bildirmişlerdir.

Ranjit, Taylor ve Kung Jr (2002) kullandıkları *L. buchneri*'nin mısır silajının AA miktarını önemli ölçüde arttırdığını ve silajlarda yüksek miktarda meydana gelen AA'in de silajda istenmeyen küf gelişimine önemli ölçüde engellediğini belirlemişlerdir. Aynı zamanda oksijenle temas ettiği ortamda 25 saatten fazla bozulmadan kalabildiğini bildirmişlerdir. Taylor ve Kung (2002) *L. buchneri* + enzim kullandıkları mısır silajı ile ilgili çalışmalarında, aerobik süreçte ilk bozulan grubun 47 saat sonra kontrol grubu olduğunu belirlerken, son bozulan grubun da *L. buchneri* [miktarlarına göre sırasıyla 6.6×10^5 kob/g (400 saat), 10^6 kob/g (371 saat) ve 5×10^5 kob/g (333 saat)] olduğunu bildirmişlerdir. Kleinschmit vd. (2005) mısır silajıyla yaptıkları çalışmada aerobik dayanıklılık süresini kontrol grubuna göre (39), *L. buchneri* 11A444 ve *L. buchneri* 40788 kullanılan silajlarda (sırasıyla 139 ve 45 saat) daha yüksek olarak bulmuşlardır. Kleinschmit ve Kung (2006) meta-analiz yöntemi kullandıkları 43 çalışmanın sonucunu değerlendirerek kontrol grubu ve *L. buchneri*'nin ($\leq 10^5$ ve $>10^5$ kob/g TM) iki farklı dozu olmak üzere üç farklı kategoride toplamışlardır. Araştırmacılar, *L. buchneri*'nin mısır silajının aerobik stabilitesini yükselttiğini bildirerek, silajların bozulmadan kalabilecekleri sürenin uzunluğunu kontrol, $\leq 10^5$ kob/g ve $>10^5$ kob/g gruplarında sırasıyla 25, 35 ve 503 saat olarak bulmuşlardır. Danner, Holzer, Mayrhuber ve Braun (2003) yaptıkları aerobik stabilite testi sonunda, mısır silajının pH'sını kontrol grubuna (3,81) göre *L. buchneri* 218 gruplarında (4,11) yüksek bulmuşlar ve AA içeriklerinin ise (sırasıyla 16,5 ve 55,5 g/kg KM) arttığını saptamışlardır, silajların aerobik stabilite süresini kontrol grubuna (40 saat) göre *L. buchneri* 218 grubunda (274 saat) daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar, silajların

bozulmadan 100 saat boyunca kalabilmeleri için gerekli AA miktarını 50 g/kg KM olması gerektiğini bildirmişleridir. Filya vd. (2006), yaptıkları çalışmada kontrol grubuna göre CO₂ ve maya miktarı (44,19 g/kg KM, 5,88 kob/g) *L. buchneri* kattıkları grupta (sırasıyla 5,40 g/kg KM, 1,88 kob/g) daha düşük olduğunu bulmuşlardır. Kung vd. (2007), mısır silajıyla yaptıkları çalışmada *L. buchneri* kullandıkları grubunun (73 saat) kontrol grubundan (37 saat) aerobik stabilite olarak daha dayanıklı olduğunu bulmuşlardır, mısır silajında *L. buchneri* 'nin (sırasıyla 5,63–5,51 kob/g) kontrol grubuna (sırasıyla 6,05–7,29 kob/g) göre maya ve küf gelişimini engellediğini de belirlemişlerdir.

Silaj yapımında organik asit kullanımı ise çok uzun yıllara dayanmaktadır. Organik asit temeline dayalı silaj katkı maddeleri katıldıkları silajların pH'larını çok kısa sürede düşürerek silo içerisinde asidik bir ortam oluşturarak silajlardaki maya ve küf gelişimini engelleyerek aerobik bozulmayı önlemektedirler. Bununla birlikte silajlarda bozulmaya neden olan mikroorganizmaların çoğalmasını önleyerek silajların aerobik stabilitelerini arttırmak amacıyla katkı maddeleri olarak kullanılmaktadır (Koç, Coşkuntuna, Özdüven ve Coşkuntuna, 2010). Aynı zamanda organik asitler silolama esnasında silajlardaki ısınmayı engelleyerek proteinlerin parçalanmasını önlemekte böylece silajların NH₃-N konsantrasyonlarını düşürmektedirler (Rooke, Maya, Arnold ve Armstrong, 1988; Polan, Stieve ve Garrett, 1998; Winters, Fychan ve Jones 2001; Filya ve Sucu, 2003). Silolama sırasında 0,5-2 kg/ton organik asit ilavesinin aerobik stabiliteyi geliştirdiği bildirilmiştir (Güçlü ve Kara, 2010; Koç, Coşkuntuna, Özdüven, Coşkuntuna ve Şamlı 2009). Woolford (1975)' un yaptığı çalışmada PA'in pH 5-6 arasında clostridia, bacillus türleri ve gram negatif bakterilerini engellemede daha etkili olduğunu bildirmiştir. PA ve *Lactobacillus plantarum* + *Enterococcus faecium* karışımı inokulant kullanılan çalışmada, en düşük pH (5,1), *Lactobasilli* (7,6 kob/g) maya ve küf 7,0 kob/g içeriği ile en yüksek SÇK ve LA içeriğinin PA'te görüldüğü bildirilmiştir (Sebastian, Phillip, Fellner ve Idziak, 1996). Mısır silajına propiyonik asidin 3 farklı (%0,1, 0,2, ve 0,3) konsantrasyonu katıldığı çalışmada, kontrol grubuna (35,3 saat) göre %0,2 PA ilavesinin (56 saat) aerobik stabilite için etkili olduğu belirtilmiştir (Kung vd., 2000). Filya (2003), mısır silajıyla yaptığı çalışmada propiyonik asit (3,7-0,8 kob/g) ilavesinin kontrol grubuna (5,3-3,8 kob/g) göre daha az maya ve küf içerdiğini bildirmiştir.

1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada, organik asit ve inokulant ilavesinin yeniden silolanan mısır silajlarının kalite ve aerobik stabilitesi üzerine olan etkileri incelenmiştir. Ayrıca araştırma kapsamında

mısır silajlarının yeniden silolanması sırasında, farklı ortam sıcaklığı ve oksijene maruz kaldığı sürenin silaj kalitesi ve aerobik stabilite açısından bir değerlendirilmesi yapılmıştır.



2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

2.1.1 Silaj Materyali ve Silajların Hazırlanması

Çalışmanın bitkisel materyalini Tekirdağ ili Osmanlı köyünde II. ürün olarak yetiştirilen (DKC6777) mısır silajı oluşturmuştur. Fermantasyonun 150. gününde açılan toprak üstü silodan yaklaşık 120 kg örnek alınarak, laboratuvara ortamına getirilmiştir. Daha sonra materyaller temiz bir örtü üzerine serilip, tüm yüzeyleri havaya maruz bırakılmış ve 3 muamele grubuna bölünmüştür. Muamele grupları 1- Kontrol, 2- *Lactobacillus buchneri* (LB) 3- Organik Asit (OA)'ten oluşturulmuştur. Yeniden silolama süresinin etkisini ortaya koyabilmek amacı her bir muamele grubu kendi içerisinde alt muamele gruplarına ayrılarak oksijene maruz kaldığı sürenin 0, 6., 12. ve 24. saatinde (24 °C ve 30 °C sıcaklıkta) tekrar silolanarak 60 gün süre ile laboratuvar koşullarında fermantasyona tabi tutulmuştur. Her bir muamele grubunda 5 paket silajın yapıldığı çalışmada toplam 60 adet paket silaj yapılmıştır. Örneklerin vakumlanarak paketlenmesi amacıyla Şekil 3.1'de gösterilen CAS CVP 260 PD marka vakum makinesi kullanılmıştır.



Şekil 2.1. Vakum makinesi

2.1.2 Katkı Maddeleri

LB: Heterofermantatif LAB inokulantı (NCIMB 40788-CNCM I-4323; Lalsil AS, Lallemand Inc., Canada). *Lactobacillus buchneri* içermekte olup firma önerisi doğrultusunda silajlara 3×10^8 kob/g olacak şekilde ilave edilmiştir.

OA: Propiyonik asit temeline dayalı bir koruyucu olup (KOFA®): Üretici firmanın bildirdiğine göre ürün bileşiminde 507.000 mg/kg propiyonik asit, 240.000 mg/kg sodyum propiyonat, 20.000 mg/kg sorbik asit, 20.000 mg/kg propandiol ve %25 su içermektedir. Silajlara %1,5 düzeyinde katılmıştır.

2.2 Yöntem

Araştırmada silaj örneklerinde yeniden silolamanın başlangıcında ve tekrar silolamanın 60. gününde kimyasal ve mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir.

2.3 Kimyasal Analizler

2.3.1 Kuru Madde

Kuru madde (KM) için kullanılacak porselen krozeler $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'lik etüvden çıkarılarak desikatöre koyulmuştur, oda sıcaklığına gelen porselen krozeler tartılarak (B) ağırlıkları kaydedilmiştir. (A). Porselen krozelerin içerisine yaklaşık 4-6 gram silaj örneklerinden (A) koyularak bir gece boyunca $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de etüvde bekletilmiştir. Kurutma işleminin sonunda silaj örnekleri içeren krozenin tartımı yapılmıştır (C). Silajların KM içerikleri aşağıdaki formül (3.1) kullanılarak belirlenmiştir (AOAC, 1990).

$$\%KM = (100 - \%Nem) \quad (3.1)$$

$$\%Nem = \frac{(A + B) - (C)}{B \times 100}$$

KM: Kuru madde (%),

B: Kroze darası (g),

A: Yem miktarı (g),

C: Kurutma sonrası yem + kroze darası (g)

2.3.2 Ham Protein

Kjeldahl yöntemine göre; silaj örnekleri derişik sülfürik asit (H_2SO_4) ile yakılmasıyla içinde bulundurduğu azotu (N) amonyum sülfata daha sonra da amonyağa dönüştürür. Titrasyon ile birlikte amonyak içinde bulunan azot miktarı tespit edilir ve hesaplamalar ile HP oranı hesaplanır (AOAC, 1990).

Kullanılan Kimyasallar:

1. %98 lik azot içermeyen H_2SO_4
2. %40 lık azot içermeyen NaOH
3. %2-4 lük H_3BO_3 (borik asit)
4. Katalizör tablet (3,5 g K_2SO_4 , 0,0035 g Se)
5. İndikatör (Methylred, Bromocresol Green)
6. 0,1 N HCL

Ham protein analizi 3 bölümden oluşmaktadır. Bunlar;

I. Yaş yakma

II. Destilasyon

III. Titrasyon

2.3.2.1 Yaş Yakma

0,5-1,0 g kuru silaj materyali tartılarak Kjeldahl tüpüne konduktan sonra tüpe 1 adet katalizör tablet ve üzerine 15 ml H_2SO_4 eklenmiştir. Tüplerden bir tanesine ise sadece numune koymadan gerekli kimyasallar konularak kör deneme yapılmıştır. Kjeldahl tüpleri işlem sonucu oluşan sıvı açık yeşil renk alıncaya kadar yaklaşık 90 dakika boyunca $385\text{ }^\circ\text{C}$ 'de yakılmıştır.

2.3.2.2 Destilasyon

Öncelikle erlenmayerlere 25 ml %4' lük borik asit konulmuştur. Destilasyon ünitesinin gerekli kimyasalları ve saf suyu kontrol edildikten sonra kjeldahl tüpüne 8 saniye NaOH gelecek şekilde ve destilasyon ünitesi 350 saniye ayarlanarak destilasyon ünitesi çalıştırılmıştır. Öncelikle üitedeki hortumların gerekli kimyasallarla doldurmak için üniteye boş Kjeldahl tüpü ve erlenmayer konularak düzenek bir sefer boş olarak çalıştırılmıştır. Daha sonra yaş yakma yaptığımız tüpler önce kör denemeden başlayarak tek tek destilasyona tabi tutulmuştur. Tüp içerisindeki sıvı atık toplama tankına boşaltılmış, erlenmayerler ise titrasyon işlemi için alınmıştır.

2.3.2.3 Titrasyon

Destilasyon ünitesinden alınan erlenmayerler otomatik bürette 0.1N HCL ile yeşil renkten açık pembe renk oluncaya kadar titre edilmiştir. Titrasyonda kullanılan HCL miktarı kaydedilmiştir.

Bulunan rakamlar (HCl miktarı ve kör deneme miktarı) protein analiz formülünde yerlerine yazılarak silajdaki yüzde protein oranı hesaplanmıştır (3.2).

$$\% \text{Protein} = \frac{(T) \times (U) \times (n) \times (f_{\text{HCL}}) \times (100)}{(A) \times (1000) \times (fp)} \quad (3.2)$$

T: 14,007 (Azotun atom ağırlığı)

U: Kullanılan HCl (ml)

n: HCl'nin normalitesi (0,1)

fHCL: 0,1 N HCl'nin faktörü

fp: Proteine çevirme faktörü (6,25)

A: Tartılan yem miktarı

2.3.3 Ham Kül

Boş porselen krozeler ham kül (HK) fırınına alınarak 550 °C'de 2 saat bekletilmiş ve steril hale getirilmiştir. Daha sonra desikatöre alınarak soğutulmuştur. Hassas terazide darası alınarak (B), içerisine 4-6 g yem (A) materyali tartılmıştır (A₁). Silaj örnekleri tekrar HK fırınına koyularak 550 °C'de en az 5 saat boyunca yakılmaya bırakılmıştır. Yakma işleminden sonra desikatöre alınan krozeler soğutulmuş ve hassas terazide tartımları yapılmıştır (A₂). Gerekli hesaplamalar (3.3) yapıldıktan sonra silaj örneklerinin yüzde ham kül içeriği bulunmuştur (AOAC, 1990).

$$\% \text{HK} = \frac{(A_1 - B) - (A_2 - B)}{A} \times 100 \quad (3.3)$$

HK: Ham Kül (%),

B: Kroze darası (g),

A: Yem miktarı (g),

A₁: Kroze darası + yem miktarı (g),

A₂: Kurutma sonrası yem + kroze darası (g)

2.3.4 Ham Yağ

Silajların ham yağ (HY) içeriklerini belirlemek amacıyla, örnekler eter ile ekstrakte edilmiş ve sonrasında elde edilen ekstrakt HY olarak tespit edilmiştir. Yem örnekleri, öncesinde kurutulup darası alınmış olan ve kurutma kağıdından yapılan külahlar içerisine (B) en az 5 gram olacak şekilde tartılmıştır. Bir gece 95 °C sıcaklıktaki etüvde bekletilmiştir. Daha sonra etüvden alınarak külah + yem örnekleri desikatörde soğutulmaya bırakılmıştır. Hassas terazi de külah + yem örnekleri tartılarak (A₁) soxleth cihazına yerleştirilmiştir. Sonrasında cihaz 60 °C sıcaklığa ayarlanıp çalıştırılmıştır. Ekstraksion işlemi en az 7 saat sürecek şekilde devam etmiştir, alınan örnekler (yem örnekleri + külah) etüvde bir gece bekletildikten sonra desikatörde soğutulup tekrardan tartımları yapılmıştır (A₂). Elde edilen sonuçlar aşağıda gösterilen formülde (3.4) yerine konularak, yem materyallerinin HY içeriği % olarak hesaplanmıştır.

$$\%HY = \frac{A_1 - A_2}{A_1 - B} \times 100 \quad (3.4)$$

HY: Ham Yağ (%),

B: Kurutma kağıdının darası (g),

A₁: Ekstaksion öncesi Külah + Yem miktarı (g),

A₂: Ekstaksion sonrası Külah + Yem miktarı (g)

2.3.5 Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif

Nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) analizi, hücrenin çözünebilir materyalinin sodyum lauryl sülfat içeren nötral çözücü ile kaynatılarak ekstraksiyonundan sonra hücre duvarı bileşenlerinin filtrasyon aracılığı ile ayrılması temeline dayanır. 1 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş silaj örneklerinden 0,5-1 g beherlere tartılmıştır. Büyük bir beher içerisine sırasıyla oda sıcaklığındaki 100 ml nötral çözücü solüsyonuna 93 g EDTA ve 34 g sodyum tetra borat tartılmıştır. Bir miktar saf su ilave edilerek manyetik karıştırıcıda çözdürülmüştür. Bu çözelti üzerine 150 g sodyum lauryl sülfat ve 50 ml 2-etoksietanol ilave edilmiştir. İkinci bir cam beher içerisine 22.8 g susuz di sodyum hidrojen sülfat tartılarak, bir miktar saf suda çözdürülmüştür ve ilk çözelti içine aktarılmıştır ve 5 litreye seyreltilmiştir. Çözelti pH'sının 6,9-7,1 arasında olduğu kontrol edilmiştir. Birkaç damla dekalın, 0,5 g sodyum sülfat katılmış ve geri soğutucuya takılmıştır. Çözelti hızla kaynama durumuna getirilmiş ve kaynamaya başladığından itibaren bir saat bekletilmiştir. Darası alınmış cam krezeler yardımıyla süzme

işlemine tabi tutulmuş ve hiç köpük kalmayacak şekilde sıcak saf su ile yıkanmıştır. Kalıntı iki kere 10 ml asetonla yıkanmıştır. Cam krozeler daha sonra etüvde 105 °C sıcaklıkta bir gece bekletilmiştir. Son olarak desikatörde soğutulan cam krozeler tartılarak aşağıdaki formül (3.5) ile hesaplanmıştır (Close ve Menke, 1986).

$$\text{NDF} \left(\frac{\text{g}}{\text{kg}} \text{KM} \right) = \frac{\text{C} - \text{B}}{\text{A}} \times 1000 \quad (3.5)$$

NDF: Nötral deterjanda çözünmeyen lif (g/kg, KM),

C: NDF içeren kuru cam krozenin ağırlığı (g),

B: Kroze darası (g),

A: Yem miktarı (g)

2.3.6 Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif

Asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) analizinde, silaj örneği cetil trimetil amonyum bromidin (CTAB)-H₂SO₄ solüsyonu ile kaynatılarak, filtrasyon sonrasında başlıca lignoselüloz ile silikadan oluşan ve ADF olarak adlandırılan çözünmeyen materyal kalır. 1 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş numuneden 0.5-1 g kadar behere tartılmıştır. 100 ml soğuk H₂SO₄-CTAB solüsyonu (100 g CTAB 5 litre 1 N H₂SO₄ içerisinde çözülür, gerekirse filtre edilir) ve birkaç damla dekalin ilave edilerek ısıtıcıya koyulmuştur. Çözelti hızla kaynama durumuna getirilmiş ve kaynamaya başladığından itibaren bir saat bekletilmiştir. Darası alınmış cam krozeler yardımıyla filtre edilmiştir. Cam kroze içerisindeki kalıntı sıcak su ile hiç köpük kalmayna kadar yıkanmıştır. Kalıntı iki kere 10 ml asetonla yıkanmıştır. Cam krozeler daha sonra etüvde 105 °C sıcaklıkta bir gece bekletilmiştir. Son olarak desikatörde soğutulan cam krozeler tartılarak aşağıdaki formül (3.6) ile hesaplanmıştır (Close ve Menke, 1986).

$$\text{ADF} \left(\frac{\text{g}}{\text{kg}} \text{KM} \right) = \frac{\text{C} - \text{B}}{\text{A}} \times 1000 \quad (3.6)$$

ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif (g/kg, KM),

C: ADF içeren kuru cam kroze ağırlığı (g),

B: Kroze darası (g),

A: Yem miktarı (g)

2.3.7 Asit Deterjanda Çözünmeyen Lignin

Yem örneklerine ait asit deterjanda çözünmeyen lignin (ADL) içeriği, ADF analizinde kullanılan örnekler üzerinden yapılan analiz ile birlikte belirlenmiştir. ADF analizi sonrası cam krozeler küçük beherler içine koyularak üzerlerine %72'lik H₂SO₄ eklenmiş ve 3 saat boyunca bekletilmiştir. Sonrasında krozelerin içindeki kalıntılar pH nötr oluncaya kadar saf su ile yıkanmıştır. Daha sonra, etüvde 105°C'de bir gece boyunca bekletilmiştir. Etüvden alınan örnekler soğutulularak hassas terazide tartımları yapılmış, elde edilen sonuçlar aşağıdaki formülde (3.7) yerine konularak, yem materyallerinin ADL içeriği hesaplanmıştır (Van Soest, Robertson ve Lewis, 1991).

$$\text{ADF} \left(\frac{\text{g}}{\text{kg}} \text{KM} \right) = \frac{C - B}{A} \times 1000 \quad (3.7)$$

ADL: Asit deterjanda çözünmeyen lignin (g/kg, KM),

B: Kroze darası (g),

A: Yem miktarı (g),

C: ADL içeren kuru cam kroze ağırlığı (g)

2.3.8 pH Analizi

Silaj örneklerinde, pH ölçümleri için beherlere 50 g yem örnekleri tartılarak üzerlerine 125 ml saf su ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 1 saat süre ile çalkalanarak bekletilmiştir. Daha sonra örnekler filitre kağıtları ile süzülüş ve elde edilen süzüklerde pH metre ile okuma yapılmıştır (Anonim, 1986).

2.3.9 Laktik Asit

Silaj örneklerinde LA miktarları Koç ve Coşkuntuna (2003)'nın bildirdikleri spektrofotometrik yöntem ile bulunmuştur. Derin dondurucuda -20°C'de saklanan örnekler analizin yapılacağı gün çıkartılarak oda sıcaklığında çözünmeye bırakılmıştır. Çözündürülen örnekler daha sonra 1:100 oranında seyretilmiştir. Seyreltilen örneklerden otomatik pipet yardımıyla 1 ml sıvı tüplere aktarılmış üzerine 0,1 ml bakır sülfat (5g CuSO₄/100 ml saf su) ile 6 ml %98'lik H₂SO₄ ilave edilmiştir. Hazırlanan tüpler 30 saniye vortekste karıştırıldıktan sonra 5 dakika soğuk küvette bekletilerek soğumaya bırakılmıştır. Bu süre sonunda tüplerin içine 0,1 ml parahidroxy biphenol (%0,5 NaOH/1000 ml saf su +2,5 g PHBP) eklenerek, tüpler 30 saniye

tekrar vortekste karıştırılmış ve 10 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra tüpler 90 saniye boyunca kaynar su içerisinde daldırılmış ve zaman kaybetmeden buzlu su dolu küvetin içine koyulmuştur. Soğuduktan sonra spektro küvetlerine aktarılarak 565 nm dalga boyunda spektrofotometre cihazında okunmuştur.

2.3.9.1 Standart Eğrinin Oluşturulması

500 ml saf su içerisinde 213 mg lityum laktat çözündürülmüş ve üzerine 0.5 ml %98'lik H₂SO₄ ilave edilmiştir (400 µg/ml). Elde edilen çözelti, önce 1:9 (40 µg/ml) daha sonra 1:1 (20 µg/ml, stok çözelti) oranında seyreltilerek kullanılmıştır. Daha sonra stok çözülden 2,5, 5,0, 10,0, 15,0 µg/ml lityum laktat içecek şekilde tüplere aktarılmıştır. 1 ml seyreltik bulunan tüplerin üzerine 0,1 ml bakır sülfat (5g CuSO₄/100 ml saf su) ile 6 ml %98'lik H₂SO₄ ilave edilmiştir. Hazırlanan tüpler 30 saniye vortekste karıştırıldıktan sonra 5 dakika soğuk küvette bekletilerek soğumaya bırakılmıştır. Bu süre sonunda tüplerin içine 0,1 ml parahidroxy biphenol (%0,5 NaOH/1000 ml saf su +2,5 g PHBP) eklenerek, tüpler 30 saniye tekrar vortekste karıştırılmış ve 10 dakika oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra tüpler 90 saniye boyunca kaynar su içerisinde daldırılmış ve zaman kaybetmeden buzlu su dolu küvetin içine koyulmuştur. Soğuduktan sonra spektro küvetlerine aktarılarak 565 nm dalga boyunda spektrofotometre cihazında okunmuş ve standart eğri Microsoft Excel bilgisayar programında oluşturulmuştur.

2.3.9.2 Hesaplama

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

2.3.10 Suda Çözünebilir Karbonhidrat

Silajların SÇK miktarını belirlemede fenol-sülfirik asit metodu ile belirlenmiştir (Dubois, Giles, Hamilton, Rebes ve Smith, 1956). Analizde silaj örnekleri 1:9 oranında saf su ile seyreltikten sonra, içerisinde 1 ml saf su olan tüplerin içerisine aktarılmıştır, daha sonra tüplerin içine 0.15 ml %80'lik fenol (C₆H₅OH) ile 5 ml %98'lik H₂SO₄ eklenerek 30 saniye vortekste karıştırılarak homojenize edilmiştir. Tüplerin soğuması için 15 dakika buz dolu küvet içerisinde beklenildikten sonra spektro küvetlerine aktarılarak 490 nm dalga boyunda spektrofotometre cihazında (Shimadzu, UV Mini 1240) okunmuştur. Microsoft Excel programı kullanılarak oluşturulan standart eğri aracılığı ile seyreltilmiş silaj örneklerinin değerleri belirlenmiştir. Bu değerler, seyreltim katsayısı (10) ile çarpılarak örneklerdeki SÇK içerikleri

bulunmuştur. SÇK içerik değerleri, örneklerin KM miktarlarına bölünüp 100 ile çarpılmış ve silaj örneklerinin KM bazında SÇK içerikleri (%) hesaplanmıştır.

2.3.11 Amonyak Azotu

Silaj örneklerinde NH₃-N miktarı mikro distilasyon yöntemine göre yapılmıştır. Beher içerisine 20 g silaj örneği tartılarak üzerine 100 ml saf su ilave edilmiş ve 1 saat süre ile çalkalanarak oda sıcaklığında bekletilmiştir. Daha sonra süzülerek elde edilen ekstraktta mikro distilasyon metodu ile NH₃-N miktarı saptanmıştır (Anonim, 1986)

2.3.12 Organik Asitlerin Belirlenmesi

Açılan torbalardan 20 g mısır silajı alınarak üzerine 180 mL steril su (1:9) ilave edilmiştir. Çalkalama cihazında (IUL Instruments, Barcelona, Spain) 3 dakika boyunca çalkalandıktan sonra Whatman No 54 (International Ltd. Maidstone, England) filtre kağıdı ile süzölmüş ve süzük dakikada 6000 devir hızında olmak üzere 20 dakika süreyle santrifüj (Sigma, 6K 15, Germany) edilmiştir. Elde edilen süpernatant viallere aktarılmış ve analizlerin yapılacağı zamana kadar -20°C' sıcaklıkta derin dondurucuda saklanmıştır. Silaj örneklerinin organik asit konsantrasyonları, gaz kromatografisinde (Agilent Technologies 6890N Network GC System, 7683 B Series Injector, China) kapillar kolon (Stabilwax®-DA; Crossbond "Carbowax"-PEG asidik bileşikler için, 30 m, 0.25 mm ID, 0.25µm df, maksimum program sıcaklığı 260 °C) kullanılarak belirlenmiştir. Analizler sırasında 15 kromatografinin fırını 100 °C sıcaklıkta 5 dakika, ardından 10 °C/dakika artışla 160 °C sıcaklıkta 2 dakika ve son olarak 80 °C/dakika artışla 5 dakika bekleme şeklinde programlanmıştır. Örnekler gaz kromatografi cihazına enjekte edilmeden önce, 1 mL'lik viole konulan UYA standardı (Spelco™ WSFA-2 Mix Sigma-Aldrich Co otomatik örnekleyici bölümüne yerleştirilerek okunmuş ve bilgisayarda çeşitli pikler elde edilmiştir. Örneklerin organik asit bileşimleri AA, BA ve PA analizleri konsantrasyonları standart kromatogramdan alınan piklere göre belirlenmiştir (Supelco, 1998).

2.3.13 Silajların Kuru Madde Kayıplarının Belirlenmesi

Silajların kuru madde kayıpları (KMK) değeri, 60. günde torbalarında hesaplanan silaj KM'si ağırlığının, tekrar silolama öncesi konulan silaj materyalin KM ağırlığına oranlanması ile hesaplanmıştır (Kleinschmit ve Kung, 2006).

2.3.14 Mikrobiyolojik Analizler

Çalışmada silaj örneklerinde laktik asit bakterileri (LAB), maya ve küf yoğunluklarının saptanmasına yönelik analizler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 10 g'lık yem örnekleri peptonlu su aracılığı ile 2 dakikadan fazla olmak koşulu ile karıştırılıp mikroorganizmaların mümkün olduğu ölçüde materyalden ayrılması sağlanmıştır. Elde edilen stok materyalden logaritmik seride dilüsyonlar hazırlanarak 1 saati aşmayan zaman aralığında ekim işlemleri yapılmıştır. Laktik asit bakterileri için besi ortamı olarak MRS Agar, maya ve küf besi ortamı için Malt Ekstrakt Agar kullanılmıştır. Örnekler için LAB sayımları 30 °C'de 3 günlük, maya ve küfler için ise 30 °C de 5 günlük sıcaklıkta inkübasyon dönemlerini takiben gerçekleştirilmiştir (Seal vd., 1990).

Örneklerde saptanan LAB, maya ve küf sayıları logaritma koliform üniteye (kob/g) çevrilmiştir.

2.3.15 Aerobik Bozulmaya Dirence İlişkin Analizler

Tekrar silolamanın 60. gününde açılan silajlar 7 gün süre aerobik stabilite testine tabi tutulmuşlardır (Ashbell, Weinberg, Azriel, Hen ve Horev, 1991). Araştırmada, aerobik stabilite testinin uygulanması için 1 atm ve 25 °C de 24 saatteki CO₂ geçirgenlik oranı 15-25 ml /mil/254 m olan sabit, aşınmaya dirençli gaz sızdırmaz özellikteki 1.5 L' lik polietilen (PET) şişeler kullanılmıştır. Polietilen şişeler kapak tarafı 0,5 litre, taban tarafı ise 1 litre olacak şekilde ikiye kesilmiştir. Daha sonra 1 L'lik taban kısmına 100 ml %25'lik KOH koyulmuştur. Şişenin kesilen diğer kısmına (500 ml kısım) 250- 300 g silaj örneği koyulmuştur. Kapak kısmı aşağıya bakacak şekilde kesilen polietilen şişenin diğer parçasının içine yerleştirilmiştir. Hazırlanan bu test düzeneği oda sıcaklığında 7 gün boyunca tutulmuştur. KOH çözeltisinin absorbe ettiği CO₂ miktarı 0,1 N HCL çözeltisi ile titrasyon yapılarak aşağıdaki formülle (3.8) hesaplanmıştır.

$$CO_2 = \frac{0.044 \times T \times V}{A \times TM \times KM} \quad (3.8)$$

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),

Aerobik stabilite döneminde silaj örneklerindeki sıcaklık değişimleri ve ortam sıcaklığı 30 dakikada bir 7 gün süreyle (hobo pentant data logger) takip edilmiştir (Chen, Stokes ve Wallace, 1994).

2.3.16 İstatiksel Analizler

Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde, gruplar arası farklılığın belirlenmesinde tek yönlü varyans analizi, grup etkilerinin karşılaştırmasında ise Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Efe, Bek ve Şahin, 2000).



3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

3.1 Başlangıç Materyaline İlişkin Analizler

Mısır silajının yeniden silolama öncesi kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Tekrar silolama öncesi mısır silajının kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları

Kimyasal Kompozisyon	Değer
pH	3,74
KM, g/kg	244,6
HP, g/kg KM	68,3
HY, g/kg KM	34,2
HK, g/kg KM	62,0
HS, g/kg KM	205,3
NDF, g/kg KM	444,8
ADF, g/kg KM	228,2
ADL, g/kg KM	23,7
SÇK, g/kg KM	4,49
NH ₃ -N, g/kg KM	0,72
LA, g/kg KM	11,03
AA, g/kg KM	1,70
PA, g/kg KM	0,08
BA, g/kg KM	0,00
Mikrobiyal Kompozisyon	
LAB, kob/g KM	4,09
Maya, kob/g KM	4,62
Küf, kob/g KM	0

KM: Kuru madde, TM: Taze materyal, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, HK: Ham kül, HS: Ham selüloz, NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin; SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat, NH₃-N: Amonyak azotu, LA: Laktik asit, AA: Asetik asit, PA: Propiyonik asit, BA: Bütrik asit, LAB: Laktik asit bakterileri, kob: koloni oluşturan birim

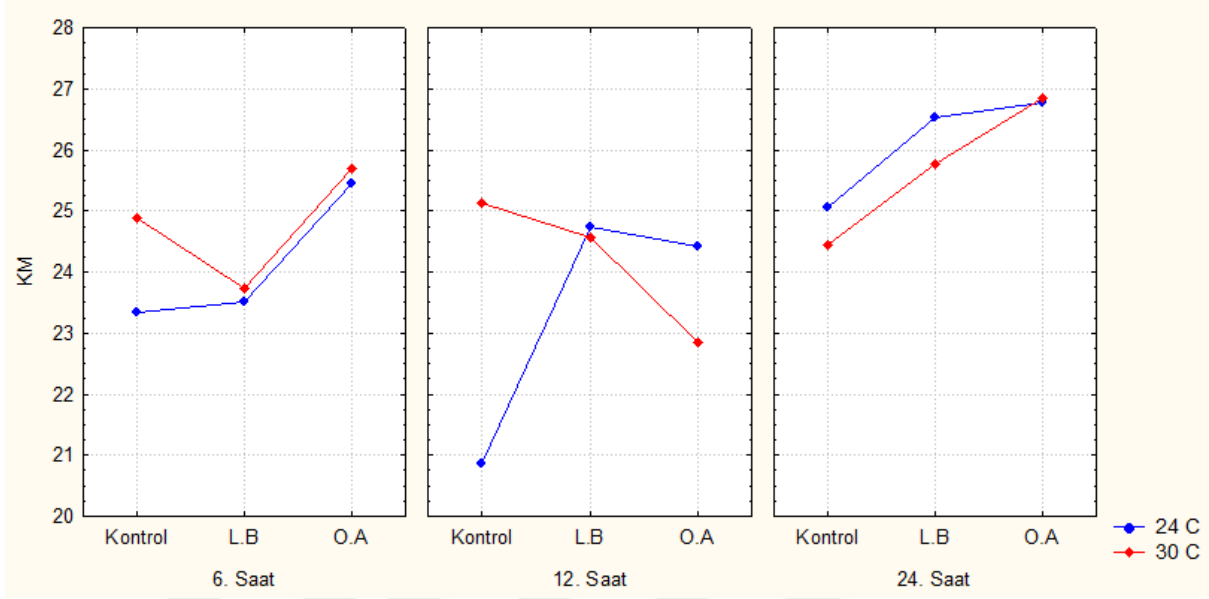
3.2 Mısır Silajlarının Tekrar Silolama Sonrası Değerleri

3.2.1 Mısır Silajlarının Tekrar Silolama Sonrası Ham Besin Madde ve Hücre Çeperi İçerikleri İle İlgili Bulgular

Mısır silajının yeniden silolama sonrası ham besin madde ve hücre çeperi içeriklerine ilişkin analiz sonuçları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Silajların yeniden silolama öncesi KM değeri 244,6 g/kg olarak tespit edilmiş, silolama süresi sonunda silajların KM değerleri (208,7-268,6 g/kg KM) arasında değişim göstermiştir. Silajların tekrar silolama öncesi oksijene maruz kaldığı süreye, bağlı olarak KM değerleri artmıştır (P<0.000). Silajların silolama sıcaklığı (P>0.434) ve katkı ilavesi (P>0.346) KM değeri üzerinde istatistiki anlamda bir fark yaratmamış, ancak KM değeri üzerine Sıcaklık*Katkı (P<0.073), Katkı*Süre (P<0.036), Sıcaklık*Katkı*Süre interaksyonunun etkisi önemli bulunmuştur (P<0.001; Şekil 3.1). Bu konuda yapılan benzer çalışmalarda, Filya vd.

(2006) ile Kleinschmit ve Kung (2006), Altınçekiç ve Filya (2018) mısır silajlarında KM içeriğini etkilemediğini bildirmişlerdir.



Şekil 3.1. Silajların KM değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği

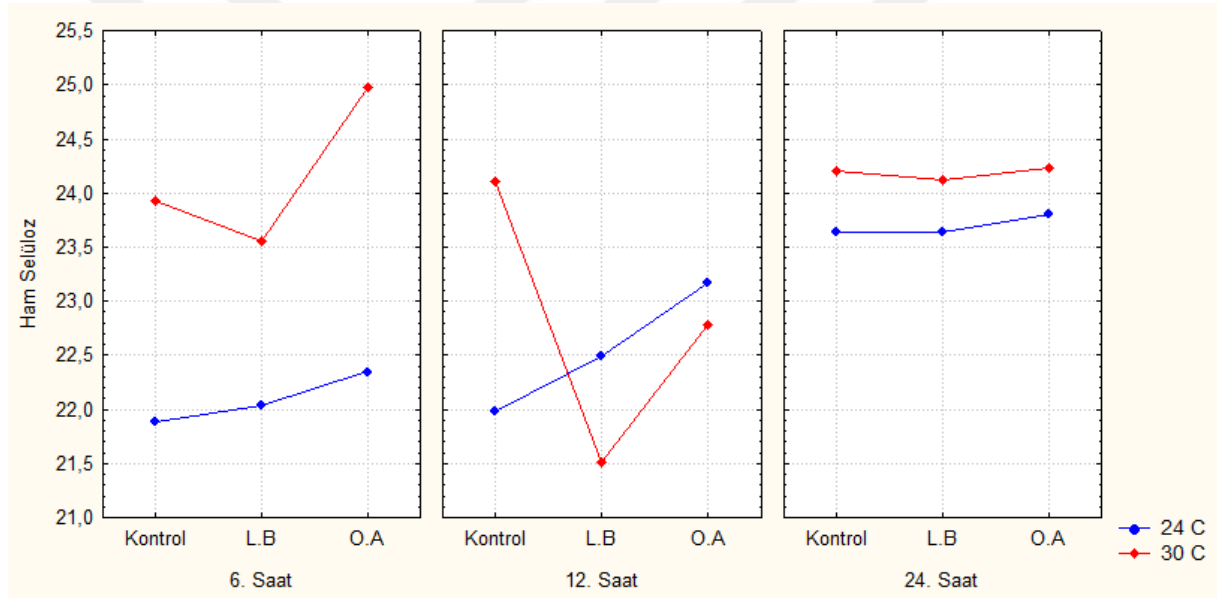
Silajların yeniden silolama öncesi HP değeri 68,3 g/kg KM olarak tespit edilmiş, silolama süresi sonunda HP değerleri (70,7-74,5 g/kg KM) arasında değişim göstermiştir. Silajların HP değeri üzerinde ortam sıcaklığının etkisi önemli bulunmuş, 30 °C silajların HP değeri daha yüksek tespit edilmiştir ($P<0.001$). Bu konuda sorgum silajlarında yapılan bir çalışmada tekrar silolama sonrası silajlarının HP değerinde bir fark tespit edilmemiştir (De Lima vd., 2020).

Silajların yeniden silolama öncesi HY değeri (34,2 g/kg KM) olarak tespit edilmiş, silolama süresi sonunda silajların HY değerleri (24,4-43,1 g/kg KM) arasında değişim göstermiştir. Silajların tekrar silolama öncesi ortam sıcaklığına bağlı olarak HY değerleri artmıştır ($P<0.000$). Silajların silolama süresi ($P>0.886$) ve katkı ilavesi ($P>0.875$) HY değeri üzerinde istatistiksel anlamda bir fark yaratmamış, ancak HY değeri üzerine Sıcaklık*Süre interaksiyonunun etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.000$). Sorgum silajlarında yapılan benzer bir araştırmada silolama öncesi bekleme süresi ve katkı maddesi ilavesinin silajların tekrar silolama sonrası HY içeriğini etkilemediği bildirilmiştir (Dos Anjos vd., 2018).

Silajların yeniden silolama öncesi HK değeri (62,0 g/kg KM) olarak tespit edilmiş, silolama süresi sonunda silajların HK değerleri (37,5-50,7 g/kg KM) arasında değişim göstermiştir. En düşük HK değeri 24 °C’de kontrol grubunda tespit edilirken, en yüksek HK değeri 24 °C OA uygulamasının olduğu silajlarda tespit edilmiştir. Katkı ilavesi silajların HK

içeriklerini değiştirmemiştir. Bu konuda yapılan benzer çalışmalarda, bakteriyel inokulantların mısır silajlarının tekrar silolanması sonrası HK içeriğini etkilemediğini bildirmişlerdir (Michel vd., 2017; Coelho vd., 2018). Silajların tekrar silolama öncesi ortam sıcaklığına bağlı olarak HK değerleri düşmüştür ($P<0.000$). Silajların HK değeri üzerine Sıcaklık*Süre interaksyonunun ise önemli bulunmuştur ($P<0.018$).

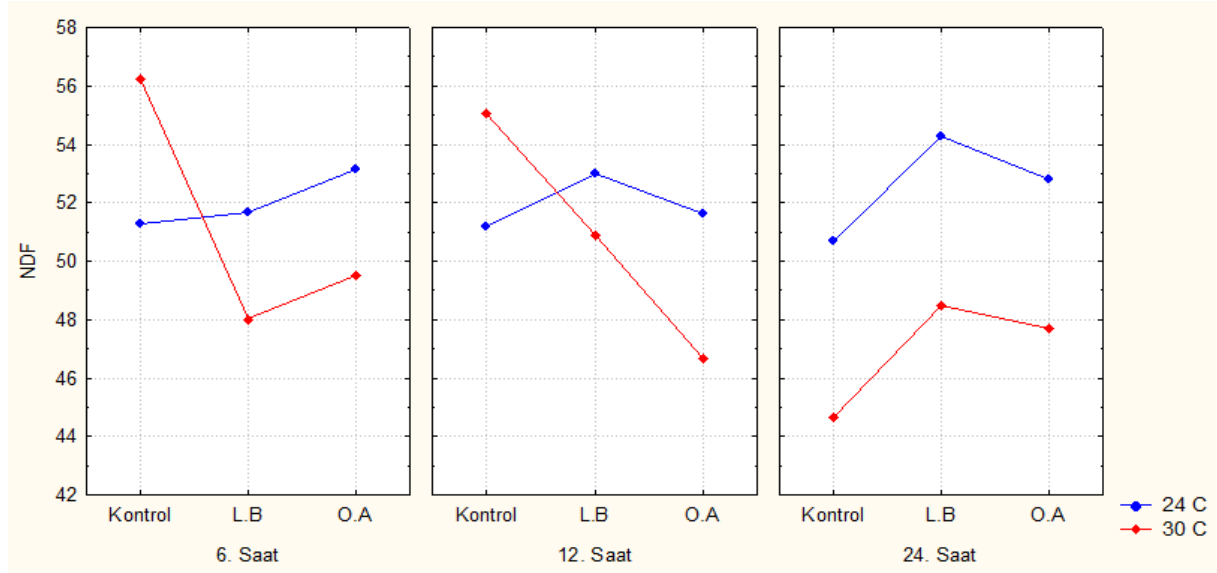
Silajların yeniden silolama öncesi HS değeri (205,3 g/kg KM) olarak tespit edilmiş, silolama süresi sonunda silajların HS değerleri (215,1-249,7 g/kg KM) arasında değişim göstermiştir. Çalışmada silajların tekrar silolama öncesi açıkta kaldıkları süreye ve ortam sıcaklığına bağlı olarak HS değerleri artmıştır ($P<0.001$). Silajların HS değeri üzerine Sıcaklık*Süre interaksyonu ($P<0.001$), Sıcaklık*Katkı*Süre interaksyonu etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.009$; Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Silajların HS değerinin 3 yönlü interaksyon grafiği

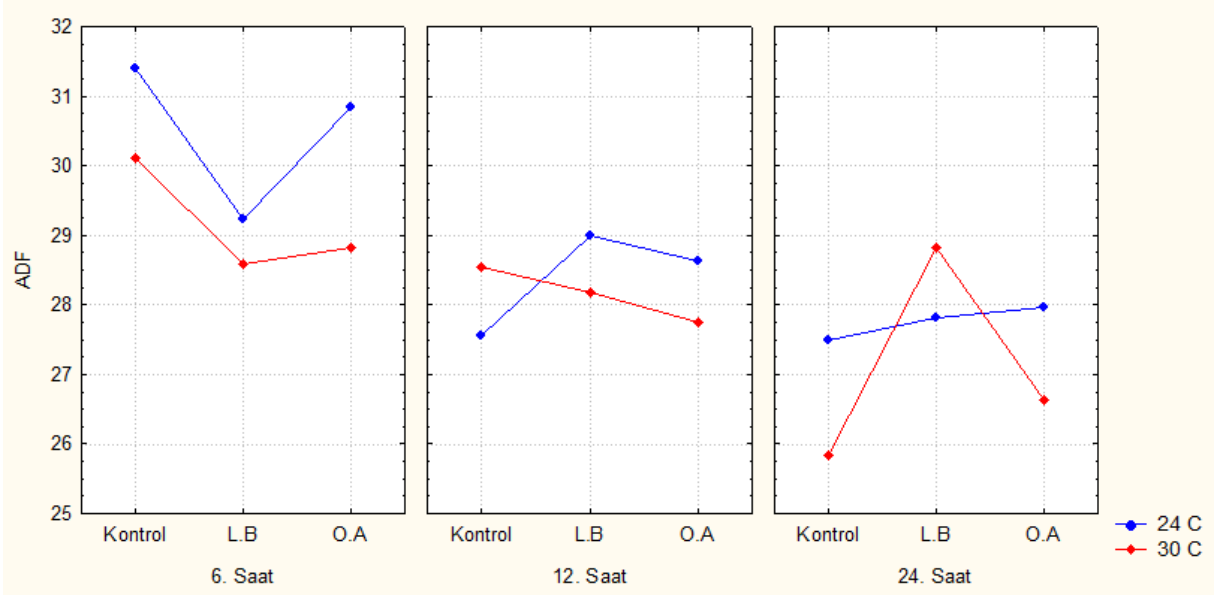
Silajların yeniden silolama öncesi NDF değeri (444,8 g/kg KM) olarak tespit edilmiş, silolama süresi sonunda silajların NDF değerleri (446,5-562,5 g/kg KM) arasında değişim göstermiştir. En düşük ve en yüksek NDF değeri 30 °C’de kontrol grubunda tespit edilmiştir. Silajların tekrar silolama öncesi ortam sıcaklığına bağlı olarak NDF değerleri düşmüştür ($P<0.002$). Silajların NDF değeri üzerine Sıcaklık*Katkı ($P<0.006$), Sıcaklık*Süre ($P<0.011$), Katkı*Süre ($P<0.006$), Sıcaklık*Katkı*Süre interaksyonu önemli bulunmuştur ($P<0.000$; Şekil 3.3). Silajlarının NDF içeriğinde tekrar silolama öncesine göre artış tespit edilmiştir. Bu artışın sebebi mısırın KM içeriğinin düşük olması nedeni ile oluşan KM kayıplarına bağlanabilir. Çünkü silaj da oluşan KM kayıpları hücre duvarı bileşenlerini oransal olarak

arttırabilmektedir (Pahlow, Muck, Driehuis, Elferink ve Spoelstra, 2003; Filya, 2007). Benzer bulgular, Altınçekiç ve Filya, 2018; Michel vd. 2017; Coelho vd. 2018 çalışmasından da elde edilmiştir.



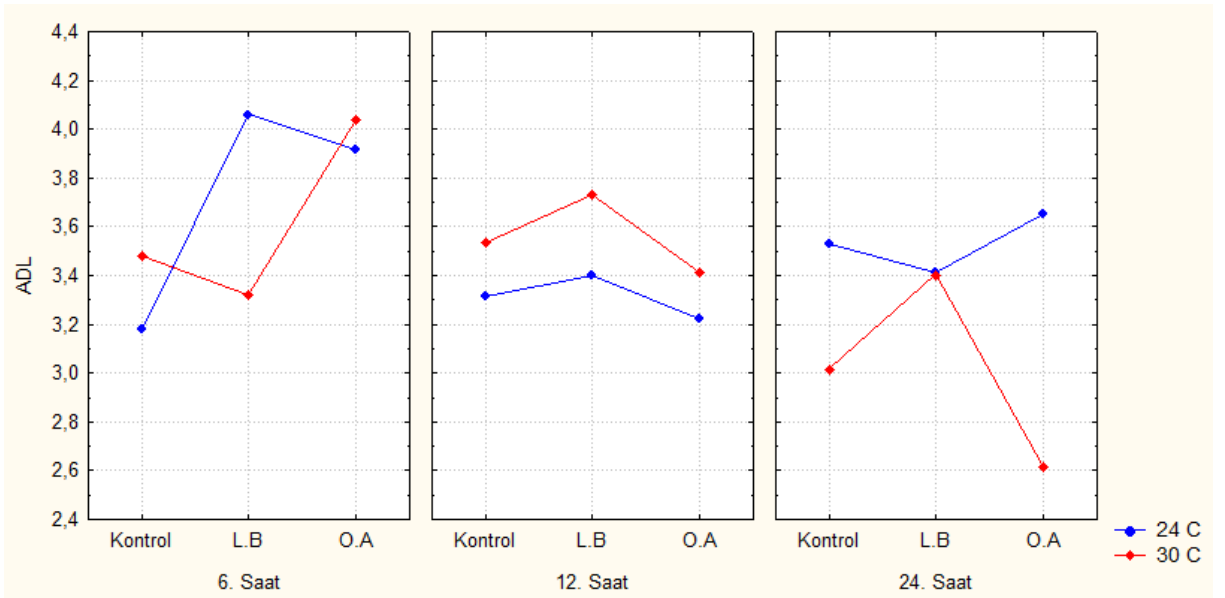
Şekil 3.3. Silajların NDF değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği

Silajların yeniden silolama öncesi ADF değeri (228,2 g/kg KM) olarak tespit edilmiş, silolama süresi sonunda silajların ADF değerleri (258,5-314,1 g/kg KM) arasında değişim göstermiştir. Sorgum silajlarında Dos Anjos vd. (2018) ve mısır silajlarında Coelho vd., (2018), yapılan benzer bir çalışmada inokulant kullanımı ve tekrar silolama öncesi sürenin silajların ADF içeriği üzerine bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir. Bu çalışmada ise, silajların tekrar silolama öncesi açıkta kaldıkları süreye bağlı olarak ADF değerleri düşmüştür ($P<0.001$). Silajların ADF değeri üzerine Sıcaklık*Süre interaksiyonu ($P<0.01$), Sıcaklık*Katkı*Süre interaksiyonunun etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.009$; Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Silajların ADF değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği

Silajların yeniden silolama öncesi ADL değeri (23,70 g/kg KM) olarak tespit edilmiş, silolama süresi sonunda silajların ADL değerleri (26,1-40,6 g/kg KM) arasında değişim göstermiştir. Silajların tekrar silolama öncesi süreye bağlı olarak ADL değerleri düşmüştür ($P < 0.003$). Silajların ADL değeri üzerine Sıcaklık*Süre interaksiyonu ($P < 0.000$), Katkı*Süre ($P < 0.012$), Sıcaklık*Katkı*Süre interaksiyonunun etkisi önemli bulunmuştur ($P < 0.000$; Şekil 3.5). Mısır silajlarında yapılan benzer bir çalışmada inokulant kullanımı ve tekrar silolama öncesi sürenin silajların ADL içeriği üzerine bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Coelho vd., 2018).



Şekil 3.5. Silajların ADL değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği

Çizelge 3.2. Mısır silajlarının tekrar silolama sonrası ham besin madde ve hücre çeperi içerikleri, g/kg KM

Sıcaklık	Katkı	Süre (saat)	KM	HP	HY	HK	HS	NDF	ADF	ADL
24 °C	Kontrol	6	233,4 gh	72,2 a	33,0 c	48,8 ab	218,9 ef	512,7 d-g	314,1 a	31,8 fg
		12	208,7 i	72,0 a	30,9 cd	47,8 a-c	220,4 ef	511,9 d-g	275,5 fg	33,1 ef
		24	250,5 c-g	72,4 a	27,7 de	44,6 c-e	223,5 d-f	507,1 fg	274,9 fg	35,3 c-e
	LB	6	235,2 f-h	72,0 a	32,8 c	48,6 ab	219,8 ef	516,8 d-g	292,3 cd	40,6 a
		12	247,5 d-g	71,7 a	30,5 cd	48,6 ab	225,0 c-f	530,1 b-e	290,0 c-e	34,0 ef
		24	265,3 a-c	71,9 a	28,0 de	43,2 d-f	231,7 b-d	542,6 a-c	278,7 d-g	34,1 ef
	OA	6	254,5 a-e	73,3 a	31,2 cd	50,7 a	236,4 b	531,6 b-d	308,4 ab	39,1 ab
		12	244,2 d-h	72,8 a	29,3 cd	48,0 a-c	236,4 b	516,2 d-g	286,3 d-f	32,2 fg
		24	267,9 ab	70,7 a	24,4 e	46,4 b-d	238,0 b	528,1 c-f	279,7 d-g	36,5 cd
30 °C	Kontrol	6	248,8 c-g	74,2 a	37,3 b	41,6 e-g	239,2 a	562,5 a	301,1 bc	34,8 de
		12	251,3 b-f	72,7 a	39,1 ab	38,3 gh	235,5 bc	550,6 ab	285,5 d-f	35,3 c-e
		24	244,4 d-h	74,1 a	41,4 ab	37,5 h	249,7 a	446,5 i	258,5 h	30,2 g
	LB	6	237,3 e-h	73,7 a	39,0 ab	40,2 f-h	241,1 a	480,2 h ₁	285,9 d-f	33,2 ef
		12	245,6 d-h	74,5 a	41,3 ab	39,9 f-h	215,1 f	508,7 e-g	281,8 d-f	37,3 bc
		24	257,7 a-d	74,1 a	41,8 ab	40,3f-h	227,8 b-e	484,8 h ₁	288,2 c-f	34,0 ef
	OA	6	257,0 a-d	73,8 a	38,1 b	41,1 e-h	242,1 a	495,3 gh	288,2 c-f	40,4 a
		12	228,4 h	74,2 a	40,9 ab	41,2 e-h	241,2 a	466,6 i	277,4 e-g	34,1 ef
		24	268,6 a	72,7 a	43,1 a	42,8 d-f	242,3 a	476,9 h ₁	266,3 gh	26,1 h
SEM			0,224	13,217	0,083	0,060	0,063	0,425	0,199	0,049
P										
Sıcaklık			0.434	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002	0.001	0.206
Katkı			0.346	0.991	0.875	0.374	0.198	0.471	0.198	0.204
Süre			0.000	0.706	0.886	0.181	0.001	0.144	0.001	0.003
Sıcaklık*Katkı			0.073	0.716	0.204	0.686	0.167	0.006	0.167	0.592
Sıcaklık*Süre			0.346	0.910	0.000	0.018	0.001	0.011	0.01	0.000
Katkı*Süre			0.036	0.489	1.000	0.914	0.562	0.006	0.562	0.012
Sıcaklık*Katkı*Süre			0.001	0.929	0.842	0.350	0.009	0.000	0.009	0.000

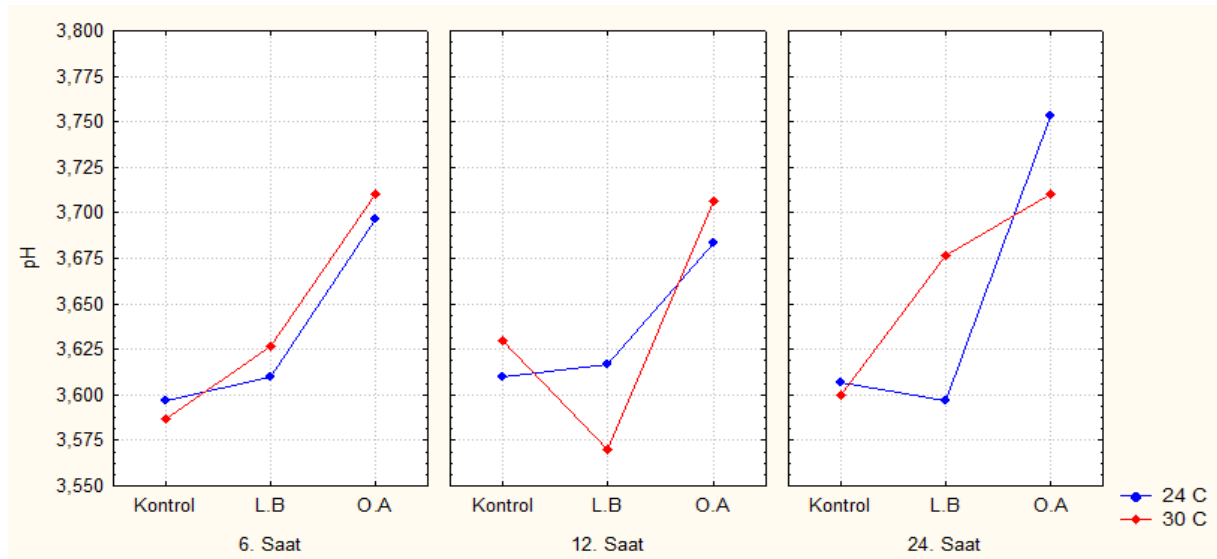
KM: Kuru madde, TM: Taze materyal, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, HK: Ham kül, HS: Ham Selüloz, NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin

^{a-i}: Aynı sütunda farklı harf içeren gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

3.2.2 Mısır Silajlarının Tekrar Silolama Sonrası Fermantasyon Parametrelerine İlişkin Bulgular

Mısır silajının yeniden silolama sonrası fermantasyon parametrelerine ilişkin analiz sonuçları Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Silajların yeniden silolama öncesi pH değeri (3,74) olarak tespit edilmiş, silolama süresi sonunda silajların pH değerleri (3,57-3,75) arasında değişim göstermiştir. Silajlara LB ve OA ilave edilmesi silajların pH değerlerinin daha yüksek olmasına sebep olmuştur ($P<0.000$). Mısır silajlarında *L. buchneri*’nin inokulant olarak kullanıldığı çalışmaların çoğu pH’da artış olduğu yönündedir. Bu durumun heterofermentatif özellikteki *L. buchneri*’nin LA’i parçalayarak AA’e dönüştürmesi sonucunda gerçekleştiğini belirtmişlerdir (Driehuis vd., 1999; Ranjit ve Kung, 2000; Kleinschmit ve Kung, 2006; Hu, Schmidt, McDonell, Klingerman ve Kung Jr, 2009; Kristensen vd., 2010). Ayrıca silajlara organik asit ilavesi yapılan çalışmalarda da kontrol grubuna göre pH değerlerinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Koc, Coskuntuna, Ozduven, Coskuntuna ve Samli, 2009; Altınçekiç ve Filya, 2018). Silajların silolama süresinin ($P>0.477$) ve ortam sıcaklığı ($P>0.740$) pH değeri üzerinde istatistiki anlamda bir fark yaratmamış ancak pH değeri üzerine Sıcaklık*Katkı*Süre interaksiyonunun etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.001$; Şekil 3.6).

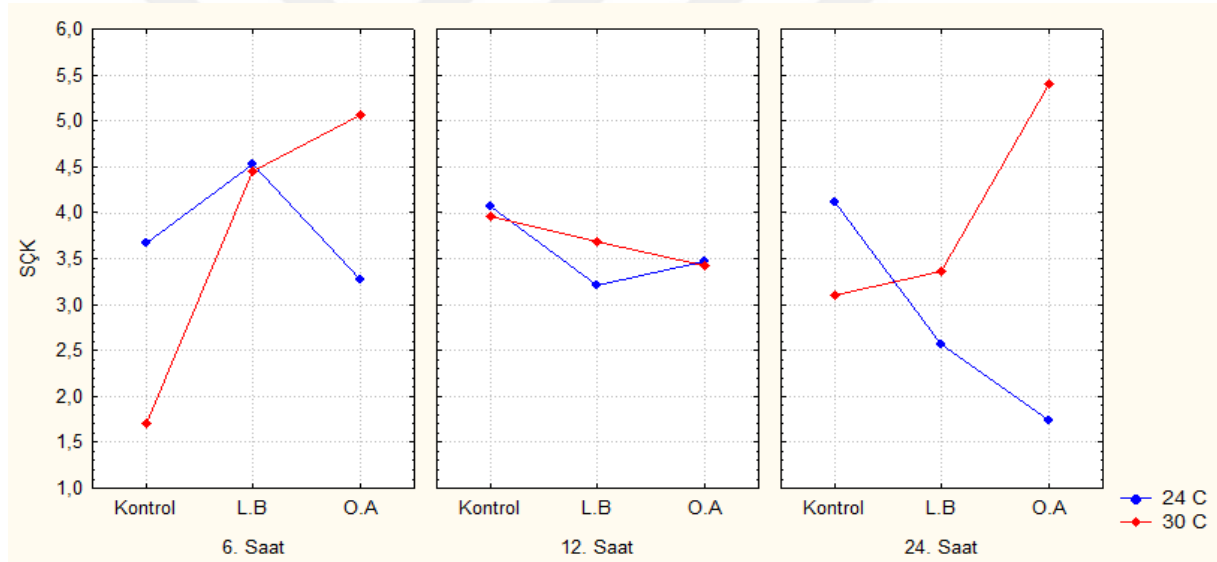


Şekil 3.2. Silajların pH değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği

Tekrar silolama sonrası silajların $\text{NH}_3\text{-N}$ değerleri en düşük 30 °C sıcaklıkta inokulant grubunda (0,53 g/kg KM) olarak en yüksek ise 24 °C (0,85 g/kg KM) ile kontrol grubu silajlarda tespit edilmiştir. Silajların $\text{NH}_3\text{-N}$ değeri üzerine tekrar silolama süresinin etkisi olmamıştır

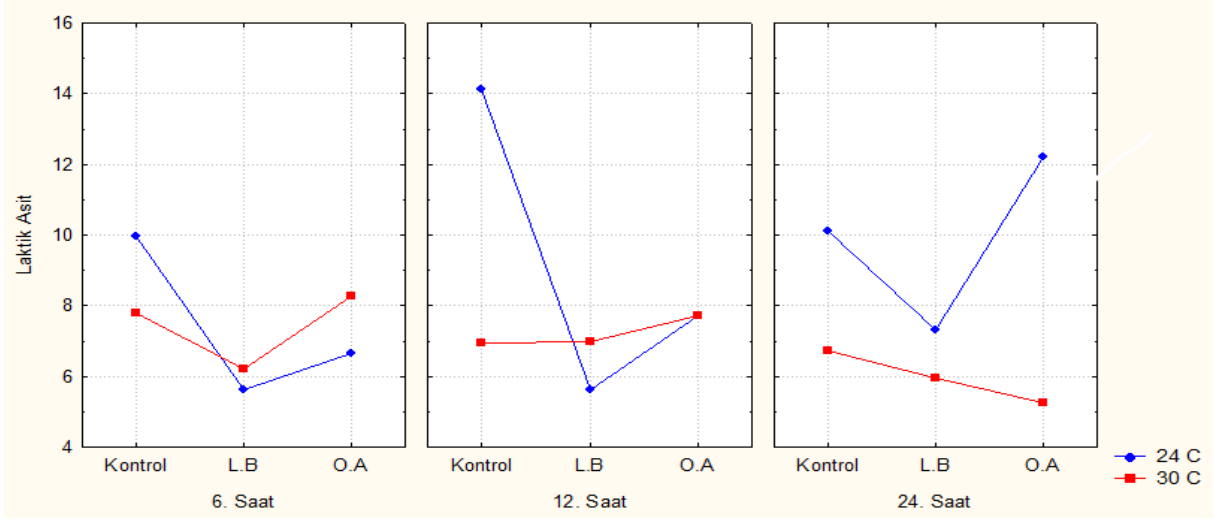
($P>0.101$). Silajların 30°C LB ilave edilerek silolanması ise $\text{NH}_3\text{-N}$ değerinin düşürmüştür ($P<0.004$), Sıcaklık*Katkı*Süre interaksiyonunun etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.001$).

Mısır silajlarının SÇK içerikleri üzerine silolama süresinin ($P>0.564$), sıcaklık ($P<0.204$) ve katkı maddesi ($P<0.747$) ilave edilmesinin etkisi olmamıştır. Siloma öncesi (4,49 g/kg KM) olan 30°C OA gruplarında SÇK içeriğinin (5,40 g/kg KM) artışına neden olmuştur. Bu konuda yapılan benzer çalışmalarda artan organik asit ilavesine bağlı olarak SÇK miktarının arttığı belirlenmiştir. Araştırmacılar bu artışı antifungal özelliğe sahip katkı maddelerinin istenmeyen mikroorganizma gelişimini önleyerek KM ve kayıplarını azaltmasına bağlamaktadır (Da Silva, Smith, Barnard ve Kung Jr, 2015; Yuan, Wen, Desta, Wang ve Shao, 2017; Aslım, Okuyucu ve Koç, 2021). Silajların SÇK içeriği Sıcaklık*Katkı ($P<0.000$), Katkı*Süre ($P<0.035$), Sıcaklık*Katkı*Süre interaksiyonunun ($P<0.004$) etkisi önemli bulunmuştur (Şekil 3.7).



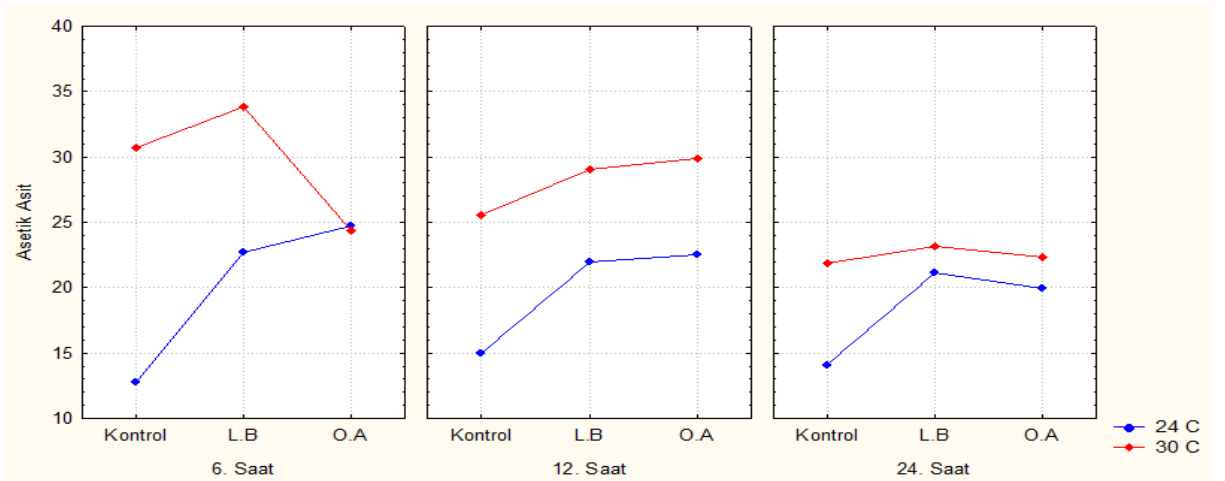
Şekil 3.3. Silajların SÇK değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği

Silajların LA değeri üzerine tekrar siloma süresinin etkisi olmamıştır ($P>0.619$). Kontrol grubunda 24 °C'deki silajlarının LA değeri daha yüksek tespit edilmiştir ($P<0.001$). Sıcaklık*Katkı*Süre interaksiyonu önemli bulunmuştur ($P<0.000$; Şekil 3.8). Bu konuda yapılan benzer bir çalışmada mısır silajına dayalı toplam rasyon karışımına propiyonik asit ilavesinin LA konsantrasyonlarının, kontrol grubuna göre daha düşük olduğu bildirilmektedir (Chen vd., 2014).



Şekil 3.4. Silajların LA değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği

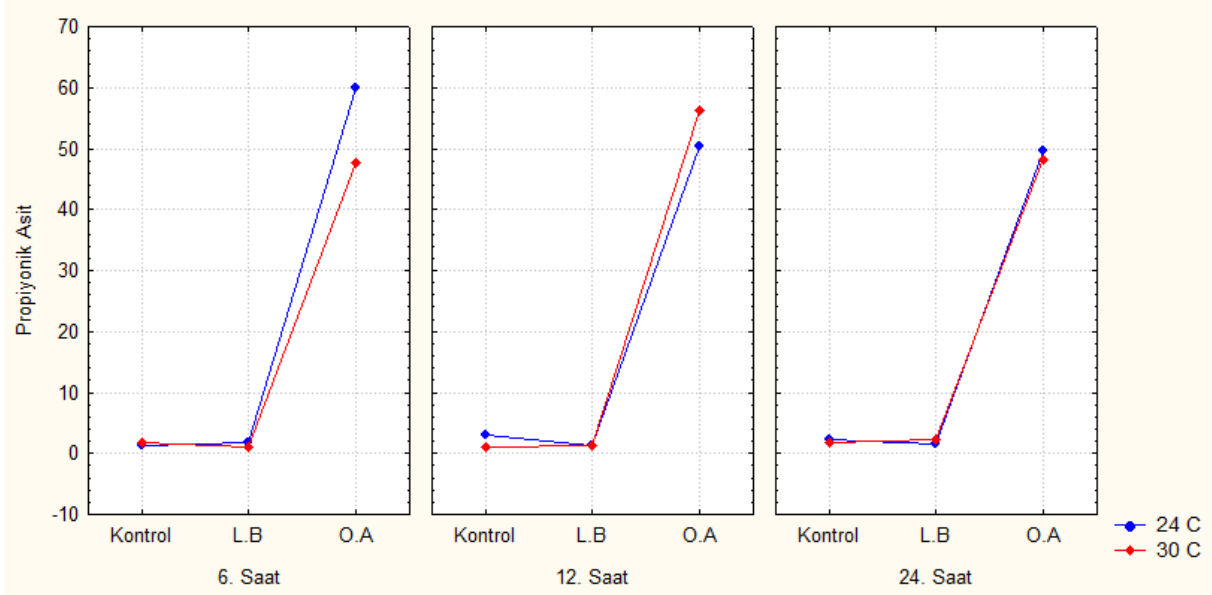
Tekrar silolama süresi sonunda silajların AA değerleri (12,75-33,84 g/kg KM) arasında değişim göstermiştir. Silajlara LB ve OA ilave edilmesi silajların AA değerlerinin daha yüksek olmasına sebep olmuştur ($P < 0.023$). Silajların AA değerine silolama süresinin istatistiki anlamda bir etkisi olmamıştır ($P > 0.069$). Yüksek sıcaklıkta yeniden silolanan silajların AA içeriği artmıştır ($P < 0.000$). AA değeri üzerine Sıcaklık*Katkı ($P < 0.007$) ve Sıcaklık*Katkı*Süre interaksiyonu önemli bulunmuştur ($P < 0.042$; Şekil 3.9). Benzer bulgular (Kristensen vd., 2010; Schmidt ve Kung Jr, 2010; Queiroz, Arriola, Daniel ve Adesogan, 2013; Drouin, Tremblay ve Chaucheyras-Durand, 2019) tarafından da elde edilmiş ve *L. buchneri*'nin mısır silajının AA konsantrasyonunu kontrol silajına göre artırdığı tespit edilmiştir.



Şekil 3.5. Silajların AA değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği

Silajların yeniden silolama süresi sonunda PA değerleri (0,96-59,91 g/kg KM) arasında değişim göstermiştir. Silajlara OA ilave edilmesi silajların PA değerlerinin daha yüksek

olmasına sebep olmuştur ($P<0.000$). Silajların PA değerine, silolama süresinin ($P>0.984$) ve silolama sıcaklığının ($P>0.869$) istatistiki anlamda bir etkisi olmamıştır. PA değeri üzerine Sıcaklık*Katkı*Süre interaksiyonunun etkisi ise önemli bulunmuştur ($P<0.030$; Şekil 3.10).



Şekil 3.6. Silajların PA değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği

Silajlarda yeniden silolama öncesi BA tespit edilmemiştir. Katkı maddesi ilave edilerek tekrar silolama sonunda ise silajların BA değerleri (0-0,47 g/kg KM) arasında değişim göstermiştir. Silajlara OA ilave edilmesi silajların BA değerlerinin daha yüksek olmasına sebep olmuştur ($P<0.000$). Silajların silolama süresinin ($P>0.298$) ve silolama sıcaklığının ($P>0.988$) BA üzerinde istatistiki anlamda bir etkisi olmamıştır. BA değeri üzerine Katkı*Süre interaksiyonu önemli bulunmuştur ($P<0.000$). Clostridia türü bakteriler silajlarda bulunan şekerleri ve organik asitleri fermente ederek BA üretirler (McDonald, Henderson ve Heron, 1991). Dolayısıyla BA clostridial aktivitenin önemli bir göstergesidir (Heron, Edwards ve McDonald, 1986).

Silajların katkı maddesi ilave edilerek 60 günlük silolama sonrasında KMK değerleri (%0,20-0,84) arasında değişim göstermiştir. Silajlara OA ilave edilmesi silajların KMK değerlerinin daha düşük olmasına sebep olmuştur ($P<0.000$). Bu konuda yapılan benzer bir çalışmada mısır ve fiğ tahıl silajlarına organik asit ilavesinin KM kaybını kontrol grubu silajlara göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Koc vd., 2009). Silajların silolama süresinin bağlı olarak KMK değerleri düşmüştür ($P<0.039$). Silolama sıcaklığının KMK üzerinde istatistiki anlamda bir etkisi olmamıştır ($P>0.241$) ancak KMK değeri üzerine Katkı*Süre interaksiyonu önemli bulunmuştur ($P<0.019$).

Çizelge 3.3. Mısır silajlarının tekrar silolama sonrası fermantasyon parametreleri (g/kg KM)

Sıcaklık	Katkı	Süre (saat)	pH	NH ₃ -N	SÇK	LA	AA	PA	BA	KMK %	
24 °C	Kontrol	6	3,60 cd	0,70 b-e	3,68 c-e	9,98 c	12,75 g	1,32 d	0,00c	0,61 a-c	
		12	3,61 cd	0,85 a	4,07 a-d	14,13 a	14,95 fg	3,06d	0,01c	0,64 ab	
		24	3,61 cd	0,71 b-d	4,12 a-d	10,10 c	14,10 g	2,27 d	0,00c	0,47 b-e	
	LB	6	3,61 cd	0,66 c-f	4,53 a-c	5,61 ij	22,69 e	1,86 d	0,04 c	0,54 b-d	
		12	3,62 cd	0,82 ab	3,20 c-e	5,63 ij	21,96 e	1,40 d	0,003 c	0,20 ef	
		24	3,60 cd	0,71 b-d	2,56 ef	7,32 ef	21,16 e	1,66 d	0,00 c	0,48 b-e	
	OA	6	3,70 b	0,70 b-e	3,28 c-e	6,64 gh	24,75 c-e	59,91 a	0,47 a	0,47 bc	
		12	3,68 b	0,64 c-f	3,47 c-e	7,73 de	22,49 e	50,31 bc	0,23 b	0,48 bc	
		24	3,75 a	0,82 ab	1,73 f	12,20 b	19,97 ef	49,65 bc	0,30b	0,32 c-f	
	30 °C	Kontrol	6	3,59 cd	0,73 a-d	1,71 f	7,81 de	30,75 ab	1,81 d	0,00 c	0,61 a-c
			12	3,63 c	0,78 a-c	3,97 b-d	6,95 fg	25,60 b-e	0,96 d	0,01 c	0,67 ab
			24	3,60 cd	0,58 ef	3,11 de	6,73 gh	21,86 e	1,76 d	0,00 c	0,38 b-e
LB		6	3,63 c	0,53 f	4,45 a-d	6,22 hi	33,84 a	1,13 d	0,04 c	0,84 a	
		12	3,57 d	0,55 f	3,69 c-e	6,97 fg	29,07 a-d	1,27 d	0,003 c	0,51 b-d	
		24	3,68 b	0,64 c-f	3,37 c-e	5,95 ii	23,17 de	2,21 d	0,00 c	0,43 b-e	
OA		6	3,71 ab	0,74 a-d	5,07 ab	8,28 d	24,34 c-e	47,72 c	0,46 a	0,33 c-f	
		12	3,71 b	0,62 d-f	3,42 c-e	7,71 de	29,89 a-c	56,31 ab	0,24 b	0,29 d-f	
		24	3,71 b	0,73 a-d	5,40 a	5,25 j	22,32 e	48,30 c	0,30 b	0,33 c-f	
SEM		0,008	0,015	0,153	0,319	0,835	3,308	0,024	0,030		
P											
	Sıcaklık		0.740	0.004	0.204	0.001	0.000	0.869	0.988	0.241	
	Katkı		0.000	0.004	0.747	0.000	0.023	0.000	0.000	0.000	
	Süre		0.477	0.101	0.564	0.619	0.069	0.984	0.298	0.039	
	Sıcaklık*Katkı		0.660	0.608	0.000	0.000	0.007	0.688	0.999	0.274	
	Sıcaklık*Süre		0.959	0.110	0.211	0.022	0.169	0.949	0.998	0.258	
	Katkı*Süre		0.100	0.267	0.035	0.425	0.890	0.479	0.000	0.019	
	Sıcaklık*Katkı*Süre		0.001	0.001	0.004	0.000	0.042	0.030	1.000	0.439	

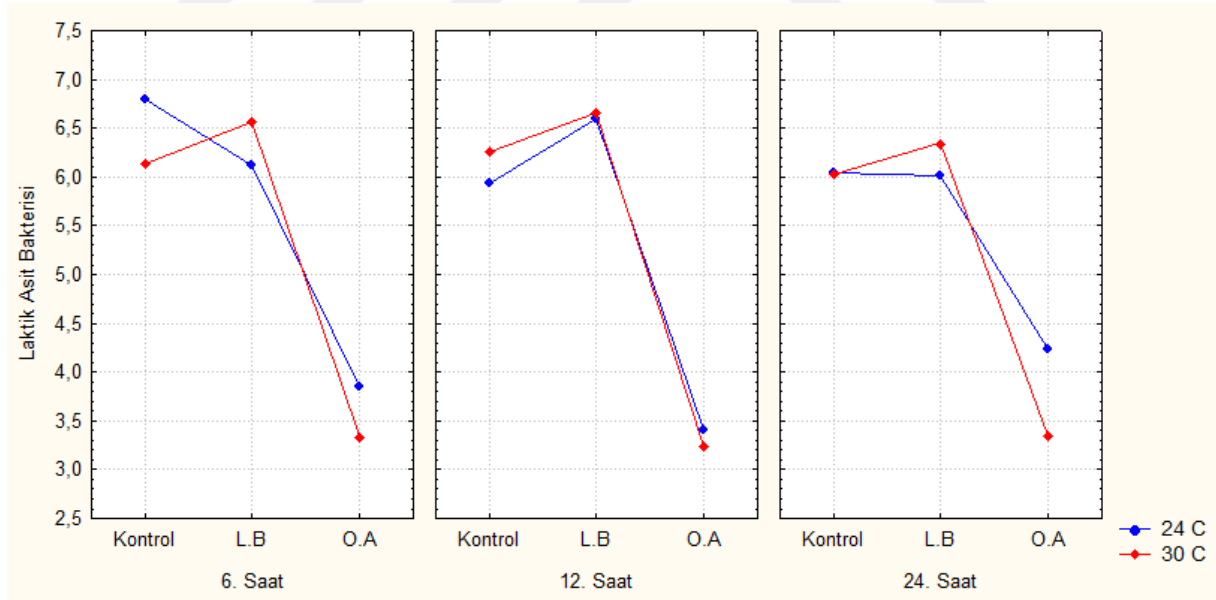
NH₃-N: Amonyak azotu, TN: Toplam nitrojen, SÇK: suda çözünebilir karbonhidrat, LA: Laktik asit, AA: Asetik asit, PA: Propiyonik asit, BA: Bütirik asit, KMK: Kuru madde kaybı

^{a-j}: Aynı sütunda farklı harf içeren gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05).

3.2.3 Mısır Silajlarının Tekrar Silolama Sonrası Mikrobiyolojik Özelliklerine İlişkin Bulgular

Mısır silajının yeniden silolama sonrası mikrobiyolojik kompozisyonuna ilişkin analiz sonuçları Çizelge 3.4’de verilmiştir.

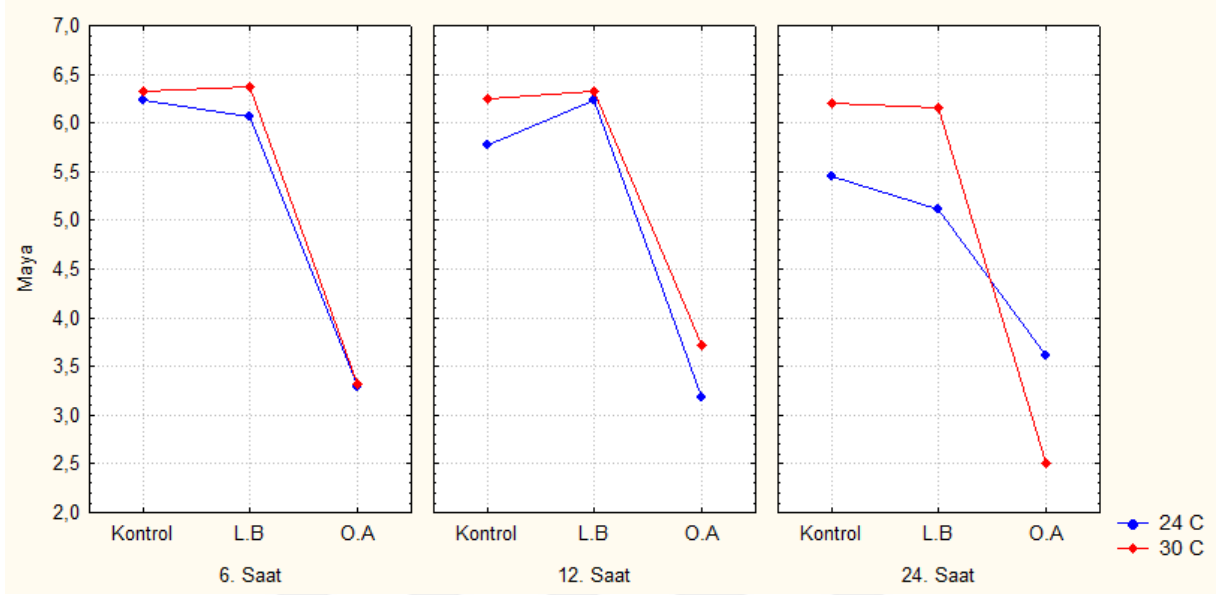
Altmış günlük tekrar silolama süresi sonunda silajların LAB değerleri (3,24-6,79 kob/g KM) arasında değişim göstermiştir. En yüksek LAB değeri 24 °C sıcaklıkta kontrol grubu silajlarda tespit edilirken, en düşük LAB değeri 30 °C OA uygulamasının olduğu silajlarda tespit edilmiştir. Silajlara OA ilave edilmesi silajların LAB değerlerinin daha düşük olmasına sebep olmuştur ($P<0.000$). Benzer şekilde Filya ve Sucu (2005), formik asit temeline dayalı bir koruyucunun mısır ve sorgum silajlarının LAB, maya ve küf sayılarını kontrol grubu silajlara göre düşürdüğünü saptamışlardır. Nitekim Potkanski, Kostulak-Zielińska ve Selwet (2000), formik asidin buğdaygil-baklagil karışımı silajların hijyenik yapılarını ve silaj kalitesini geliştirdiğini belirlemişlerdir. Silajların LAB değeri üzerine, silolama süresinin ($P>0.951$) ve ortam sıcaklığının ($P>0.748$) istatistiki anlamda önemsiz, ancak Sıcaklık*Katkı ($P<0.008$), Katkı*Süre ($P<0.023$) ve Sıcaklık*Katkı*Süre interaksiyonunun etkisi ise önemli bulunmuştur ($P<0.041$; Şekil 3.11).



Şekil 3.7. Silajların LAB değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği

Silajların yeniden silolama öncesi maya değeri (4,62 kob/g KM) olarak tespit edilmiş, silolama süresi sonunda silajların maya değerleri (2,51-6,37 kob/g KM) arasında değişim göstermiştir. En yüksek maya değeri 24 °C kontrol gruplarda tespit edilirken, en düşük maya değeri 30 °C OA uygulamasının olduğu silajlarda tespit edilmiştir. Silajlara OA ilave edilmesi

silajların maya değerlerinin daha düşük olmasına sebep olmuştur ($P<0.000$). Silajların silolama süresinin ($P>0.591$) ve ortam sıcaklığı ($P>0.524$) maya değeri üzerinde istatistiki bir fark yaratmamış, ancak maya değeri üzerine Sıcaklık*Katkı*Süre interaksiyonunun etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.001$; Şekil 3.12).



Şekil 3.8. Silajların maya değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği

Çizelge 3.4. Mısır silajlarının tekrar silolama sonrası mikrobiyolojik kompozisyonu (kob/g KM)

Sıcaklık	Katkı	Süre (saat)	LAB	Maya	
24 °C	Kontrol	6	6,79 a	6,24 a	
		12	5,94 e	5,78 ab	
		24	6,05 c-e	5,45 bc	
	LB	6	6,12 b-e	6,07 ab	
		12	6,60 a-c	6,24 a	
		24	6,01 de	5,11 c	
	OA	6	3,85 fg	3,30 d	
		12	3,40 gh	3,18 d	
		24	4,24 f	3,62 d	
	30 °C	Kontrol	6	6,14 b-e	6,33 a
			12	6,26 a-e	6,26 a
			24	6,02 de	6,21 a
LB		6	6,57 a-d	6,37 a	
		12	6,65 ab	6,33 a	
		24	6,34 a-e	6,15 a	
OA	6	3,34 gh	3,32 d		
	12	3,24 h	3,72 d		
	24	3,34 gh	2,51 e		
SEM			0,185	0,191	
<i>P</i>					
Sıcaklık			0.748	0.524	
Katkı			0.000	0.000	
Süre			0.951	0.591	
Sıcaklık*Katkı			0.008	0.697	
Sıcaklık*Süre			0.94	0.971	
Katkı*Süre			0.023	0.672	
Sıcaklık*Katkı*Süre			0.041	0.001	

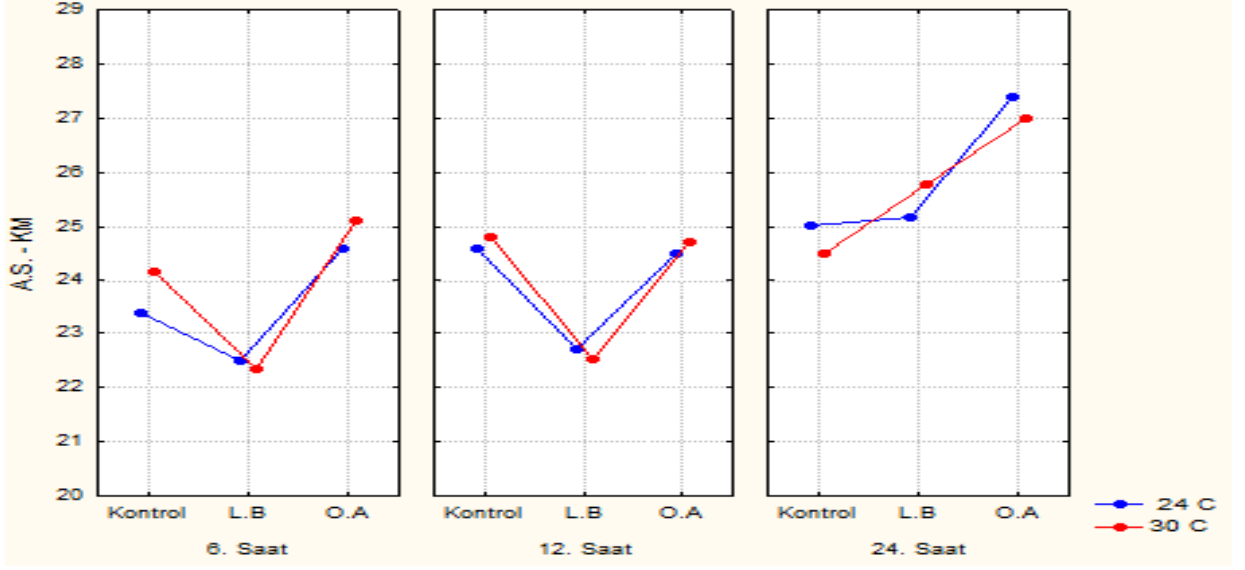
LAB: Laktik asit bakterisi

^{a-h}: Aynı sütunda farklı harf içeren gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$).

3.2.4 Mısır Silajlarının Tekrar Silolama Sonrası Aerobik Stabilite Özellikleri İle İlgili Bulgular

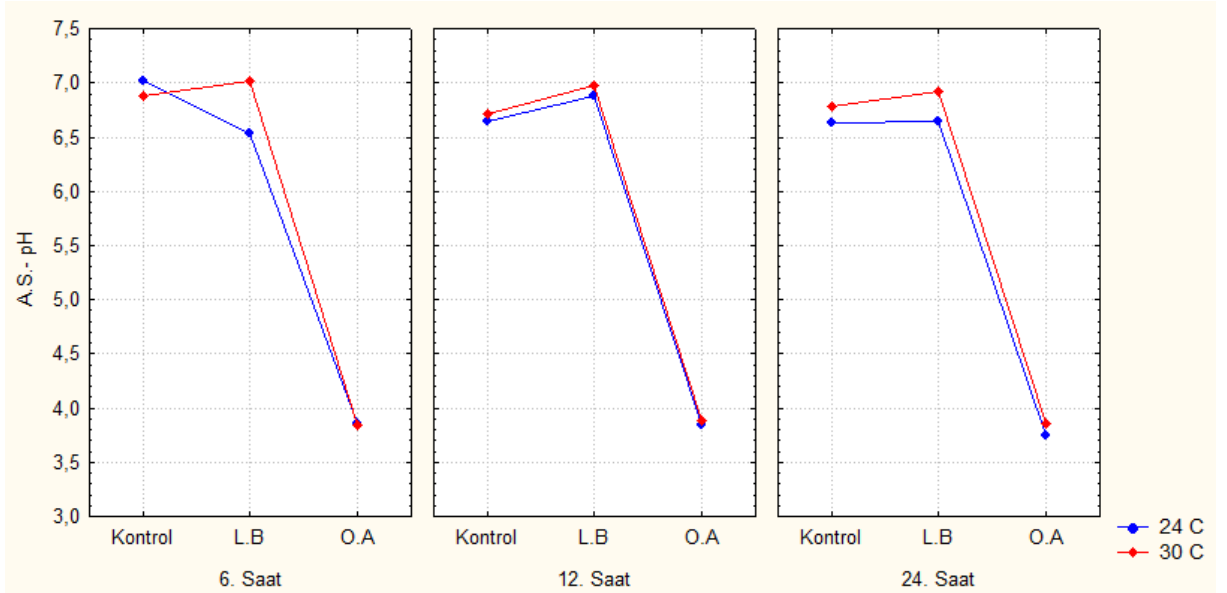
Mısır silajlarının tekrar silolama sonrası 7 günlük aerobik stabilite analiz sonuçları Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Aerobik stabilite dönemi sonunda silajların KM değerleri (225,1-273,8 g/kg) arasında değişim göstermiştir. Silajların KM değeri üzerinde silolama sıcaklığı istatistiki anlamda bir fark yaratmamıştır ($P > 0.774$). Katkı olarak OA kullanılan gruptaki silajların süreye bağlı olarak KM içerikleri artmıştır ($P < 0.000$). Katkı*Süre interaksyonu önemli bulunmuştur ($P < 0.000$; Şekil 3.13).



Şekil 3.9. Silajların aerobik stabilite döneminde KM değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği

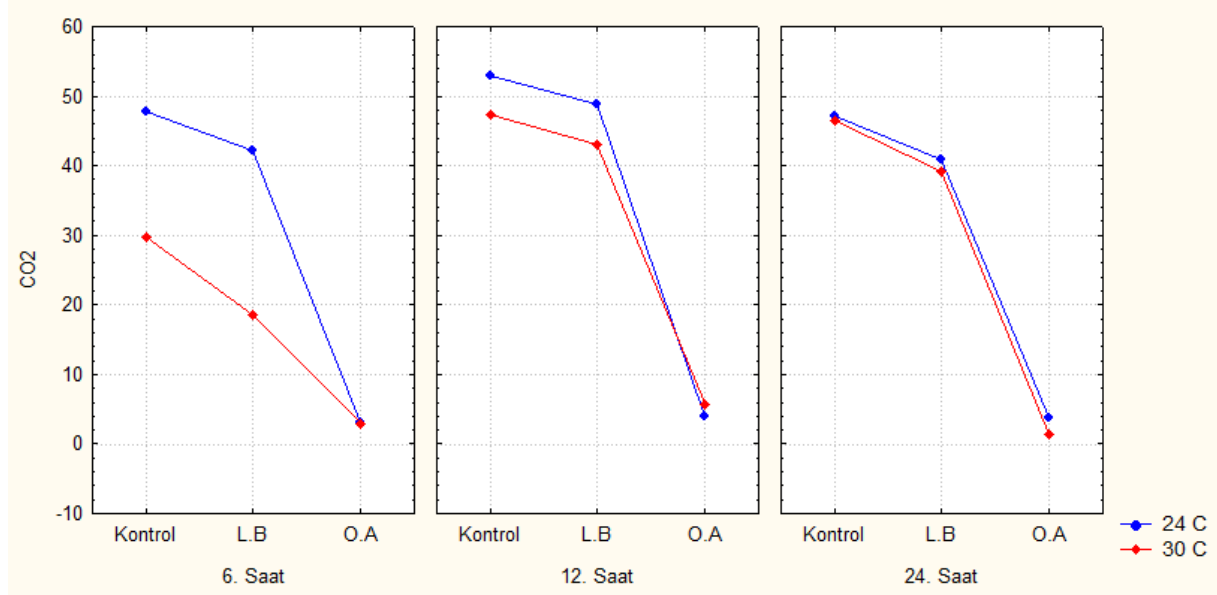
Aerobik stabilite dönemi sonunda silajların pH değerleri (3,75-7,02) arasında değişim göstermiştir. Silajların pH değeri üzerinde silolama sıcaklığı ($P>0.761$) ve silolama süresi ($P>0.980$) istatistiksel anlamda etki önemsiz bulunmuştur. Katkı olarak OA kullanılan gruptaki silajların pH içerikleri düşmüştür ($P<0.000$). pH değeri üzerinde Sıcaklık*Katkı ($P<0.0014$), Katkı*Süre ($P<0.0014$) ve Sıcaklık*Katkı*Süre interaksiyonunun etkisi ise önemli bulunmuştur ($P<0.000$; Şekil 3.14).



Şekil 3.10. Silajların aerobik stabilite döneminde pH değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği

Aerobik stabilite dönemi sonunda silajların CO₂ değerleri (1,36-53,0 g/kg KM) arasında değişim göstermiştir. Silajların CO₂ değeri silolama sıcaklığı ($P>0.253$) ve silolama süresinden

($P>0.348$) etkilenmemiştir. Katkı olarak OA kullanılan gruptaki silajların CO_2 içerikleri düşmüştür ($P<0.000$). CO_2 değeri üzerinde Sıcaklık*Katkı*Süre interaksiyonunun etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.000$; Şekil 3.15).

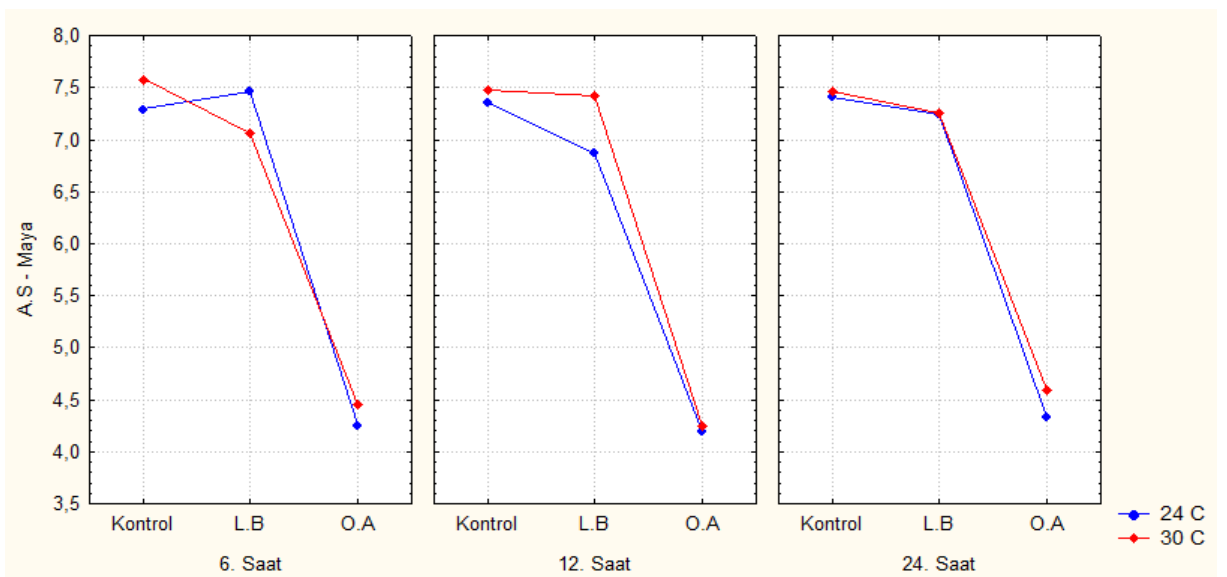


Şekil 3.11. Silajların aerobik stabilite döneminde CO_2 değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği

Aerobik stabilite dönemi sonunda silajların maya değerleri (4,19-7,58 kob/g KM) arasında değişim göstermiştir. Silajların maya değeri üzerinde silolama sıcaklığı ($P>0.746$) ve silolama süresinin ($P>0.967$) istatistiki anlamda bir fark yaratmamıştır. Katkı olarak OA kullanılan gruptaki silajların maya içerikleri düşmüştür ($P<0.000$). Maya değeri üzerinde Sıcaklık*Katkı*Süre interaksiyonunun etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.000$; Şekil 3.16). Silajların yemleme döneminde aerobik bozulmanın birincil başlatıcısını mayalar olarak tanımlayan çok sayıda yayınlanmış araştırma vardır (Santos vd., 2008; Duniere vd., 2017; Kung Jr vd., 2018). Bu araştırmaların bir kısmı, yemin aerobik olarak bozulmasının sadece besin kalitesini düşürmekle kalmayıp, bozulan yemlerin imha edilmesi sırasında çevre için tehlikeler arz ettiğini de vurgulamıştır. Bu nedenle silajın aerobik stabilitesindeki herhangi bir iyileştirme, üreticiler için büyük bir avantaj sağlayabilir (Ranjit ve Kung Jr, 2000). Günümüze kadar, asit bazlı katkı maddeleri, besin maddeleri ve laktik asit bakteri inokulantları kullanarak silajların aerobik stabilitesini iyileştirmeye yönelik çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Kung Jr ve Ranjit, 2001; Bernardes vd., 2018; Kung Jr vd., 2018). Silajın aerobik stabilitesi üzerine mevcut araştırmalar, silaj katkı maddesi olarak inokulantlar kullanıldığında, inokulant seçim sürecinin besleme aşamasında önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Örneğin, heterofermentatif LAB, AA ve PA'nın üretim kabiliyeti nedeniyle silajın aerobik stabilitesini arttırmak için

kullanılırken, homofermentatif LAB, fermantasyon kalitesini iyileştirmek için kullanılmaktadır (Muck vd., 2018; Carvalho, Sales, Schwan ve Ávila, 2021). Bir yandan, AA ve 1,2-propandiol üreten ve *L. buchneri*, *L. diolivorans* ve *L. reuteri* gibi aerobik stabiliteyi geliştiren farklı heterofermentatif LAB suşları mevcuttur (Krooneman vd., 2002; Sriramulu vd., 2008). Öte yandan, *L. buchneri*, aerobik stabiliteyi geliştirmek için en yaygın kullanılan heterofermentatif LAB inokulant grupları arasındadır; birkaç araştırmacı, farklı türlerin veya grupların bir kombinasyonunun, silajın fermantasyonunu iyileştirdiği ve aerobik stabilitesini desteklediğini öne sürmüştür (Krooneman vd., 2002; da Silva vd., 2019; Carvalho vd., 2021). Ayrıca Duniere vd. (2017), silolama sırasında fermantasyon kalitesinin iyileştirilmesi, aerobik stabilitenin ve silaj sindirilebilirliğinin artırılması amacı ile inokulant seçiminde farklı faktörlerin çok önemli bir rol oynadığını belirtmiştir.

Heterolaktik fermantasyon baskın hale geldiğinde silolama sırasında KM kayıplarının daha yüksek olduğu önceki çalışmalarda bildirilmektedir (McDonald vd., 1991; Bernardes vd., 2018). Bununla birlikte, bu çalışmaların çoğu, ilk fermantasyon aşamalarında ortaya çıkan düşük KM kayıplarının daha az önemli olduğu konusunda hemfikirdir (Ranjit ve Kung Jr, 2000; Kung Jr ve Ranjit, 2001; Carvalho vd., 2021). Ayrıca, aerobik stabilite ve sıcaklık arasındaki ilişkiler birçok yazar tarafından araştırılmıştır (Koç vd., 2009; Bernardes vd., 2018). Bu yazarlar, CO₂ üretiminin ve maya ve küf sayımlarının daha yüksek sıcaklıklarda arttığı sonucuna varmışlardır. Aynı zamanda katkı maddesi kullanılmadan uzun silolama süresi ile daha düşük maya ve küf sayıları ve daha yüksek aerobik stabilite gözlemlendiği birçok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır (Comino vd., 2014; Ferrero, Piano, Tabacco ve Borreani, 2019).



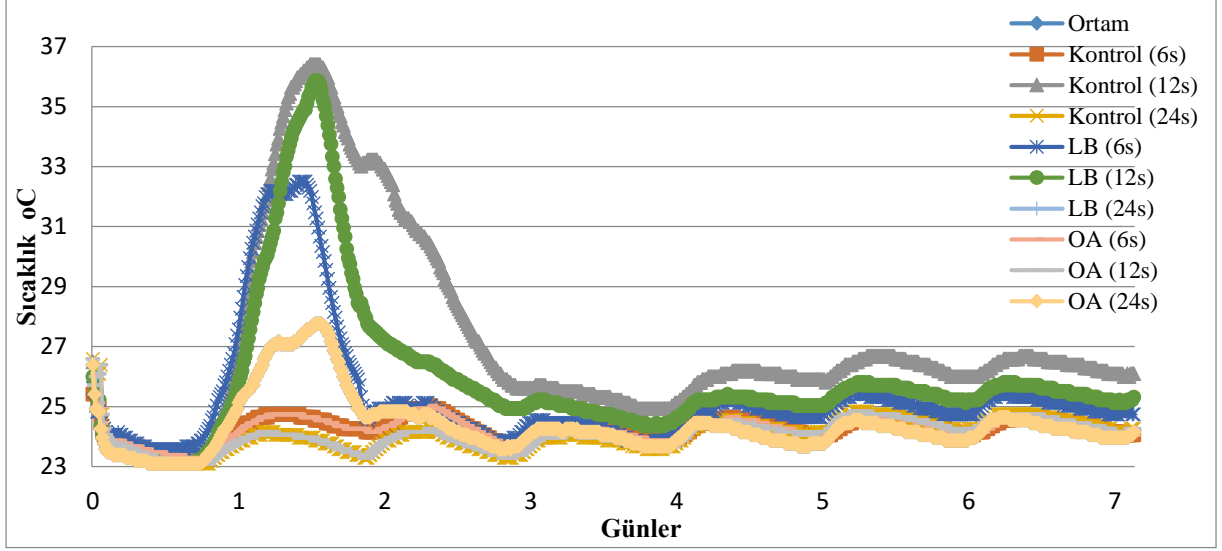
Şekil 3.12. Silajların aerobik stabilite döneminde maya değerinin 3 yönlü interaksiyon grafiği

Çizelge 3.5. Mısır silajlarının tekrar silolama sonrası 7 günlük aerobik stabilite değerleri

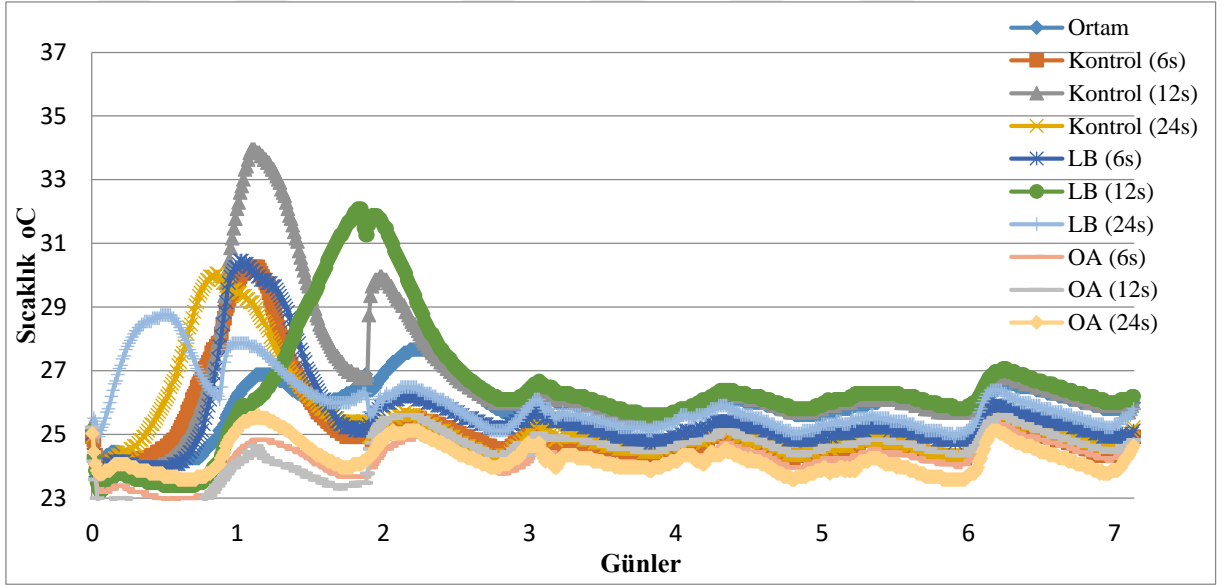
Sıcaklık	Katkı	Süre (saat)	KM g/kg KM	pH	CO ₂ g/kg KM	Maya kob/g KM	
24 °C	Kontrol	6	233,7 de	7,02 a	47,71 b	7,29 cd	
		12	245,8 b-d	6,65 e	53,00 a	7,36 b-d	
		24	250,1 bc	6,63 e	47,23 b	7,41 bc	
	LB	6	225,1 e	6,54 f	42,19 c	7,46 ab	
		12	227,2 e	6,88 b	48,92 b	6,86 f	
		24	251,6 bc	6,65 e	40,84 cd	7,24 d	
	OA	6	245,9 b-d	3,86 g	3,03 gh	4,25 ı	
		12	245,1 b-d	3,84 g	4,07 gh	4,19 ı	
		24	273,8 a	3,75 h	3,69 gh	4,33 hı	
	30 °C	Kontrol	6	241,8 cd	6,87 b	29,76 e	7,58 a
			12	248,1 bc	6,71 d	47,30 b	7,47 ab
			24	244,9 b-d	6,78 c	46,52 b	7,46 ab
LB		6	223,3 e	7,02 a	18,57 f	7,06 e	
		12	225,2 e	6,98 a	43,02 c	7,42 bc	
		24	257,7 b	6,92 b	39,26 d	7,26 d	
OA		6	251,0 bc	3,84 g	2,99 gh	4,45 h	
		12	247,1 bc	3,89 g	5,80 g	4,25 ı	
		24	269,9 a	3,86 g	1,36 h	4,59 g	
SEM			0,205	0,193	2,702	0,194	
			<i>P</i>				
Sıcaklık			0,774	0,761	0,253	0,746	
Katkı			0,000	0,000	0,000	0,000	
Süre			0,000	0,980	0,348	0,967	
Sıcaklık*Katkı			0,994	0,001	0,500	0,514	
Sıcaklık*Süre			0,937	0,994	0,608	0,977	
Katkı*Süre			0,000	0,001	0,061	0,580	
Sıcaklık*Katkı*Süre			0,353	0,000	0,000	0,000	

Kob: koloni oluşturan birim,

^{a-1}: Aynı sütunda farklı harf içeren gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.001$).



Şekil 3.13. Aerobik stabilite süresince 24 °C tekrar silolanan silajların sensör grafiği



Şekil 3.14. Aerobik stabilite süresince 30 °C tekrar silolanan silajların sensör grafiği

Mısır silajlarının tekrar silolama sonrası 7 günlük aerobik stabilite süresince sensör verilerine ilişkin ortalama değerler Çizelge 3.6'da verilmiştir. Aerobik stabilitenin, sensör verilerine ilişkin değerlendirmede silaj sıcaklığının ortam sıcaklığının 2 °C üzerine çıkması için geçen süre olarak değerlendirme yapılmaktadır (Barmaki, Alamouti, Khadem ve Afzalzadeh, 2018; da Silva vd., 2019; Carvalho vd., 2021). Araştırma verileri değerlendirildiğinde OA uygulamasının her iki ortam sıcaklığında tekrar silolama sırasında bekleme süresine bağlı olmaksızın aerobik stabiliteyi olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur.

Çizelge 3.6. Mısır silajlarının aerobik stabilite süresince sensör verilerine ilişkin ortalama değerler (°C)

Muameleler			Parametreler			
			Aerobik bozulma (saat)	Sıcaklık Max	Sıcaklık Min	Sıcaklık Ort
24 °C	Kontrol	6. saat	>168	25,70	23,29	24,25
		12. saat	22	36,40	23,19	27,13
		24. saat	>168	26,58	23,10	24,06
	LB	6. saat	13	32,49	23,58	25,31
		12. saat	25	35,86	23,10	25,91
		24. saat	>168	27,76	23,10	24,36
	OA	6. saat	>168	25,70	23,29	24,25
		12. saat	>168	26,58	23,10	24,06
		24. saat	>168	27,76	23,10	24,36
30 °C	Kontrol	6. saat	32	30,25	23,86	25,15
		12. saat	36	33,95	23,67	26,68
		24. saat	23	30,05	23,67	25,35
	LB	6. saat	35	30,45	23,86	25,53
		12. saat	65	32,08	23,19	26,45
		24. saat	7	28,75	24,93	25,97
	OA	6. saat	>168	25,41	22,90	24,23
		12. saat	>168	25,61	22,62	24,43
		24. saat	>168	25,61	23,58	24,25

LB: *L. buchneri*; OA: Organik asit

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak bu araştırmada silaj katkı maddesi olarak kullanılan OA silo içerisinde asit bir ortam oluşturmuş, fermantasyonu ve fermantasyon ürünlerinin miktarını sınırlandırarak tekrar silolanan mısır silajlarının oksijene maruz kaldıkları süre ve ortama bağlı olmaksızın aerobik stabilitelerini geliştirmiştir. Araştırmada kullanılan LB inokulantı silajlarının fermantasyon özelliklerinden AA oranını artırmış ve NH₃-N oranının (30°C; 6. ve 12. saatlerde) düşürmüştür. LB inokulantının 24 ve 30 °C kontrol grubuna göre tüm srelerde silajların CO₂ değerlerinin düşmesine neden olmuştur. LB silajların oksijene maruz kaldıkları sürenin artması ile birlikte silajların maya içeriklerinin düşmesine sebep olmuştur.

Araştırmadan elde ettiğimiz veriler ışığında mısır silajlarının ortama ve süreye bağlı olmaksızın katkı maddesi ilave etmeden silolanabileceğini, ancak silajların tekrar silolanırken OA ile birlikte silolanmasının aerobik stabilite açısından daha etkili olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Allen, E., Sheaffer, C. and Martinson, K. (2013). Forage nutritive value and preference of cool-season grasses under horse grazing. *Agronomy Journal*, 105(3): 679-684.
- Altınçekiç, E., ve Filya, İ. (2018). Bakteriyal inokulant ve organik asit kullanımının düşük kuru maddeli küçük balya mısır silajlarının aerobik stabilite ve yem değeri üzerine etkisi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(7), 887-892.
- Anonim. (1986). The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: pp. 427, 428, London.
- AOAC. (1990). Official Methods of Analysis Association of Agricultural Chemists. Virginia: DC.
- Arcari, M.A., Martins, C.M.M.R., Tomazi, T. and Dos Santos, M.V. (2016). Effect of the ensiling time of hydrated ground corn on silage composition and *in situ* starch degradability. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, 53(1): 60-71.
- Ashbell, G., Weinberg, Z. G., Azriel, A., Hen, Y. and Horev, B. (1991). A simple system to study the aerobic deterioration of silages. *Can. Agric. Eng.*, pp. 33, 391–393.
- Aslım, A., Okuyucu, B. ve Koç, F. (2021). Propiyonik asit katkısının toplam karışım rasyonu yemin aerobik stabilite özellikleri üzerine etkileri. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji dergisi*, 9(1), 210-216.
- Barmaki, S., Alamouti, A. A., Khadem, A. A. and Afzalzadeh, A. (2018). Effectiveness of chopped lucerne hay as a moisture absorbent for low dry-matter maize silage: Effluent reduction, fermentation quality and intake by sheep. *Grass and Forage Science*, 73(2), 406-412.
- Bernardes, T. F., Daniel, J. L. P., Adesogan, A. T., McAllister, T. A., Drouin, P., Nussio, L. G., Huhtanen, P., Tremblay, G. F., Belanger, G. and Cai, Y. (2018). Silage review: Unique challenges of silages made in hot and cold regions. *Journal of dairy science*, 101(5), 4001-4019.
- Bodine, A. B., O'dell, G. D., Moore, M. E., and Wheat, C. K. (1983). Effect of dry matter content and length of ensiling on quality of alfalfa silage. *Journal of Dairy Science*, 66(11), 2434-2437.
- Bolsen, K. K., Sonon, R. N., Dalke, B., Pope, R. V., Riley, J. G. and Laytimi, A. (1992). Evaluation of inoculant and NPN silage additives: a summary of 26 trials and 65 farm-scale silages.
- Bolsen, K. K. (1987). Factors influencing the ensiling process and silage quality. *Biotechnology in Feed Industry*.
- Borreani, G., Tabacco, E., Schmidt, R., Holmes, B. and Muck, R. (2018). Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *Journal of Dairy Science*, 101(5): 3952-3979.
- Burri, R. (1903). Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene (Abteilung II), 10, 756-763.
- Cai, Y., Benno, Y., Ogawa, M., Ohmomo, S., Kumai, S., and Nakase, T. (1998). Influence of *Lactobacillus spp.* from an inoculant and of *Weissella* and *Leuconostoc spp.* from forage crops on silage fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, 64(8), 2982-2987.

- Carvalho, B. F., Sales, G. F. C., Schwan, R. F. and Ávila, C. L. S. (2021). Criteria for lactic acid bacteria screening to enhance silage quality. *Journal of Applied Microbiology*, 130(2), 341-355.
- Chen, J., Stokes, M. R., and Wallace, C. R. (1994). Effects of enzyme-inoculant systems on preservation and nutritive value of haycrop and corn silages. *Journal of Dairy Science*, 77(2), 501-512.
- Chen, L., Guo, G., Yuan, X., Shimojo, M., Yu, C. and Shao, T. (2014). Effect of applying molasses and propionic acid on fermentation quality and aerobic stability of total mixed ration silage prepared with whole-plant corn in Tibet. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(3), 349.
- Chen, L., Guo, G., Yuan, X., Zhang, J., Li, J. and Shao, T. (2016). Effects of applying molasses, lactic acid bacteria and propionic acid on fermentation quality, aerobic stability and *in vitro* gas production of total mixed ration silage prepared with oat–common vetch intercrop on the Tibetan Plateau. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(5), 1678-1685.
- Chen, Y. and Weinberg, Z. G. (2014). The effect of relocation of whole-crop wheat and corn silages on their quality. *Journal of Dairy Science*, 97(1), 406-410.
- Close, W. and Menke, K.H. (1986). Selected topics in animal nutrition, pp. 26-66. 2nd Edition, *Animal Nutrition*. University of Hohenheim, Germany.
- Coelho, M. M., Gonçalves, L. C., Rodrigues, J. A. S., Keller, K. M., Anjos, G. V. D. S. D., Ottoni, D., Michel, P. H. F. and Jayme, D. G. (2018). Chemical characteristics, aerobic stability, and microbiological counts in corn silage re-ensiled with bacterial inoculant. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 53, 1045-1052.)
- Comino, L., Tabacco, E., Righi, F., Revello-Chion, A., Quarantelli, A. and Borreani, G. (2014). Effects of an inoculant containing a *Lactobacillus buchneri* that produces ferulate-esterase on fermentation products, aerobic stability, and fibre digestibility of maize silage harvested at different stages of maturity. *Animal Feed Science and Technology*, 198, 94-106.
- Cooke, L. (1995). New Strains Slows Silage Spoilage. *Agricult. Res.* pp. 40: 17.
- Da Silva, N.C., Nascimento, C.F., Campos, V.M., Alves, M.A., Resende, F.D., Daniel, J.L. and Siqueira, G.R. (2019). Influence of storage length and inoculation with *lactobacillus buchneri* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of high-moisture corn and rehydrated corn grain silage. *Animal Feed Science and Technology*, 251, 124-133.
- Da Silva, T. C., Smith, M. L., Barnard, A. M. and Kung Jr, L. (2015). The effect of a chemical additive on the fermentation and aerobic stability of high-moisture corn. *Journal of Dairy Science*, 98(12), 8904-8912.
- Danner, H., Holzer, M., Mayrhuber, E. and Braun, R. (2003). Acetic acid increases stability of silage under aerobic conditions. *Applied and environmental microbiology*, 69 (1), 562-567.
- De Lima, T. O., De Almeida Lino, A., Sanches, L. A., Brito, V. M., Dos Santos-Araujo, S.N., Sant'Anna, M. A. C. and de Araujo, L. C. (2020). Quality of re-ensiled sorghum silages after prolonged periods of environmental exposure. *Semina: Ciências Agrárias*, 41(1), 357-362.
- Der Bedrosian, M.C., Nestor Jr, K. E. and Kung Jr, L. (2012). The effects of hybrid, maturity, and length of storage on the composition and nutritive value of corn silage. *Journal of Dairy Science*, 95 (9), 5115-5126.

- Dos Anjos, G. V. S., Gonçalves, L. C., Rodrigues, J. A. S., Keller, K. M., Coelho, M. M., Michel, P. H. F., Ottoni, D. and Jayme, D. G. (2018). Effect of re-ensiling on the quality of sorghum silage. *Journal of Dairy Science*, 101 (7), 6047-6054.
- Driehuis, F. and Van Wikselaar, P. G. (1996, September). Effects of addition of formic, acetic or propionic acid to maize silage and low dry matter grass silage on the microbial flora and aerobic stability. In *Proc. 11th Int. Silage Conference, Aberystwyth, UK* (pp. 8-11).
- Driehuis, F., Elferink, S. O. and Spoelstra, S. F. (1999). Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. *Journal of applied Microbiology*, 87(4), 583-594.
- Drouin, P., Tremblay, J. and Chaucheyras-Durand, F. (2019). Dynamic succession of microbiota during ensiling of whole plant corn following inoculation with *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus hilgardii* alone or in combination. *Microorganisms*, 7(12), 595.
- Dubois, M., Giles, K.A., Hamilton, J.K., Rebes, P.A. and Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28: 350-35
- Duniere, L., Xu, S., Long, J., Elekwachi, C., Wang, Y., Turkington, K., Forster, R. and McAllister, T. A. (2017). Bacterial and fungal core microbiomes associated with small grain silages during ensiling and aerobic spoilage. *BMC Microbiology*, 17(1), 1-16.
- Düggeli, M. (1904). Zentralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde, Infektionskrankheiten und Hygiene (Abteilung II), 12, 602-695; 13, 56, 198.
- Efe, E., Bek, Y. ve Şahin, M. (2000). SPSS'te çözümleri ile istatistik yöntemler II. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü Yayınları, Kahramanmaraş, s. 223.
- Elferink, S. O., Driehuis, F., Krooneman, J., Gottschal, J. C. and Spoelstra, S. F. (1999). *Lactobacillus buchneri* can improve the aerobic stability of silage via a novel fermentation pathway: the anaerobic degradation of lactic acid to acetic acid and 1, 2-propanediol. In *Proceedings of the 12th international silage conference/Eds. T. Pauly [et al.].-Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 1999* (pp. 266-267).
- Ferrero, F., Piano, S., Tabacco, E. and Borreani, G. (2019). Effects of conservation period and *Lactobacillus hilgardii* inoculum on the fermentation profile and aerobic stability of whole corn and sorghum silages. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(5), 2530-2540.
- Filya, I. (2003). The effect of *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria, on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of wheat, sorghum and maize silages. *Journal of Applied Microbiology*, 95(5), 1080-1086.
- Filya, I. ve Sucu, E. (2003). *Silajlarda fermantasyon kalitesi ve aerobik stabilitenin geliştirilmesi üzerinde araştırmalar*. GAP III. Tarım Kongresi, Şanlıurfa, s. 273-278.
- Filya, I., Ashbell, G., Hen, Y. and Weinberg, Z. G. (2000). The effect of bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. *Animal Feed Science and Technology*, 88(1-2), 39-46.
- Filya, I., Sucu, E. ve Karabulut, A. (2006). The effect of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of maize silage. *Journal of Applied Microbiology*, 101(6), 1216-1223.
- Filya, İ. (2001). Silaj Teknolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, 16059, Görükle, Bursa

- Filya, İ. (2002a). The effects of lactic acid bacterial inoculants on the fermentation, aerobic stability and *in situ* rumen degradability characteristics of maize and sorghum silages. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26(4), 815-823.
- Filya, İ. (2002b). Laktik asit ve laktik asit+enzim karışımı silaj inokulantlarının mısır silajı üzerine etkileri. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26: 679–687.
- Filya, İ. (2005). Silaj Yapımı, Teknolojisi ve Kullanımı. Süt Hayvancılığı Eğitim Merkezi Yayınları, *Hayvancılık Serisi: 8 Yetiştirici El Kitabı*, Karacabey, Bursa.
- Filya, İ. (2007). Ülkemizde silaj yapımı ve silaj kalitesinin artırılma yolları. *Yem Magazin Dergisi*, 15(47), 37-45.
- Fraz Ali, M. and Tahir, M. (2021). An Overview on the factors affecting water-soluble carbohydrates concentration during ensiling of silage. *Plant Environ.* 03 (01) 2021. 63-80.
- Gibson, T., Stirling, A. C., Keddie, R. M. and Rosenberger, R. F. (1958). Bacteriological changes in silage made at controlled temperatures. *Microbiology*, 19(1), 112-129.
- Guyader, J., Baron, V. S. and Beauchemin, K. A. (2018). Corn forage yield and quality for silage in short growing season areas of the Canadian prairies. *Agronomy*, 8(9), 164.
- Güçlü, B. K. ve Kara, K. (2010). Ruminant beslemede alternatif yem katkı maddelerinin kullanımı: 2. organik asit, yağ asiti, adsorban. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 7(1), 43-52.
- Haigh, P. M. (1990). Effect of herbage water-soluble carbohydrate content and weather conditions at ensilage on the fermentation of grass silages made on commercial farms. *Grass and Forage Science*, 45(3), 263-271.
- Han, K. J., Collins, M., Vanzant, E. S. and Dougherty, C. T. (2006). Characteristics of baled silage made from first and second harvests of wilted and severely wilted forages. *Grass and Forage Science*, 61(1), 22-31.
- Heron, S. J., Edwards, R. A. and McDonald, P. (1986). Changes in the nitrogenous components of gamma-irradiated and inoculated ensiled ryegrass. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 37(10), 979-985.
- Holzer, M., Mayrhuber, E., Danner, H. and Braun, R. (2003). The role of *lactobacillus buchneri* in forage preservation. *Trends in Biotechnology*, 21(6), 282-287.
- Hu, W., Schmidt, R. J., McDonnell, E. E., Klingerman, C. M. and Kung Jr, L. (2009). The effect of *lactobacillus buchneri* 40788 or *lactobacillus plantarum* MTD-1 on the fermentation and aerobic stability of corn silages ensiled at two dry matter contents. *Journal of Dairy Science*, 92(8), 3907-3914.
- Jones, E. C. and Barnes, R. J. (1967). Non-volatile organic acids of grasses. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 18(7), 321-324.
- Karakozak, E. ve Ayaşan, T. (2010). Değişik yem bitkileri ve karışımlarından hazırlanan silajlarda inokulant kullanımının Flieg puanı ve ham besin maddeleri üzerine etkileri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(6), 987-994.
- Kim, S. C. and Adesogan, A. T. (2006). Influence of ensiling temperature, simulated rainfall, and delayed sealing on fermentation characteristics and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*, 89(8), 3122-3132.

- Kleinschmit, D. H. and Kung Jr, L. (2006). A meta-analysis of the effects of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages. *Journal of Dairy Science*, 89(10), 4005-4013.
- Kleinschmit, D. H., Schmidt, R. J. and Kung Jr, L. (2005). The effects of various antifungal additives on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*, 88(6), 2130-2139.
- Koç, F. ve Coşkuntuna, L. (2003). Silo yemlerinde organik asit belirlemede iki farklı metodun karşılaştırması. *Hayvansal Üretim*, 44(2), 37-46.
- Koç, F., Coşkuntuna, L., Özdüven M. L. ve Coşkuntuna, A. (2010). Farklı ortam sıcaklıklarında organik asit kullanımının fiğ-tahıl silajlarında fermantasyon gelişimi ve aerobik stabilite üzerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2), 159-165.
- Koç, F., Coşkuntuna, L., Özdüven, M. L., Coşkuntuna, A. and Şamlı, H. E. (2009). The effects of temperature on the silage microbiology and aerobic stability of corn and vetch-grain silages. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A-Animal Science*, (4), 239-246.
- Kristensen, N. B., Sloth, K. H., Højberg, O., Spliid, N. H., Jensen, C. and Thøgersen, R. (2010). Effects of microbial inoculants on corn silage fermentation, microbial contents, aerobic stability, and milk production under field conditions. *Journal of Dairy Science*, 93(8), 3764-3774.
- Krooneman, J., Faber, F., Alderkamp, A. C., Elferink, S. O., Driehuis, F., Cleenwerck, I., Swings, J. and Gottschal, J. C. (2002). *Lactobacillus diolivorans* sp. nov., a 1,2-propanediol-degrading bacterium isolated from aerobically stable maize silage. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 52(2), 639-646.
- Kung Jr, L. and Ranjit, N. K. (2001). The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. *Journal of Dairy Science*, 84(5), 1149-1155.
- Kung Jr, L., Robinson, J. R., Ranjit, N. K., Chen, J. H., Golt, C. M. and Pesek, J. D. (2000). Microbial populations, fermentation end-products, and aerobic stability of corn silage treated with ammonia or a propionic acid-based preservative. *Journal of Dairy Science*, 83(7), 1479-1486.
- Kung Jr, L., Schmidt, R. J., Ebling, T. E. and Hu, W. (2007). The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of ground and whole high-moisture corn. *Journal of Dairy Science*, 90(5), 2309-2314.
- Kung Jr, L., Smith, M. L., da Silva, E. B., Windle, M. C., da Silva, T. C. and Polukis, S. A. (2018). An evaluation of the effectiveness of a chemical additive based on sodium benzoate, potassium sorbate, and sodium nitrite on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*, 101(7), 5949-5960.
- Kung Jr, L., Stough, E. C., McDonnell, E. E., Schmidt, R. J., Hofherr, M. W., Reich, L. J. and Klingerman, C. M. (2010). The effect of wide swathing on wilting times and nutritive value of alfalfa haylage. *Journal of Dairy Science*, 93(4), 1770-1773.
- Kung, L., Jr. (2010). *Aerobic stability of silage*. Pages 82–102 in Proc. 40th California Alfalfa and Forage Symposium and Crop/Cereal Conference, Visalia, CA, USA, University of California Cooperative Extension, University of California, Davis, CA, USA. Available from <http://alfalfa.ucdavis.edu/+symposium/proceedings/2010/10-89.pdf>.

- Li, P., Ji, S., Hou, C., Tang, H., Wang, Q. and Shen, Y. (2016). Effects of chemical additives on the fermentation quality and N distribution of alfalfa silage in south of China. *Animal Science Journal*, 87(12), 1472-1479.
- Lima, E. M. D., Gonçalves, L. C., Keller, K. M., Rodrigues, J. A. D. S., Santos, F. P. C., Michel, P. H. F., Raposo, V. S. and Jayme, D. G. (2016). Re-ensiling and its effects on chemical composition, *in vitro* digestibility, and quality of corn silage after different lengths of exposure to air. *Canadian Journal of Animal Science*, 97(2), 250-257.
- McDonald, P. (1981). *The Biochemistry of Silage*. (Ed) John Wiley and Sons. New York, United States.
- McDonald, P., Edwards, R.A. and Greenhalgh, J.F.D. (1988). *Animal Nutrition*. 4th Edition. Longman Scientific and Technical, 543 p.
- McDonald, P., Henderson, A.R. and Heron, S.J.E. (1991). *The Biochemistry of Silage*. Second Edition. Chalcombe Publication, Marlow, England. 340 p.
- McDonald, P., Stirling, A. C., Henderson, A. R. and Whittenbury, R. (1964). Fermentation studies on inoculated herbage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 15(7), 429-436.
- McEniry, J., King, C. and O'Kiely, P. (2014). Silage fermentation characteristics of three common grassland species in response to advancing stage of maturity and additive application. *Grass and Forage Science*, 69(3), 393-404.
- Meeske, R. and Basson, H. M. (1998). The effect of a lactic acid bacterial inoculant on maize silage. *Animal Feed Science and Technology*, 70(3), 239-247.
- Meeske, R., Basson, H. M. and Cruywagen, C. W. (1999). The effect of a lactic acid bacterial inoculant with enzymes on the fermentation dynamics, intake and digestibility of *Digitaria eriantha* silage. *Animal Feed Science and Technology*, 81(3-4), 237-248.
- Merry, R. J., Cussen-MacKenna, R. F. and Jones, R. (1993). Biological silage additives. *Ciencia E Investigacion Agraria*, 20(2), 2-29.
- Michel, P. H. F., Gonçalves, L. C., Rodrigues, J. A. S., Keller, K. M., Raposo, V. S., Lima, E. M., Santos, F. P. C. and Jayme, D. G. (2017). Re-ensiling and inoculant application with *lactobacillus plantarum* and *propionibacterium acidipropionici* on sorghum silages. *Grass and Forage Science*, 72(3), 432-440.
- Miskovic, K. and Rasovic, B. (1972). Quantitative proportion of lactic acid bacteria in the epiphytic microflora of sorghum, maize, alfalfa and spring maize. *Savremena Poljoprivreda*, 45-53.
- Moon, N. J. and Henk, W. G. (1980). Progression of epiphytic microflora in wheat and alfalfa silages as observed by scanning electron microscopy. *Applied and Environmental Microbiology*, 40(6), 1122-1129.
- Moran, J., Weinberg, Z. G., Ashbell, G., Hen, Y., Owen, T. R. and Jones, D. I. H. (1996). The effect of a bacterial inoculant on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. In *Proc. 11th International Silage Conference*. Aberystwyth, Wales (pp. 164-165).
- Muck, R. E. (1988). Factors influencing silage quality and their implications for management. *Journal of Dairy Science*, 71(11), 2992-3002.
- Muck, R. E. (1996). A lactic acid bacteria strain to improve aerobic stability of silages. *US Dairy Forage Research Center*, 42-43.

- Muck, R. E. (2010). Silage microbiology and its control through additives. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 183-191.
- Muck, R. E., Moser, L. E. and Pitt, R. E. (2003). Postharvest factors affecting ensiling. *Silage Science and Technology*, 42, 251-304.
- Muck, R. E., Nadeau, E. M. G., McAllister, T. A., Contreras-Govea, F. E., Santos, M. C. and Kung Jr, L. (2018). Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 3980-4000.
- Ni, K., Wang, F., Zhu, B., Yang, J., Zhou, G., Pan, Y. I., Tao, Y. and Zhong, J. (2017). Effects of lactic acid bacteria and molasses additives on the microbial community and fermentation quality of soybean silage. *Bioresource Technology*, 238, 706-715.
- Nilson, P. E. (1956). Some characteristics of silage microflora. *Arch. Microbiol.* pp 24:396-411.
- Nishino, N., Yoshida, M., Shiota, H. and Sakaguchi, E. (2003). Accumulation of 1,2-propanediol and enhancement of aerobic stability in whole crop maize silage inoculated with *lactobacillus buchneri*. *J. Appl. Microbiol.* 94: 800–807p.
- O'Neill, M. A. and York, W. S. (2018). The composition and structure of plant primary cell walls. *Annual Plant Reviews Online* 8: 1–54p.
- Ozduven, M. L., Onal, Z. K. and Koc, F. (2010). The effects of bacterial inoculants and/or enzymes on the fermentation, aerobic stability and *in vitro* dry and organic matter digestibility characteristics of triticale silages. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 16(5), 751-756.
- Pahlow, G., Muck, R. E., Driehuis, F., Elferink, S. J. O. and Spoelstra, S. F. (2003). Microbiology of ensiling. *Silage Science and Technology*, 42, 31-93.
- Pelletier, S., Tremblay, G. F., Bélanger, G., Bertrand, A., Castonguay, Y., Pageau, D. and Drapeau, R. (2010). Forage nonstructural carbohydrates and nutritive value as affected by time of cutting and species. *Agronomy Journal*, 102 (5), 1388-1398.
- Petterson, K. (1988). Ensiling of Forages. Factors affecting silage fermentation and quality. Swedish University of Agricultural Sciences Department of Animal Nutrition and Management Uppsala 1988.
- Polan, C. E., Stieve, D. E. and Garrett, J. L. (1998). Protein preservation and ruminal degradation of ensiled forage treated with heat, formic acid, ammonia, or microbial inoculant. *Journal of Dairy Science*, 81(3), 765-776.
- Polat, C., Koç, F. ve Ozduven, M.L. (2005). Mısır silajında laktik asit bakteri ve laktik asit bakteri+enzim karışımı inokulantların fermentasyon ve toklularda ham besin maddelerinin sindirilme dereceleri üzerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 2(1): 13-22.
- Potkański, A., Kostulak-Zielińska, M. and Selwet, M. (2000). The effect of additives containing formic acid on the nutritive and hygienic value of silages made from grass-legume mixtures. In *International Conference of Animal Nutrition in Tartu, Estonia, 25-26 May, 2000.* (pp. 83-87). Estonian Agricultural University.
- Queiroz, O. C. M., Arriola, K. G., Daniel, J. L. P. and Adesogan, A. T. (2013). Effects of 8 chemical and bacterial additives on the quality of corn silage. *Journal of Dairy Science*, 96(9), 5836-5843.

- Ranjit, N. K. and 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(3), 526-535.
- Ranjit, N. K., Taylor, C. C., and Kung Jr, L. (2002). Effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage. *Grass and Forage Science*, 57(2), 73-81.
- Rooke, J. A., Maya, F. M., Arnold, J. A. and Armstrong, D. G. (1988). The chemical composition and nutritive value of grass silages prepared with no additive or with the application of additives containing either *Lactobacillus plantarum* or formic acid. *Grass and Forage Science*, 43(1), 87-95.
- Santos, E.M., Zanine, A.M., Ferreira, D.J., Oliveira, J.S., Penteado, D.C.S. and Pereira, O.G. (2008). Activated inoculant improves Tanzania grass (*Panicum maximum*) silage. *Arch. Zootec.* 57, 35–42.
- Sarıççek, B. Z., Yıldırım, B., Kocabaş, Z. and Demir, E. Ö. (2016). The effects of storage time on nutrient composition and silage quality parameters of corn silage made in plastic mini silo in laboratory conditions. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 6(3), 177-183.
- Schmidt, R. J. and Kung Jr, L. (2010). The effects of *Lactobacillus buchneri* with or without a homolactic bacterium on the fermentation and aerobic stability of corn silages made at different locations. *Journal of Dairy Science*, 93(4), 1616-1624.
- Seale, D. R., Pahlow, G., Spoelstra, S. F., Lindgren, S., Dellaglio, F. and Lowe, J. F. (1990). *Methods for the microbiological analysis of silage*. Grovfoder (Sweden).
- Sebastian, S., Phillip, L. E., Fellner, V. and Idziak, E. S. (1996). Comparative assessment of bacterial inoculation and propionic acid treatment of aerobic stability and microbial populations of ensiled high-moisture ear corn. *Journal of Animal Science*, 74(2), 447-456.
- Skonieski, F.R., Viégas, J., Martin, T.N., Nörnberg, J.L., Meinerz, G.R, Tonin, T.J., Bernhard, P. and Frata, M.T. (2017). Effect of seed inoculation with *Azospirillum brasilense* and nitrogen fertilization rates on maize plant yield and silage quality. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46, 722-730.
- Sriramulu, D. D., Liang, M., Hernandez-Romero, D., Raux-Deery, E., Lünsdorf, H., Parsons, J. B., Warren, M. J. and Prentice, M. B. (2008). *Lactobacillus reuteri* DSM 20016 produces cobalamin-dependent diol dehydratase in metabolosomes and metabolizes 1, 2-propanediol by disproportionation. *Journal of Bacteriology*, 190(13), 4559-4567.
- Stirling, A. C. (1951). Bacterial changes in experimental laboratory silage. In *Proceedings of the Society for Applied Bacteriology* (Vol. 14, No. 2, pp. 151-156). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
- Supelco. (1998). Solid phase microextraction: *Solventless sample preparation for monitoring flavor compounds by capillary gas chromatography*. Bulletin 869A. Bellefonte, PA.
- Tangni, E. K., Pussemier, L. and Van Hove, F. (2013). Mycotoxin contaminating maize and grass silages for dairy cattle feeding: current state and challenges. *J. Anim. Sci. Adv*, 3(10), 492-511.
- Taylor, C. C. and Kung Jr, L. (2002). The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of high moisture corn in laboratory silos. *Journal of Dairy Science*, 85(6), 1526-1532.

- Teller, R. S., Schmidt, R. J., Whitlow, L. W. and Kung Jr, L. (2012). Effect of physical damage to ears of corn before harvest and treatment with various additives on the concentration of mycotoxins, silage fermentation, and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*, 95(3), 1428-1436.
- Van Soest, P. V., Robertson, J. B. and Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597.
- Wagle, M., Basnet, P., Vartun, A. and Acharya, G. (2021). Nitric oxide, oxidative stress and *streptococcus mutans* and *Lactobacillus* bacterial loads in saliva during the different stages of pregnancy: A Longitudinal Study. *Int J Environ Res Public Health*. 18(17), 9330.
- Weinberg, Z. G. and Muck, R. E. (1996). New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiology Reviews*, 19(1), 53-68.
- Weinberg, Z. G., Shatz, O., Chen, Y., Yosef, E., Nikbahat, M., Ben-Ghedalia, D. and Miron, J. (2007). Effect of lactic acid bacteria inoculants on *in vitro* digestibility of wheat and corn silages. *Journal of Dairy Science*, 90(10), 4754-4762.
- Whittenbury, R. (1968). Microbiology of grass silage. *Process Biochem.* pp. 3:27-30.
- Winters, A. L., Fychan, R. and Jones, R. (2001). Effect of formic acid and a bacterial inoculant on the amino acid composition of grass silage and on animal performance. *Grass and Forage Science*, 56(2), 181-192.
- Woolford, M. K. (1975). Microbiological screening of the straight chain fatty acids (C1-C12) as potential silage additives. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 26(2), 219-228.
- Woolford, M. K. (1984). The Chemistry of Silage. In: *The Silage Fermentation*. New York: Marcel Decker. pp. 71–132.
- Xie, Z. L., Zhang, T. F., Chen, X. Z., Li, G. D. and Zhang, J. G. (2012). Effects of maturity stages on the nutritive composition and silage quality of whole crop wheat. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25(10), 1374.
- Yitbarek, M. B. and Tamir, B. (2014). Silage additives. *Open Journal of Applied Sciences*.
- Yuan, X., Wen, A., Desta, S. T., Wang, J. and Shao, T. (2017). Effects of sodium diacetate on the fermentation profile, chemical composition and aerobic stability of alfalfa silage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30(6), 804.
- Yurtman, İ.Y., Koç, F., Özdüven M.L. ve Erman, M.S. (1997). *Silaj üretiminde mikrobiyal katkı maddelerinin kullanımı*. Trakya Bölgesi II. Hayvancılık Sempozyumu, s. 346-351, Tekirdağ.