

**AYÇİÇEĞİ SİLAJLARINDA
ORGANİK ASİT KULLANIMININ
FERMANTASYON GELİŞİMİ VE
AEROBİK STABİLİTE ÜZERİNE ETKİLERİ**

MURAT HIRA

**Yüksek Lisans Tezi
Zootečni Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN**

Tekirdağ 2012

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**AYÇİÇEĞİ SİLAJLARINDA ORGANİK ASİT KULLANIMININ FERMANTASYON
GELİŞİMİ VE AEROBİK STABİLİTE ÜZERİNE ETKİLERİ**

MURAT HIRA

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: DOÇ. DR. M. LEVENT ÖZDÜVEN

TEKİRDAĞ-2012

Her hakkı saklıdır.

Doç. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN danışmanlığında, Murat HIRA tarafından hazırlanan “Ayçiçeği Silajlarında Organik Asit Kullanımının Fermantasyon Gelişimi Ve Aerobik Stabilite Üzerine Etkileri” isimli bu çalışma 18/10/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Zootečni Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN (Danışman)

İmza:

Doç. Dr. Oğuz BİLGİN

İmza:

Yrd. Doç. Dr. Levent COŞKUNTUNA

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AYÇİÇEĞİ SİLAJLARINDA ORGANİK ASİT KULLANIMININ FERMANTASYON GELİŞİMİ VE AEROBİK STABİLİTE ÜZERİNE ETKİLERİ

Murat HIRA
Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootekni Anabilim Dalı

Danışman :
Doç. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN

Bu araştırma, organik asit kullanımının ayçiçeği silajlarında fermantasyon gelişimi ve aerobik stabilite üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada katkı maddesi olarak Farmavet firmasından temin edilmiş olan SİLOFARM® LIQUID isimli formik asit temelinde dayalı silaj katkısından yararlanılmıştır. Araştırma materyalleri kontrol ve organik asit uygulaması içeren grup olmak üzere dört deneme grubuna bölünmüştür. Firma önerileri doğrultusunda organik asit ilavesinden sonra, materyaller yalnızca gaz çıkışına olanak tanıyan 1.0 litrelik (Weck, Wher - Oftringen, Germany) anaerobik kavanozlarda silolanmıştır. Her muameleye ait 3'er silo kabının kullanıldığı çalışmada, silo kaplarının doldurulmasından sonra materyaller laboratuvar koşullarında (30 ± 2 °C) depolanmıştır.

Fermantasyonun 2, 4, 8 ve 60. günlerinde açılan örnekler üzerinden pH, kuru madde (KM), ham protein (HP), amonyağa bağlı nitrojen ($\text{NH}_3\text{-N}$), suda çözünebilir karbonhidratlar (SÇK), laktik asit analizleri gerçekleştirilmiştir. *Lactobacilli*, maya ve küf sayımları için mikrobiyolojik analizlerin yapıldığı çalışmada, aerobik stabiliteye ilişkin özellikleri ana fermantasyon dönemi sonrası 5 günlük dönemde izlenmiştir.

Sonuç olarak, ayçiçeğine ilave edilen formik asit silajlardaki laktik ve asetik asit içeriklerini düşürürken, proteolizi de önlemiştir. Ayrıca formik asit ayçiçeği silajlarında yüksek anti bakteriyel aktivite göstererek silajların 5 günlük aerobik dönem boyunca pH değerini, maya ve küf popülasyonları ile CO_2 üretimlerini düşürmüş ve aerobik stabiliteyi geliştirmiştir.

Anahtar kelimeler: Organik asit, silaj fermantasyonu, ayçiçeği hasılı, aerobik stabilite

ABSTRACT

MSc. Thesis

The Effect of Organic Acid Usage of Fermentation and Aerobic Stability Sunflower Silages

Murat HIRA

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Main Science Division of Animal Science

Supervisor: Associate Prof. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN

The purpose of current work was to extend the study of the effect on the ensiling fermentation aerobic stability with or without organic acid of whole plant sunflower silages. SİLOFARM® LIQUID of formic acid-based silage additive which will be produced by Farmavet firm was to be used in this investigation. Silage materials were divided in five trial groups for the control and organic acids treatments. After organic acid is applied silage materials were ensiled in 1.0 l anaerobic jars (Weck, Wher-Oftringen, Germany) equipped with a lid that enabled gas release only. The jars were stored under the following temperature regimes: (30±2°C) Three jars per treatment from every temperature were sampled on days 2, 4, 8 and 60th days of fermentation and samples were analyzed to determine their pH, dry matter (DM), crude protein (CP), ammonia nitrogen (NH₃-N), water soluble carbohydrates (WSC), lactic acid contents. Microbiological analyses were also enumeration of the *lactobacilli*, mould and yeast. Aerobic stability characteristics were monitored during 5 days after the main fermentation periods. As a result, formic acid that applied to sunflower decreased lactic and acetic acid concentrations and prevented proteolysis in the silages. However, formic acid showed a high antibacterial activity in sunflower. During the 5 days aerobic period, formic acid decreased pH values, yeast and moulds populations and production of CO₂ and improved aerobic stability of sunflower silage.

Keywords: Organic acid, silage fermentation, whole plant sunflower, aerobic stability

2012, 44 Pages

SİMGELER DİZİNİ

ADF	: Asit deterjanlarda çözünmeyen karbonhidratlar
ADL	: Asit deterjanlarda çözünmeyen lignin
Bc	: Tamponlama kapasitesi
BE	: Brüt enerji
CO ₂	: Karbondioksit
HK	: Ham kül
HP	: Ham protein
HS	: Ham selüloz
HY	: Ham yağ
KM	: Kuru madde
LAB	: Laktik asit bakterileri
ME	: Metabolik enerji
NDF	: Nötral deterjanlarda çözünmeyen karbonhidratlar
NEL	: Net enerji laktasyon
NH ₃ -N	: Amonyaka bağlı nitrojen
NÖM	: Nitrojensiz öz maddeler
SÇK	: Suda çözünebilir karbonhidratlar
TM	: Taze materyal
TN	: Toplam nitrojen

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
SİMGE LİSTESİ	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	iv
ÇİZELGE LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	16
3.1. MATERYAL	16
3.1.1. SİLAJ MATERYALİ	16
3.1.2. SİLAJLARIN HAZIRLANMASI.....	16
3.2. YÖNTEM.....	16
3.2.1. SİLAJ KALİTESİ TAKDİRİ İÇİN KULLANILAN YÖNTEMLER	16
3.2.1.1. pH ve Bc Analizleri	16
3.2.1.2. SÇK Analizi	17
3.2.1.3. NH ₃ -N Analizi.....	17
3.2.1.4. Organik Asit Analizleri.....	17
3.2.1.4.1. Laktik Asit Analizleri	17
3.2.1.4.2. Asetik Asit Analizleri	18
3.2.1.5. Mikrobiyolojik Analizler	19
3.2.2. HAM BESİN MADDELERİ VE HÜCRE DUVARI İÇERİKLERİ ANALİZLERİ 20	
3.2.2.1. Ham Besin Maddeleri İçerikleri Analiz Yöntemleri	20
3.2.2.2. Hücre Duvarı İçerikleri Analiz Yöntemleri	20
3.2.2.3. Aerobik Bozulmaya Dirence İlişkin Analizler.....	22
3.2.2.4. Enzimde OM Çözünübilirliği Analiz Yöntemleri	23
3.2.3. İSTATİKSEL ANALİZLER	24
4. BULGULAR.....	25
4.1. Silajların Fermantasyon Özellikleri	25
4.1.1. Silajların Kimyasal Analizleri.....	31
4.1.2. Silajların Mikrobiyolojik Analizleri.....	31
4.2. Silajların Aerobik Stabiliteleri	32
4.3. Silajların Hücre Duvarı Bileşenleri	33
4.4. Silajların in vitro Organik Madde Sindirilebilirliği	34
5. TARTIŞMA ve SONUÇ.....	35
6. KAYNAKLAR	38

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1. Ayçiçeği silajına ait kimyasal analiz sonuçları	26
Çizelge 2. Ayçiçeği silajlarına ait mikrobiyolojik analiz sonuçları, \log_{10} cfu/g KM.....	32
Çizelge 3. Ayçiçeği silajlarının aerobik stabilite test sonuçları	33
Çizelge 4. Ayçiçeği silajlarının hücre duvarı kapsamına ilişkin analiz sonuçları, (%)	34
Çizelge 5. Silajların in vitro OM sindirilebilirlik özellikleri, %.....	34

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Ayçiçeği silajlarının fermantasyon süresince pH değişimleri	28
Şekil 2. Ayçiçeği silajlarının fermantasyon süresince KM değişimleri.....	28
Şekil 3. Ayçiçeği silajlarının fermantasyon süresince SÇK değişimleri	29
Şekil 4. Ayçiçeği silajlarının fermantasyon süresince HK değişimleri	29
Şekil 5. Ayçiçeği silajlarının fermantasyon süresince HP değişimleri	30
Şekil 6. Ayçiçeği silajlarının fermantasyon süresince NH ₃ -N değişimleri	30
Şekil 7. Ayçiçeği silajlarının fermantasyon süresince laktik asit değişimleri.....	31
Şekil 8. Ayçiçeği silajlarının fermantasyon süresince asetik asit değişimleri	32

1. GİRİŞ

Bitkisel üretim sonucu elde edilen yem kaynaklarının gereksinim duyulan dönemler için ve farklı yöntemler aracılığı ile saklanması sıkça başvurulan bir uygulamadır. Söz konusu işlemin başlangıç materyalindeki besin maddelerinden en az kayıp ile gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Üretime ilişkin özellikler yanında, hasat ve saklama koşullarında uygun yöntemlerin kullanılması ile ulaşılabilecek bu nokta, hayvan tarafından tüketilecek son üründe kalite kavramı olarak irdelenir.

Ruminantların beslenmesinde vazgeçilmez bir kaynak olan kaba yem üretimi gerek kalitatif ve gerekse kantitatif olarak yetersizdir. Kaba yem üretimimizin yetersiz oluşu, hayvan beslemede yem değeri düşük sap, saman ve kavuz gibi yemlerin kullanımını zorunlu hale getirmektedir. Ülkemizde hayvanların tüm yıl boyu kaba yem ihtiyaçlarının karşılanmasında, yemlerin muhafaza tekniklerinden kurutma yaygın olarak kullanılmasına karşın, silaj yapımı ve yemlerin silolanarak muhafazası arzu edilen düzeylere ulaşamamıştır. Silo yemleri geniş getiren hayvanlarının beslenmesinde vazgeçilmez bir kaba yem kaynaklarıdır. Hayvansal üretimde yem giderlerinin oldukça yüksek olması silo yemlerinin önemini bir kat daha artırmaktadır. Tarımı gelişmiş ülkelerde silo yemi yaygın olarak kullanılmakta ve rasyonların önemli bir kısmını silajın oluşturmasına özen gösterilmektedir (Sarıççek ve ark. 2002).

Yeşil ve suca zengin yemlerin havasız ortamda süt asidi bakterileri yardımıyla fermantasyona uğratılması, yani ekşitilmesi yoluyla saklanması esasına dayanan yem saklama yöntemine silaj, bu yöntemle elde edilen yemlere de silo yemleri adı verilir. Silolama sırasında meydana gelen temel olay, laktik asit bakterileri (LAB), anaerobik koşullar altında başta glukoz ve fruktoz olmak üzere bitkisel materyalin içeriğinde doğal olarak bulunan suda çözünebilir karbonhidratları (SÇK), laktik asit ve diğer organik asitlere dönüştürürler. Bunun sonucunda pH düşer ve su içeriği yüksek olan bitkisel ürün bozulmaya neden olan mikroorganizmalardan korunmuş olur (Weinberg ve ark. 1993).

Ayçiçeği hasılı Dünyanın birçok bölgesinde silaj üretimi amacı ile yetiştirilmektedir. Ülkemizde ise ayçiçeği tarımı bu amaçla ele alınmamıştır. Ayçiçeği bitkisine ait en tipik özellikler genel anlamda mısıra göre daha yüksek yapısal karbonhidrat ve protein içeriğine sahip olmasıdır (McDonald ve ark. 1991, Polat ve ark. 1998). Mısır gibi kolay silolanabilme yeteneğine sahip olduğundan tek başına silolanabileceği gibi, tek başına silolanması zor yem materyallerinin silolanmasında katkı maddesi olarak kullanılabilir (Kılıç 1986).

Ayçiçeği gerek dünyada, gerekse ülkemizde genelde kurak şartlarda yetiştirilmektedir. Çok geniş bir adaptasyon kabiliyeti olmasına rağmen, ekim alanlarının fazla olmaması, birim alandan elde edilen gelirin az olmasından kaynaklanmaktadır (Kaya 2003). Sulu alanlarda ise, aynı nedenden dolayı pamuk, mısır, şeker pancarı ve soya gibi bitkiler ile rekabet edememektedir. Bu suretle, ayçiçeğinde geniş alanlarda ekiminin yayılması için, birim alandan elde edilen verimi arttırıcı çalışmalara hız verilmelidir.

Silaj yapımının ekonomik anlamda hayvancılık yapmak için şart olmasıyla birlikte değişik ihtiyaçlara cevap verecek bitki alternatifleri de gündeme gelmiştir. Ülkemizin farklı ekolojik bölgeye sahiptir. Sulu tarımın uygulanmadığı yörelerde ikinci ürün yetiştirme şansı bulunmamaktadır. Bu özelliğe sahip yerlerde kısa sürede silajlık biçime gelen ve kurağa toleransı nedeniyle ayçiçeği, alternatif silaj bitkisi olarak değerlendirilebilir. Vejetasyon süresinin kısa olduğu Doğu Anadolu Bölgemizde tahıl hasadından sonra silajlık olarak yetiştirilebilir. Ayçiçeği silajı özellikle süt hayvanlarının beslenmesinde önemli bir yemdir. Yapılan değişik araştırmalarda ayçiçeği silo yemi ile yemlemeden sonra süt yağında önemli bir yükselme görülmektedir. Siloya doldurulmadan önce vejetatif aksamı iyi gelişen ayçiçeği çeşitlerinin çiçeklenme döneminde biçilerek 0.5-1.0 cm uzunluğunda parçalanması fermantasyonun seyrinin güvence altına almada önemli bir işlemdir. Silo yemi tadının daha iyi duruma gelmesi ve 1/3 oranında üçgül, yonca, mısır ve şeker pancarı yaprağı ile karıştırılarak silolanabilir (Anonim 2008).

İklim, bitki çeşidi, bitkinin kimyasal bileşimi ve silolama tekniği gibi birçok faktörün kontrol edilmemesi durumunda fermantasyon olayları arzu edilmeyen bir şekilde gerçekleşebilir. Silolama süresince gerçekleşen fermantasyon olaylarının bir sonucu olarak silajlarda kuru madde (KM), pH, organik asit (asetik, bütrik ve laktik asit) bileşimi, amonyak azotu (NH₃-N) miktarı gibi özellikler bakımından gözlenecek değerlerin, silaja ilişkin KM tüketimi ve besleme değerliliği üzerinde önemli etkilere sahip olduğu bilinmektedir (Kılıç 1986, Phipps ve Wilkinson 1986, Mc Donald ve ark. 1988). Silolanacak materyalin içerdiği aerobik mikroorganizma sayısı, materyalin hava ile temas ettiği sürenin uzunluğu, fermantasyon özellikleri, silonun doldurulma ve kapatılma süresi, yüzey kayıpları ve çevre sıcaklığı silajların aerobik stabilitelelerini etkileyen en önemli faktörlerdir (Filya 2001).

Silaj fermantasyonunda kullanılmak üzere çok sayıda katkı maddesi geliştirilmiştir. Bu katkı maddelerinin bazıları silajların fermantasyon özelliklerini olumlu yönde etkilerken,

bazıları silajların aerobik olarak stabil hale getirmekte bazıları ise probiyotik etki göstererek silajların hayvanlar tarafından değerlendirme düzeylerini artırmaktadır (Filya 2000a).

Başta sıcak ülkeler olmak üzere silaj yapılan tüm ülkelerde karşılaşılan en önemli sorunların başında fermantasyon sonucunda elde edilen silajların aerobik olarak stabil olmayışları gelir. Bu tür silajlar maya, küf, enterobacteria ve clostridia sporları gibi silajlarda bozulmaya neden olan başlıca mikroorganizma popülasyonlarını hem çok yüksek düzeylerde içerirler hem de bu mikroorganizma popülasyonlarının gelişerek çoğalmalarına çok elverişli bir ortam oluştururlar (Filya ve ark. 2005). Silaj açıldıktan sonra söz konusu mikroorganizma popülasyonları faaliyete geçerek ortamdaki şekerleri ve fermantasyon son ürünlerini tüketerek silajların ısınmasına yol açarlar. Bu tür silajlar aerobik olarak stabil değildir ve kısa bir süre içerisinde bozulur. Silolanacak materyalin içerdiği aerobik mikroorganizma sayısı, materyalin hava ile temas ettiği sürenin uzunluğu, fermantasyon özellikleri, silonun doldurulma ve kapatılma süresi, yüzey kayıpları ve çevre sıcaklığı silajların aerobik stabiliteelerini etkileyen en önemli faktörlerdir (Filya 2001).

Farklı silajların kimyasal ve mikrobiyolojik yapıları ile aerobik bozulma arasındaki ilişki günümüze kadar saptanamamıştır. Bugün için yalnızca asetik, propiyonik ve bütrik asit gibi kısa zincirli uçucu yağ asitlerinin silajlarda özellikle maya ve küf gelişimini baskı altına alarak silajlardaki aerobik bozulmayı önlediği bilinmektedir (McDonald ve ark. 1991).

Son yıllarda silajlarda maya ve küf gelişimini önlemek ve aerobik stabiliteyi artırmak için organik asit temeline dayalı koruyucu özellikteki katkı maddeleri geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Özellikle formik asit ve formik asit temeline dayalı koruyucular katıldıkları silajların pH' larını çok kısa bir sürede düşürerek fermantasyonu sınırlandırmakta ve silajlarda aerobik bozulmaya neden olan maya, küf, enterobacteria ve clostridia gelişimini önleyerek silajların aerobik stabiliteelerini geliştirmektedir (Lindgren ve ark. 1983, Driehuis ve Van Wixselaar 1996, Filya 2003, Filya ve Sucu 2003).

Bu koruyucular ayrıca fermantasyon sırasında ve sonrasında silajların ısınmasını engelleyerek silajlardaki proteolizisi de (protein parçalanmasını) önlemektedir. Dolayısıyla bu tür silajlarda daha az amonyak azotuna (NH₃-N) rastlanmaktadır (Rooke ve ark. 1988, Polan ve ark. 1998, Winters ve ark. 2001, Filya ve Sucu 2003). Diğer yandan söz konusu koruyucuların ruminantların kuru madde (KM) tüketimini artırarak performanslarını olumlu yönde etkilediği bildirilmektedir (McDonald ve ark. 1991).

Bu alışma ile, farklı dozlarda kullanılan organik asidin ayıeği hasıllarında silaj fermantasyon özellikleri, ham besin maddeleri, hücre duvarı bileşenleri, aerobik stabilitesi ve *in vitro* organik madde (OM) sindirebilirliği üzerine etkilerinin laboratuvar koşullarında incelenmesi ve sahaya aktarılabilecek verilerin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ayçiçeği, başta ABD ve Rusya olmak üzere dünyanın çeşitli bölgelerinde silajlık bir bitki olarak başarılı bir şekilde yetiştirilmektedir. Mısıra göre daha düşük sıcaklıklarda yetişebilmesi ve geç ekilen tohumların hızla gelişebilmesi Avrupa'da da büyük ilgi görmesine yol açmıştır. Ülkemizde ise ayçiçeği tarımı bu amaçla ele alınmamıştır. Ayçiçeği bitkisine ait en tipik özellikler genel anlamda mısıra göre daha yüksek yapısal karbonhidrat ve protein içeriğine sahip olmasıdır. Başarılı bir fermantasyon gelişimi açısından yeterli SÇK içeriğine sahip olmakla birlikte, düşük kuru madde içeriği ve sindirilebilirlik özelliği bu materyalin olumsuz niteliklerini oluşturmaktadır. Ancak KM içeriği ile sindirilme derecesinin düşük oluşu ve fiziksel yapısından dolayı soldurulamaması ayçiçeğinin dezavantajlarıdır. Silaj için en uygun biçim zamanı danelerin süt olum dönemidir. Bu dönemin geçirilmesi halinde yapılan silajların sindirilme dereceleri çok düşmektedir (Özdüven 2002). İskoçya'da yetiştiriciliği yapılan ayçiçeği çeşitlerinde vejetasyonun farklı aşamalarında tespit edilen buffer kapasitesi (Bc), kuru madde (KM), ham protein (HP), ham yağ (HY), ham kül (HK) ve SÇK değerleri sırası ile 449 mEq g/kg KM; %8.4-%18.3; %9.2-28.7; %1.6-10.0; %9.1-19.6 ve 103 - 213 g/kg KM olarak bildirilmektedir (McDonald 1991).

Bitkilerdeki kimyasal ve mikrobiyolojik aktivite hasat anından itibaren başlar ve silolamanın sonuna kadar devam eder. Bu aktivitelere bağlı olarak silajların besleme değerleri bir miktar düşer. Olgunlaşma dönemi; ekonomik koşulları da göz önüne alarak bitkilerin kimyasal ve mikrobiyolojik yapı olarak maksimum verim ve sindirilme dereceleri açısından da en iyi durumda oldukları dönemdir. Bitkilerin olgunlaşmaya başlaması ile birlikte verimleri artar. Ancak bunun yanı sıra selüloz ve lignin içerikleri de arttığı için sindirilme dereceleri düşer. Çok olgun bitkiler gerek aşırı KM gerekse yetersiz SÇK içeriklerinden dolayı silaj yapımı için uygun değildir. Bitkilerin çok erken dönemlerde hasat edilmesiyle yapılan silajlarda da bütrik asidin yoğun olduğu kötü bir fermantasyon görülür. Çok erken dönemlerde hasat edilen ürünlerin KM içerikleri oldukça düşük olduğu için bu tip ürünler daha fazla soldurma süresine gereksinim duyarlar. Bu süresinin uzaması bitkilerdeki enzim aktivitesini artırarak bozulmaya ve kayıplara sebep olur. Diğer yandan bitkilerin fizyolojik özellikleri ile hava ve toprak nemi, sıcaklık ve gün uzunluğu gibi çevre koşulları da doğru hasat zamanının belirlenmesi üzerinde etkili faktörlerdir (Filya 2005).

Bitkisel üretim sonucu elde edilen yem kaynaklarının gereksinim duyulan dönemleri için ve farklı yöntemler aracılığı ile saklanması sıkça başvurulan bir uygulamadır. Söz konusu

işlemin başlangıç materyalindeki besin maddelerinden en az kayıp ile gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Üretime ilişkin özellikler yanında hasat ve saklama koşullarında uygun yöntemlerin kullanılması ile ulaşılabilecek bu nokta, hayvan tarafından tüketilecek son üründe kalite kavramı içerisinde irdelenir (Polat ve ark. 1998).

Silaj, genellikle su içeriği %50'nin üzerinde olan yeşil yem, bitkisel ürün, tarımsal artık ve atıkların doğal fermantasyonu sonucu elde edilen bir yem kaynağıdır (Meeske ve ark. 1993). Yeşil yemlerin oksijensiz koşullarda fermantasyona tabi tutulması olarak tanımlanabilecek silaj yapımında amaç homofermantatif nitelikteki laktik asit fermantasyonunu yem kitlesine hakim kılmaktır. (Weinberg ve ark. 1993). Ancak iklim, bitki çeşidi ve kimyasal bileşimi, silolama tekniği gibi birçok faktör kontrol edilmediği takdirde fermantasyon olayları arzu edilmeyen bir şekilde gerçekleşir. Silolama süresince gerçekleşen fermantasyon olaylarının bir sonucu olarak silajlarda KM, pH, organik asit bileşimi, NH₃-N gibi özellikler bakımından gözlenecek değerlerin, silaja ilişkin KM tüketimi ve besleme değerliliği üzerinde önemli etkilere sahip olduğu bilinmektedir (Kılıç 1986, Phipps 1986, McDonald ve ark. 1988, Yurtman ve ark. 1997).

Bitkilerin Bc fermantasyon kalitesi açısından çok önemli bir faktör olup bitkilerin tampon özelliklerinin büyük bir kısmı içerdikleri anyonlardan (organik asit tuzları, ortofosfatlar, sülfatlar, nitratlar ve klorürler) ileri gelirken, yaklaşık %10-20'lik bir kısmı ise bitki proteinlerinin aktivitelerinden ileri gelir. Baklagillerin Bc buğdaygillerden daha yüksektir. Bu nedenle baklagiller buğdaygillere göre daha zor silolanırlar. Yüksek Bc sahip bitkiler zor silolanmalarının yanı sıra fermente olabilmek için hem daha fazla SÇK'a gereksinim duyarlar hem de bu bitkilerin fermente olabilmesi için daha uzun bir süre gerekir. Diğer yandan Bc yüksek olan bitkiler silaj pH'sını yükselttikleri için bu tür bitkilerden yapılan silajlarda kayıp oranı daha yüksek olur (Filya 2007).

Herhangi bir bitkisel ürün silolandıktan sonra oluşacak fermantasyonun kalitesi silajların besleme değeri ve hijyenik yapıları açısından büyük önem taşımaktadır. Silaj fermantasyonu sırasında oluşan; pH, NH₃-N ve organik asitlerin miktar ve kompozisyonları gibi son derece önemli silaj parametreleri fermantasyonun kalitesini belirlerler. Özellikle pH değeri ve NH₃-N düzeyleri düşük, laktik ve asetik asit oranı yüksek silajlar gerek bu silajları tüketen hayvanların verimlerinin artırılması açısından gerekse sağlıkları üzerinde herhangi bir olumsuz etkinin görülmemesi açısından istenen silajlardır. Çünkü silaj yapımında temel amaç,

silajı tüketen hayvanların sağlıkları üzerinde olumsuz bir etkiye neden olmadan verimlerinin ekonomik olarak artırılmasıdır (Filya 2000b).

Polat ve ark. (1998)'nin ayçiçeği silajı için pH, KM, NH₃-N KM, laktik asit, asetik asit içeriklerini sırasıyla 3.84, %19.12, 1.21 g/kg KM, %1.51, %1.76, KM içinde HP, HY, ham selüloz (HS), HK, asit deterjanlarda çözünmeyen karbonhidratlar (ADF), nötral deterjanlarda çözünmeyen karbonhidratlar (NDF), asit deterjanlarda çözünmeyen lignin (ADL) içeriklerini sırasıyla %9.09, %3.09, %30.93, %9.37, %40.77, %45.71, %11.67 olarak saptamışlardır. Ensminger ve Olentine (1978) ayçiçeği silajının KM, HP, HY, HS, NÖM ve HK içeriklerinin sırasıyla %21.0, %2.1, %1.3, %6.2, %9.5 ve %2.1 olarak bildirmektedir. Kılıç'a (1986) göre, vejetasyonun farklı aşamaları (çiçeklenme ve çiçeklenme sonrası) itibari ile tespit edilen kimi özelliklere ilişkin değerler incelendiğinde, bu materyal için KM içeriğinin %14.8-%20.2; KM bazında HP içeriğinin %8.42-%9.45; HY içeriği %3.37-%3.47; HS içeriği %29.1-%38.1; NÖM içeriği % 44.6-%38.1 ve HK içeriği %13.5-%11.9 arasında değişim göstermektedir. Alçiçek (1988), yürüttüğü bir çalışmada ayçiçeği silajında KM, KM içinde OM, HP, HY, HS, NÖM ve HK içeriklerini sırası ile %14.47, %85.40, %11.07, %2.32, %28.62, %43.39 ve %14.60, ham besin madde sindirim derecelerini HK hariç sırası ile %57.81, %57.19, %65.94, %57.96, %46.24 ve %62.13, brüt enerji (BE), metabolik enerji (ME) ve net enerji laktasyon (NEL) içeriklerini ise sırası ile 16.95 MJ/kg KM, 7.23 MJ/kg KM ve 4.05 MJ/kg KM olarak saptamıştır. NRC (1989) verileri incelendiğinde, yağca zengin çeşitlerde ayçiçeği silajları için KM içerisinde HP, HS, NDF, ADF, selüloz, lignin ve HY değerleri sırası ile %12.5, %31.0, %42.0, %39.0, %27.0, %12.0 ve %10.7 olarak, yağca fakir çeşitlerde ise bu değerler %11.1, %33.5, %45.0, %42.0, %26.0, %16.0 ve %7.10 olarak bildirilmektedir. Ayçiçeği silajlarının mısır silajına oranla 5 kat daha fazla yağ ancak daha düşük enerji içerdiğini vurgulayan Macgregor (1994)'da ayçiçeği için olağan sayılabilecek KM ile KM içerisinde HP, HY, HS, NDF, ADF değerlerini sırası ile %27; %11.1 %10.7, %33.3, %49.0, %44.0 olarak açıklamaktadır.

Denek ve ark. (2003), ayçiçeği hasıllarına üre, üre+melas ve üre+buğday kırmısı katkısının silaj kalitesi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında ayçiçeği silajının katkısız, %0.5 üre, %0.5 üre+%5 melas ve %0.5 üre+%5 buğday kırmısı grupları için pH değerleri sırasıyla 4.27, 5.41, 4.82 ve 6.94; KM içeriklerini %16.61, 14.45, 16.60 ve 16.14; HP içeriklerini %20.96, 25.80, 28.30 ve 24.40; ADF içeriklerini %31.18, 32.90, 28.69 ve 33.17; NDF içeriklerini %27.70, 30.63, 20.03 ve 28.30; *in vitro* KM sindirilebilirlik değerlerini ise %80.85, 78.16, 83.81 ve 79.34 olarak saptamışlardır.

Özdüven ve Ögün (2006), yaş bira posası ile ayçiçeği hasılı karışımlarından elde edilen silajların bazı kalite özelliklerinin ve yem değerlerinin belirlenmesi amacı ile yürüttükleri çalışmalarında, 45 günlük silolama sonunda yaş bira posası, ayçiçeği, %50 yaş bira posası+ %50 ayçiçeği ve %25 yaş bira posası+ % 75 ayçiçeği silajlarında KM içeriklerini sırasıyla %23.67, 25.63, 24.84, 24.80; ham protein içeriklerini %19.16, 7.23, 9.98, 13.01; NH₃-N içeriklerini toplam nitrojen içerisinde 72.37, 75.34, 62.61, 72.79 g/kg; laktik asit içeriklerini %0.76, 2.08, 1.68, 1.33; pH değerlerini 3.97, 4.21, 4.17, 4.12; *in vivo* KM sindirilme derecelerini %66.26, 59.03, 60.11, 62.71; HP sindirilme derecelerini %72.46, 49.64, 73.69, 77.49; HS sindirilme derecelerini %52.85, 30.75, 45.22, 51.62 olarak saptamışlardır.

Silaj fermantasyonunda birden fazla faktör etkili olmaktadır. Bitkilerdeki kimyasal ve mikrobiyolojik aktivite hasat anından itibaren başlar ve silolamanın sonuna kadar devam eder. Bu aktivitelere bağlı olarak silajların besleme değerleri bir miktar düşer. Olgunlaşma dönemi; ekonomik koşulları da göz önüne alarak bitkilerin kimyasal ve mikrobiyolojik yapı olarak maksimum verim ve sindirilme dereceleri açısından da en iyi durumda oldukları dönemdir. Bitkilerin olgunlaşmaya başlaması ile birlikte verimleri artar. Ancak bunun yanı sıra selüloz ve lignin içerikleri de arttığı için sindirilme dereceleri düşer. Çok olgun bitkiler gerek aşırı KM gerekse yetersiz SÇK içeriklerinden dolayı silaj yapımı için uygun değildir. Bitkilerin çok erken dönemlerde hasat edilmesiyle yapılan silajlarda da bütrik asidin yoğun olduğu kötü bir fermantasyon görülür. Çok erken dönemlerde hasat edilen ürünlerin KM içerikleri oldukça düşük olduğu için bu tip ürünler daha fazla soldurma süresine gereksinim duyarlar. Bu süresinin uzaması bitkilerdeki enzim aktivitesini artırarak bozulmaya ve kayıplara sebep olur. Diğer yandan bitkilerin fizyolojik özellikleri ile hava ve toprak nemi, sıcaklık ve gün uzunluğu gibi çevre koşulları da doğru hasat zamanının belirlenmesi üzerinde etkili faktörlerdir (Filya 2005).

Herhangi bir bitkisel ürün silolandıktan sonra oluşacak fermantasyonun kalitesi silajların besleme değeri ve hijyenik yapıları açısından büyük önem taşımaktadır. Silaj fermantasyonu sırasında oluşan; pH, NH₃-N ve organik asitlerin miktar ve kompozisyonları gibi son derece önemli silaj parametreleri fermantasyonun kalitesini belirlerler. Özellikle pH değeri ve NH₃-N düzeyleri düşük, laktik ve asetik asit oranı yüksek silajlar gerek bu silajları tüketen hayvanların verimlerinin artırılması açısından gerekse sağlıkları üzerinde herhangi bir olumsuz etkinin görülmemesi açısından istenen silajlardır. Çünkü silaj yapımında temel amaç,

silajı tüketen hayvanların sağlıkları üzerinde olumsuz bir etkiye neden olmadan verimlerinin ekonomik olarak artırılmasıdır (Filya 2000).

Silaj üretiminde fermantasyon olaylarının kontrol altına alınabilmesi bakımından başvuru yollarından birisi de katkı maddesi kullanımınıdır. Katkı maddeleri kullanımı silaj yapımının önemli bir aşaması olup, parçalama işlemi ile birlikte kombine edilmelidir. Çünkü parçalama işlemi silaj katkı maddelerinin silolanan materyale homojen bir şekilde karışmasına olanak sağlar (Filya 2005). Etki mekanizmaları, yapıları ve kullanım amaçlarına göre farklı gruplar altında incelenebilecek olan katkı maddelerini silolanan kitlede arzu edilmeyen mikroorganizma aktivitesini baskı altına alan katkı maddeleri (çeşitli asit ve bunların karışımları, tuz, vb.) ve LAB aktivitesini destekleyen katkı maddeleri (şeker ve nişasta içeren besin maddeleri, enzim preparatları, mikrobiyal kültürler vb.) olmak üzere iki ana grupta değerlendirmek de olasıdır (Mc Donald ve ark. 1991, Yurtman ve ark. 1997).

Silaj yapımında organik asit kullanımı ise çok uzun yıllara dayanmaktadır. Organik asitler katıldıkları bitkilerde pH'yı düşürerek fermantasyonu sınırlamakta ve bunun sonucunda silajlardaki ısınmayı önlemektedirler. Diğer yandan antibakteriyel etkileri sayesinde silajlarda maya, küf, clostridia, enterobakteri ve diğer aerobik mikroorganizmaların gelişip çoğalmasını engelleyerek silajların aerobik stabilitelerini artırır. Böylece yemlemede kullanılmak üzere açılan silajlar bozulmadan uzun süre kullanılabilir. Organik asitler ayrıca silajların yem ve enerji değerlerini artırır (Filya 2005).

Formik, propiyonik, asetik, laktik, kapoik, sorbik, benzoik, akrilik asit gibi birçok asit silajlarda kaliteyi ve buna bağlı olarak hayvansal verimi artırmak amacıyla silaj katkı maddesi olarak yüksek oranlarda kullanılmaktadır. Bunların içinde en fazla kullanılanı formik asittir (Kılıç 1986, Coşkun ve ark. 1997).

Formik asit (%85 yoğunlukta) 1:20 oranında sulandırılarak yem türüne göre değişmekle birlikte % 4-5'a kadar kullanılabilir (Kılıç 1986).

Formik asidin hem ortamı asitlendirici etkisiyle istenmeyen bakterilerin gelişimini sınırladığı, hem de seçici bir antimikrobiyal özellik göstererek etkili olduğu bildirilmektedir. Sülfürik asit ve hidroklorik asit gibi mineral asitlerin sadece pH'nın düşmesinde etkili olup spesifik bir antimikrobiyal aktivite göstermediği belirtilmektedir (Bolsen ve ark. 1996).

Formik asit, güçlü asidik etkiye sahip olmasına rağmen, mineral asitlere nazaran daha zayıf etkilidir. Ticari olarak ürünlerin pH'sını düşürmek için fazla kullanılmaz. Formik asit dışındaki diğer asitlerin yakıcı, aşındırıcı v.b etkilerinde dolayı kullanımlarının sınırlı kaldığını bildirmektedir (Coşkun ve ark. 1997).

Silajlardaki proteoliz olayları genellikle bitki proteazlarının aktivitesi ile ilişkilidir. Deaminasyon olayı ise mikrobiyal enzimler tarafından oluşturulur. Formik asit gibi bir asit ilavesi ile mikrobiyal enzimlerin proteolitik aktivitelerin etkin bir şekilde inhibe edildiği ve buna bağlı olarak yıkım olaylarının azaldığı bildirilmektedir (Mc Donald 1981).

Mayaların özellikle formik aside karşı dirençli olduğu bilinmektedir. Bu sebeple formik asit ilave edilerek hazırlanan silajların aerobik stabilitesi, silajda yüksek miktarda bulunabilen mayalardan dolayı zayıf olmaktadır. Aynı zamanda fermantasyon da sınırlanmış olduğu için böyle silajlarda çoğu zaman yüksek oranda rezidüel karbonhidrat kaldığı bildirilmektedir (Atwal 1985, Haigh ve ark. 1987, Bolsen ve ark. 1996)

Formik asit ve yağ asitlerinin antibakteriyel etkisi hidrojen iyon konsantrasyonunu değiştirici etkileri ile şekillenmektedir. Etanol üretme özelliğine sahip mayalar formaldehite karşı dirençlidirler (Woolford 1975)

Woolford (1975) formik asit, asetik asit ve propiyonik asit ile yaptığı çalışmasında propiyonik asidin pH 5-6 arasında clostridia, bascillus türleri ve gram negatif bakterileri engellemede daha etkili olmasına rağmen, en etkili asidin formik asit olduğunu saptamıştır. Chamberlain ve Quig (1987) silolanmış çavdar hasılında 0, 2, 4 ve 6 l/ton formik asit kullanmış ve 2 l/ton`dan fazla miktardaki oranlarda kullanılan formik asidin silolamanın erken dönemlerinde LA seviyesinde belirgin bir azalmaya neden olduğunu belirlemiştir.

Soldurulmuş ve kuru madde miktarı %36`ya kadar yükseltilmiş çavdar hasılına formik asit (3.3 g/kg) ilave ederek yapılan silajlarda total mikroorganizma sayısında azalma belirlenmiş, LAB aktivitesinde sınırlı bir etkinin olduğu ortaya koyulmuştur (Henderson ve ark. 1972). Formik asit uygulamalarının silaj kalitesi ve verim değerleri üzerine olumlu sonuçlar verdiğini bildiren çalışmaların (Atwal 1985; Stella 1986, Haigh ve ark. 1987) yanı sıra etkili olmadığı bildiren çalışmalar da (Henderson ve ark. 1972, Lindgren ve ark. 1985) bulunmaktadır. Formik asidin silaj kompozisyonu üzerinde etkisi, uygulama miktarına, ürünün kuru madde içeriğine ve çeşidine bağlıdır. Kolay çözülebilir karbonhidratça zengin yemlerde formik asidin kullanımı ile laktat fermantasyonu şekillenmektedir. Asetik asit

üretimini azalması sonucu istenilen düzeyde bir fermantasyon gerçekleşmektedir. Yüksek düzeyde formik asidin kullanılmasıyla karbonhidrat içeriği yüksek silaj yemlerinde polisakkaritlerin hidrolizi sonucu şeker artışı olmaktadır. Formik asidin kaba yemlerdeki nitrojen bileşikleri üzerine etkisi de bulunmaktadır. Formik asit düzeylerindeki artışa bağlı olarak proteolizis ve dezaminasyon olaylarında azalma şekillenmektedir (Mc Donald ve ark. 1991). Kuru madde miktarındaki artışa (özellikle kolay çözülebilir karbonhidrat) paralel olarak formik asidin koruyucu etkisi de artmaktadır. Formik asit, depolama süresince silaj içerisindeki ısının düşük olmasına bağlı olarak, bitki solunumunu engelleyici etki de oluşturmaktadır. Chamberlain ve Quig (1987) asidin yüksek dozda 2-4 l/ton kullanımının fermantasyon üzerine olumsuz etkiler oluşturduğunu belirtmiştir.

Baytok ve Muruz (2003) erken, orta ve geç olmak üzere 3 farklı vejetasyon döneminde hasat edilen çayır otuna formik asit veya formik asit+melas (%2, 4 ve 6) kombinasyonu kullanılarak silolamışlardır. Yüz yirmi günlük silolama dönemi sonunda kontrol, formik asit ve formik asit+melas (%2, 4, 6) kullanılan gruplarda pH değerlerini erken, orta ve geç hasat döneminde sırasıyla 5.12, 4.62 ve 4.30-4.47; 5.35, 4.51 ve 4.51-4.66; 5.36, 4.54 ve 4.38-4.71; KM içerikleri %26.47, 27.44 ve 26.66-28.05; %27.86, 30.24 ve 29.82-31.23; %33.27, 34.04 ve 33.65-34.05; laktik asit içerikleri %2.07, 3.06, 3.40-4.34; %2.15, 3.22 ve 3.10-3.72; %1.52, 2.84 ve 3.23-3.80; asetik asit içerikleri ise %1.43, 1.92 ve 2.09-2.62; %1.59, 2.15 ve 2.07-2.66; %1.13, 2.07 ve 2.18-2.66; bütrik asit içerikleri %0.45, 0.38 ve 0.17-0.19; %0.35, 0.21 ve 0.28-0.32; %0.67, 0.14 ve 0.12-0.19; NDF içeriklerini %64.21, 63.21 ve 60.88-63.40; %65.89, 63.44 ve 61.57-62.87; %66.88, 64.26 ve 62.48-63.56; ADF içeriklerini ise %31.45, 31.15 ve 29.06-30.64; %32.85, 32.02 ve 30.44-31.82; %34.26, 33.68 ve 33.05-32.65 olarak saptamışlardır. Diğer yandan 120 günlük silolama dönemi sonunda kontrol, formik asit ve formik asit+melas (%2, 4, 6) kullanılan gruplarda 48 saatlik inkübasyon süresi sonunda *in situ* OM parçalanabilirlikleri erken, orta ve geç hasat döneminde sırasıyla %66.20, 66.12 ve 70.83-73.91; %66.03, 73.27 ve 71.86-72.72; %69.49, 67.69 ve 69.94-73.56 olarak saptamışlardır. Araştırmacılar formik asitle birlikte artan oranlarda melas katılmasının silajın ADF ve NDF içeriklerini formik asit ve kontrol grubuna göre düşürdüğünü ($p < 0.001$), formik asit+melas katkılı gruplarda silaj kalitesinin kontrol silajlarına göre daha iyi olduğunu ve formik asit katkısının silaj fermantasyonunu sınırladığını bildirmektedirler.

Filya ve ark. (2004) hamur olum döneminde hasat edilen mısır bitkisine 2.0, 3.0 ve 4.0 g/kg düzeyinde formik asit ilave ederek çiftlik koşullarında silolamışlardır. Doksan günlük

silolama dönemi sonunda kontrol, 2.0, 3.0 ve 4.0 g/kg formik asit kullanılan gruplarda pH değerlerini sırasıyla 4.0, 3.7, 3.7 ve 3.5; KM içeriklerini %31.7, 32.0, 33.3 ve 34.3; SÇK içeriklerini %2.2, 2.5, 2.6 ve 2.6; NH₃-N içeriklerini %7.9, 7.1, 6.6 ve 6.4; laktik asit içeriklerini %5.1, 3.3, 3.3 ve 3.1; asetik asit içeriklerini %4.2, 2.7, 1.0 ve 0.6; bütrik asit içeriklerini %4.6, 2.3, 0.8 ve 0.5; etanol içeriklerini ise %3.3, 6.5, 6.7 ve 7.0 olarak saptamışlardır. Farklı düzeyde formik asit kullanımının mısır silajlarının pH değerleri, NH₃-N, laktik, asetik ve bütrik asit içeriklerini kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşük, etanol içeriklerinin ise daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (P<0.05). Diğer yandan kontrol, 2.0, 3.0 ve 4.0 g/kg formik asit kullanılan gruplarda *lactobacilli* sayıları sırasıyla 8.1, 5.8, 5.3 ve 5.0 cfu/g; maya sayıları 35.4, 23.2, 19.6 ve 12.4 cfu/g; küf sayıları 30.7, 11.8, 7.0 ve 4.9 cfu/g olarak saptamışlardır. Silajların *lactobacilli*, maya ve küf sayıları da formik asit kullanılan gruplarda kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşmüştür (P<0.05). Silolamanın 90. gününde açılan silajlara 5 gün süre ile uygulanan aerobik testi sonucunda mısır silajlarının pH değerleri kontrol, 2.0, 3.0 ve 4.0 g/kg formik asit kullanılan gruplarda sırasıyla 4.7, 3.9, 3.8 ve 3.7; CO₂ üretimleri 95.4, 89.3, 87.3 ve 82.1 g/kg; maya sayıları 14.7, 11.5, 10.7 ve 8.5 cfu/g; küf sayıları ise 17.5, 10.8, 9.1 ve 7.2 cfu/g olarak saptamışlardır. Araştırmacılar beş günlük bu dönem sonucunda formik asit katılan silajların kontrol silajına göre önemli düzeyde (P<0.05) daha düşük bir pH değeri ve CO₂ üretimi görüldüğü, diğer yandan aerobik stabilite testi sonunda formik asit katılan silajların maya ve küf sayıları kontrol silajına göre önemli düzeyde düştüğünü (P<0.05) bildirmektedirler. Doksan günlük silolama dönemi sonunda açılan silajların 48 saatlik inkübasyon süresi sonunda *in situ* rumen KM parçalanabilirliklerini kontrol, 2.0, 3.0 ve 4.0 g/kg formik asit kullanılan gruplarda sırasıyla %45.5, 47.0, 49.1 ve 51.4; OM parçalanabilirliklerini ise aynı sırayla %47.9, 49.3, 51.5 ve 53.4 olarak saptamışlardır. Araştırmacılar 3.0 ve 4.0 g/kg düzeyinde katılan formik asidin mısır silajlarının KM ve OM parçalanabilirlikleri üzerinde daha etkili olduğunu ve silajına KM ile OM parçalanabilirliklerini kontrol silajlarına göre önemli düzeyde artırdığını (P<0.05) bildirmektedirler.

Filya ve Sucu (2005) süt olum döneminde hasat edilen mısır bitkisine 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 ve 4.0 g/kg düzeyinde formik asit ilave ederek silolamışlardır. Doksan günlük silolama dönemi sonunda kontrol, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 ve 4.0 g/kg formik asit kullanılan gruplarda pH değerlerini sırasıyla 4.1, 3.8, 3.7, 3.7, 3.4, 3.2, 3.1 ve 3.1; KM içeriklerini %21.6, 21.6, 21.1, 21.6, 21.8, 21.9, 21.7 ve 22.2; SÇK içeriklerini %2.2, 2.1, 2.1, 2.0, 2.0, 1.8, 1.6, ve 1.5; NH₃-N içeriklerini %8.8, 8.2, 5.1, 4.8, 4.6, 4.8, 4.9 ve 2.9; laktik asit içeriklerini

%6.3, 4.1, 4.0, 3.7, 3.6, 3.2, 3.0, ve 2.7; asetik asit içeriklerini %4.0, 2.3, 2.0, 1.8, 1.4, 1.1, 0.9 ve 0.4; bütrik asit içeriklerini %2.7, 2.1, 2.0, 1.6, 1.6, 1.6, 1.2, 0.7 ve 0.3 olarak saptamışlardır. Farklı düzeyde formik asit kullanımının mısır silajlarının pH değerleri, NH₃-N, laktik, asetik ve bütrik asit içeriklerini kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşürdüğünü bildirmişlerdir (P<0.05). Diğer yandan kontrol, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 ve 4.0 g/kg formik asit kullanılan gruplarda *lactobacilli* sayıları sırasıyla 7.6, 6.1, 5.7, 5.5, 5.4, 4.8, 4.5 ve 4.0 cfu/g; maya sayıları 6.3, 3.1, 3.1, 3.0, 2.9, 2.4, 2.3 ve 1.8 cfu/g; küf sayıları 7.3, 4.1, 3.7, 3.5, 3.0, 2.6, 2.1 ve 1.5 cfu/g olarak saptamışlardır. Silajların *lactobacilli*, maya ve küf sayıları da formik asit kullanılan gruplarda kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşmüştür (P<0.05). Silolamanın 90. gününde açılan silajlara 5 gün süre ile uygulanan aerobik testi sonucunda mısır silajlarının pH değerleri kontrol, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 ve 4.0 g/kg formik asit kullanılan gruplarda sırasıyla 4.4, 4.1, 4.0, 3.9, 3.8, 3.6, 3.5 ve 3.4; CO₂ üretimleri 6.9, 7.0, 7.1, 7.0, 5.6, 4.7, 4.7 ve 4.6 g/kg; maya sayıları 4.0, 3.9, 3.9, 3.8, 2.0, 1.6, 1.8 ve 1.6 cfu/g; küf sayıları ise 4.7, 3.9, 3.2, 2.5, 1.8, 1.5, 1.1 ve 0.5 cfu/g olarak saptamışlardır. Araştırmacılar beş günlük bu dönem sonucunda özellikle 2.5, 3.0, 3.5 ve 4.0 g/kg düzeyinde formik asit katılan silajlarda daha düşük bir CO₂ üretimi görülmüş olup bu silajlar ile diğer silajlar arasında görülen farklılıklar önemli düzeyde (P<0.05) bulunduğu, diğer yandan aerobik stabilite testi sonunda 2.5, 3.0, 3.5 ve 4.0 g/kg düzeyinde formik asit katılan silajların maya sayıları diğer silajlara göre önemli düzeyde düştüğünü (P<0.05), 1.0 g/kg düzeyinde formik asit katılan silajların haricindeki tüm silajların küf popülasyonları da kontrol silajından önemli düzeyde düşük bulunduğunu (P < 0.05) bildirmektedirler. Doksan günlük silolama dönemi sonunda açılan silajların 48 saatlik inkübasyon süresi sonunda *in situ* rumen KM parçalanabilirliklerini kontrol, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5 ve 4.0 g/kg formik asit kullanılan gruplarda sırasıyla %46.2, 46.4, 46.8, 46.9, 47.6, 47.9, 51.0 ve 53.7; OM parçalanabilirliklerini ise aynı sırayla %48.2, 48.4, 49.6, 50.0, 50.4, 50.3, 53.0 ve 54.0 olarak saptamışlardır. Araştırmacılar 3.5 ve 4.0 g/kg düzeyinde katılan formik asidin mısır silajlarının KM ve OM parçalanabilirlikleri üzerinde daha etkili olduğunu ve silajına KM ile OM parçalanabilirliklerini kontrol silajlarına göre önemli düzeyde artırdığını (P<0.05) bildirmektedirler.

Altınçekiç (2006) süt olum döneminde hasat edilen mısır bitkisine formik asit, homofermantatif LAB inokulantı ve formik asit+LAB kombinasyonu kullanılarak silolamıştır. Altmış günlük silolama dönemi sonunda kontrol, 3.0, 4.0, 5.0 g/kg formik asit, LAB, 3.0, 4.0 ve 5.0 g/kg formik asit+LAB kullanılan gruplarda pH değerleri sırasıyla 3.68,

3.76,3.77, 3.85, 3.65, 3.82, 3.82 ve 3.80; KM içerikleri %25.7, 24.5, 25.0, 24.6, 25.6, 23.5, 23.9 ve 24.4; SÇK içerikleri %1.7, 4.0, 3.7, 7.5, 2.2, 2.8, 4.5 ve 8.8; NH₃-N içerikleri 15.6, 10.1, 7.0, 3.7, 13.8, 11.1, 9.3 ve 8.0; laktik asit içerikleri %2.1, 1.4, 1.3, 1.3, 2.3, 1.3, 1.2 ve 1.3; asetik asit içerikleri ise 0.6, 0.6, 0.1, 0.9, 0.5, 0.8, 0.7 ve 0.9 olarak saptamıştır. Diğer yandan 60 günlük silolama sonunda kontrol, 3.0, 4.0, 5.0 g/kg formik asit, LAB, 3.0, 4.0 ve 5.0 g/kg formik asit+LAB kullanılan gruplarda *lactobacilli* sayıları sırasıyla 7.9, 7.8, 7.9, 7.6, 8.3, 7.7, 7.5 ve 7.4 cfu/g; maya sayıları 3.5, 5.5, 4.1, 3.6, 5.2, 4.0, 4.4 ve 4.3 cfu/g; küf sayıları 3.2, 5.3, 3.9, 3.3, 5.1, 3.8, 4.0 ve 3.8 olarak saptamışlardır. Silolamanın 60. gününde açılan silajlara 5 gün süre ile uygulanan aerobik testi sonucunda mısır silajlarının pH değerleri kontrol, 3.0, 4.0, 5.0 g/kg formik asit, LAB, 3.0, 4.0 ve 5.0 g/kg formik asit+LAB kullanılan gruplarda sırasıyla 5.3, 4.4, 4.0, 4.2, 5.1, 4.1, 4.8 ve 4.9; CO₂ üretimleri 68.4, 83.2, 78.9, 145.8, 92.3, 111.6 ve 141.4 g/kg; maya sayıları 8.0, 4.6, 6.6, 6.5, 7.2, 4.6, 7.2 ve 7.7 cfu/g; küf sayıları ise 7.8, 7.1, 7.3, 7.6, 7.0, 7.2, 7.5 ve 7.9 cfu/g olarak saptamışlardır. Altmış günlük silolama dönemi sonunda açılan silajların NDF içerikleri kontrol, 3.0, 4.0, 5.0 g/kg formik asit, LAB, 3.0, 4.0 ve 5.0 g/kg formik asit+LAB kullanılan gruplarda sırasıyla %56.8, 61.2, 61.0, 62.7, 57.5, 63.8, 65.8 ve 62.5; ADF içerikleri %34.1, 38.0, 35.3, 37.8, 33.6, 38.7, 38.8 ve 35.3, ADL içerikleri %4.0, 6.9, 5.1, 6.2, 5.6, 5.9, 6.7 ve 4.8, hemiselüz içerikleri %22.7, 25.2, 24.7, 24.9, 24.0, 25.0, 27.2 ve 27.2, selüloz içerikleri %30.1, 29.1, 31.2, 31.5, 28.0, 32.9, 31.8 ve 30.5, 48 saatlik inkübasyon süresi sonunda *in vitro* OM sindirilebilirliğini %48.1, 48.3, 45.9, 42.7, 46.5, 41.9 ve 44.5 olarak saptamışlardır. Araştırmacı LAB inokulantının mısır silajlarında fermantasyon özelliklerini geliştirirken, formik asidin aerobik stabiliteyi geliştirdiğini (P<0.05), formik asit + LAB kombinasyonunun ise silaj fermantasyon özellikleri ve aerobik stabilitesini etkilemediğini bildirmektedir.

Yıldırım (2008) yaş bira posasına 5.0, 10.0, 15.0 ve 20.0 g/kg düzeyinde formik asit ilave ederek silolamışlardır. Kırk günlük silolama dönemi sonunda kontrol, 5.0, 10.0, 15.0 ve 20.0 g/kg formik asit kullanılan gruplarda pH değerlerini sırasıyla 4.17, 4.10, 4.04, 3.79 ve 3.71; KM içeriklerini %26.42, 23.41, 24.04, 22.21 ve 24.05; SÇK içeriklerini 9.67, 10.15, 10.88, 9.66 ve 10.00 g/kg KM; NH₃-N içeriklerini 0.18, 0.82, 0.16, 0.07 ve 0.40 g/kg KM; laktik asit içeriklerini %2.19, 1.60, 1.88, 1.73 ve 1.61 olarak saptamıştır. Farklı düzeyde formik asit kullanımının yaş bira posası silajlarının pH değerleri, KM ve laktik asit içeriklerini kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşük olduğunu bildirmektedir (P<0.05). Diğer yandan kontrol, 5.0, 10.0, 15.0 ve 20.0 g/kg formik asit kullanılan gruplarda *lactobacilli* sayıları sırasıyla 1.71, 1.03, 1.39, 1.48 ve 1.77 cfu/g; maya sayıları 2.09, 0.95, 1.53, 1.70 ve 1.06 cfu/g

olarak saptamıştır. Silajların *lactobacilli* sayıları kontrol ve 20.0 g/kg formik asit kullanılan grupta önemli düzeyde yüksek ($P<0.05$), maya sayıları da formik asit kullanılan gruplarda kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşük bulunmuştur. Silolamanın 40. gününde açılan silajlara 5 gün süre ile uygulanan aerobik testi sonucunda yaş bira posası silajlarının pH değerleri 5.0, 10.0, 15.0 ve 20.0 g/kg formik asit kullanılan gruplarda sırasıyla 9.36, 7.53, 5.21, 4.94 ve 4.24; CO₂ üretimleri 24.11, 23.95, 21.72, 16.11 ve 15.67 g/kg KM; maya sayıları 1.55, 1.62, 1.50, 1.25 ve 0.96 cfu/g; küf sayıları ise 2.50, 1.07, 0.00, 0.000 ve 0.00 cfu/g olarak saptamışlardır. Araştırmacılar beş günlük bu dönem sonucunda formik asit katılan silajların pH değeri, CO₂ üretimi, maya ve küf sayılarının kontrol silajına göre önemli düzeyde düştüğünü ($P<0.05$) bildirmektedirler.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. MATERYAL

3.1.1. SİLAJ MATERYALİ

Silaj materyali olarak, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde yetiştirilen ayçiçeği (*Helianthus annuus*) bitkisi kullanılmıştır.

3.1.2. SİLAJLARIN HAZIRLANMASI

Araştırmada kullanılan ayçiçeği bitkisi hamur olum dönemi başlangıcında hasat edilmiştir. Ayçiçeği bitkisi hasattan hemen sonra plastik torbalara doldurularak 1 saat içerisinde çalışmanın ve analizlerin yürütüleceği laboratuvar koşullarına ulaştırılmıştır. Silolanacak materyalin temin edilmesinden itibaren yaklaşık 2 kg lık örnek taze materyalde gerçekleştirilmesi planlanan analizler için ayrılmıştır. Çalışmada katkı maddesi olarak Farmavet firmasından temin edilecek olan **SİLOFARM® LIQUID** isimli silaj katkısından yararlanılmıştır. Adı geçen katkı maddesi, bileşiminde formik asit ve sodyum formiyat içermektedir. Söz konusu katkı maddesi materyale 3.0, 4.0 ve 5.0 g/kg düzeyinde katılmıştır. Silolamanın 2., 4., 8., ve 60. günlerinde üçer adet kap açılarak kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Ayrıca Ashbell ve ark. (1991) tarafından geliştirilen yöntem kullanılarak silajların silolamanın 60. gününde açılarak 5 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmıştır.

3.2. YÖNTEM

3.2.1. SİLAJ KALİTESİ TAKDİRİ İÇİN KULLANILAN YÖNTEMLER

Araştırmada kullanılan yemlerin silolama öncesinde pH, Bc, SÇK, mikrobiyolojik analizler, silolama sonrası örneklerde pH, SÇK, NH₃-N, organik asitler (asetik, laktik asit), mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir.

3.2.1.1.pH ve Bc Analizleri

Silolama öncesi taze materyalde ve açım sonrası elde edilen örneklerde pH ölçümleri için 50 g'lık örneklere 125 ml saf su ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 1 saat süre ile zaman zaman karıştırılarak tutulmuştur. Daha sonra örnekler süzölmüş ve elde edilen süzükte pH metre aracılığı ile okuma gerçekleştirilmiştir (Anonymous 1986).

3.2.1.2. SÇK Analizi

Başlangıç ve silaj örneklerinde SÇK analizi Anonymous (1986)' a göre yapılmıştır. Analize tabi tutulacak örnek 102 °C sıcaklıkta 2 saat süre ile kurutulmuştur. Kurutulup öğütülmüş örnekten 0.2 g tartılarak bir sise içerisine konulmuş, üzerine 200 ml saf su ilave edilerek 1 saat süre ile çalkalanmıştır. Örneklerin ilk birkaç damlası ihmal edilecek şekilde süzülerek 50 ml'lik berrak ekstrakt elde edilmiştir. Standart eğrilerin hazırlanmasından sonra 2 ml ekstrakt alınarak 150x25 mm'lik borosilikat test tüplerine konulmuştur. Ön hazırlığı takiben absorbans değeri 620 nm'de 30 dakika içerisinde spektrofotometre aracılığı ile okunmuştur. Örnek ve kör denemeler sonrası tespit edilen absorbans değerlerine denk gelen mg glikoz değerleri arasındaki farklılık 500 katsayısı ile çarpılmıştır. Sonuç, örnek içerisinde yer alan g/kg SÇK miktarı olarak kaydedilmiştir.

3.2.1.3. NH₃-N Analizi

Silaj örneklerinde NH₃-N, silaj örneklerinden elde edilen ekstraktlarda mikro distilasyon metotlarına (Anonymous 1986) göre gerçekleştirilmiştir. Altmış günlük süre sonrasında günlük elde edilen örneklerde NH₃-N tespiti için 20 g'lık taze örnek üzerine 100 ml saf su ilave edilerek çalkalama makinesinde 1 saat süre ile çalkalanmıştır. Daha sonra süzülerek elde edilen ekstrakte mikro distilasyon metodu aracılığı ile söz konusu parametre saptanmıştır.

3.2.1.4. Organik Asit Analizleri

Organik asit miktarlarının (asetik ve laktik asitler) tespitinde Koç ve Coşkuntuna (2003)'nın bildirdikleri spektrofotometrik yöntemine göre saptanmıştır.

3.2.1.4.1 Laktik Asit Analizleri

Derin dondurucuda -20 °C sıcaklıkta saklanan örnekler analizin yapılacağı gün çıkartılarak çözülünceye kadar oda sıcaklığında bir süre bekletilmişlerdir. Çözündürülen örnekler daha sonra 1:100 oranında seyreltilerek kullanılmıştır. Seyreltilen örneklerden otomatik pipet yardımıyla 1ml sıvı tüplere aktarılmış üzerine 0.1 ml bakır sülfat (5 g CuSO₄/100 ml saf su) ile 6 ml %98'lik sülfürik asit ilave edilmiştir. Hazırlanan tüpler 30 saniye vortekste karıştırıldıktan sonra 5 dakika soğuk banyoda tutularak soğumaya bırakılmıştır. Bu süre sonunda tüplere 0.1 ml para hidroxy bi phenol (%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 kaynar su içerisinde daldırılıp çıkartılmış ve soğuması beklendikten sonra 565 nm dalga boyunda spektrofotometre cihazında okunmuştur.

Standart eğrinin oluşturulması

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

Hesaplama

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

3.2.1.4.2. Asetik Asit Analizleri

Asetik asidin saptanması: 50 – 60 g numune 0.1 mg tartılarak blendere alınmıştır. Üzerine 80 ml CHCl₃ ilave edilmiş ve 3 dakika yüksek devirde karıştırılmıştır. Cam süzgece 10 cm çaplı süzgeç kağıdı yerleştirilmiş, karışım süzgece aktarılmış ve emme yardımı ile süzölmüştür. Süzgeç kağıdında kalan pasta ve süzgeç kağıdı blendere aktarılmış ve üzerine 80 ml CHCl₃ ilave edilerek 1 dakika çalıştırılmış, ikinci ekstraksiyon işlemi ile yeni süzgeç kağıdı kullanılarak ikinci bir süzme işlemi uygulanmıştır. Üçüncü ekstraksiyon ve süzme işlemi ikinci işlemde olduğu gibi uygulanmıştır. Süzgeç kağıdının kenarları ve çökelti 25 ml CHCl₃ ile yıkanmış ve çökelti bastırılarak CHCl₃ 'ün büyük bir kısmı uzaklaştırılmıştır. Toplanan CHCl₃ ekstraktları 500 ml' lik ayırıcıya aktarılmış, süzgeç ve ekstrakt toplama kabı 2'şer ml'lik CHCl₃ ile yıkanmış ve ayırıcıya aktarılmıştır. Ayırıcıya 33 ml 0.5 N NaOH çözeltisi ilave edilerek ekstrakte edilmiş CHCl₃ fazı 600 ml'lik, sulu faz 300 ml'lik behere alınmıştır. CHCl₃ fazı aynı ayırıcıya alınmış ve 33 ml 0.5 N NaOH çözeltisi ile ikinci bir

ekstraksiyon işlemi uygulanmıştır. Fazlara ait olan beherlere alınmış ve sonucu ekstraksiyon işlemindeki emülsiyon fazı alkali fazın toplandığı behere alınmıştır. Alkali ekstrakt 70 ml yaklaşık 1 N HCl çözeltisi ile asitlendirilmiş, çözülmüş CHCl₃'un uzaklaştırılması için 5 – 10 dakika hızlıca havalandırılmıştır. CHCl₃ tamamen uzaklaştığını koklayarak kontrol edilmiştir. Çözelti, süzgeç kağıdı yerleştirilmiş gözenekli cam süzgeçten süzülmüştür. Süzüntü 500 ml'lik balona aktarılmış ve çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Standart çözelti karşı absorbansları spektrofotometre de 307 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır.

Standart Çözeltinin Hazırlanması

500 ml'lik ayırıcıya 250 ml CHCl₃ alınmış, NaOH ile ekstrakte edilmiş, HCl ile asitlendirilmiş ve havalandırılmıştır. 500 ml'lik ölçü balonuna alınmış ve ölçüsüne kadar saf su ile tamamlanmıştır. Standart asetik asit çözeltisinden 1, 2, 3 ve 5 ml pipetle alınarak 500 ml'lik ölçü balonlarına aktarılmış, her birine 100 ml 0.5 N'lik NaOH çözeltisi ve 70 ml 1 N HCl çözeltisi ilave edilmiş ve ölçü çizgisine kadar saf su ile tamamlanmış, standart çözeltiye karşı absorbansları spektrofotometre de 307 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır.

Hesaplama ve Sonuçların Gösterilmesi

$$\text{Asetik Asit (mg / kg)} = [(C \times 1000) / (M \times 500 \text{ ml})]$$

C: Kalibrasyon eğrisinde bulunan asetik asit miktarı (mg) M: Deney numunesi, g

3.2.1.5. Mikrobiyolojik Analizler

Çalışmada gerek silolama öncesi taze materyalde ve gerekse de son ürünler üzerinde LAB, maya ve küf yoğunluklarının saptanmasına yönelik analizler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 25 g'lık örnekler 225ml peptonlu su aracılığı ile 2 dakikadan az olmamak koşulu ile karıştırılıp mikroorganizmaların mümkün olduğu ölçüde materyalden ayrılması sağlanmıştır. Elde edilen stok materyalden logaritmik seride dilüsyonlar hazırlanarak 1 saati aşmayan zaman zarfında ekim işlemi yapılmıştır. Laktik asit bakterileri için ekim ortamı olarak MRS Agar, maya ve küfler için Malt Ekstrakt Agar kullanılmıştır. Örnekler için LAB, maya ve küfler için 30 °C sıcaklıkta 3 günlük inkübasyon dönemlerini takiben gerçekleştirilmiştir (Seale ve ark. 1990). Örneklerde saptanan LAB, maya ve küf sayıları logaritma koliform üniteye (cfu/g) çevrilmiştir.

3.2.2. HAM BESİN MADDELERİ VE HÜCRE DUVARI İÇERİKLERİ ANALİZLERİ

3.2.2.1. Ham Besin Maddeleri İçerikleri Analiz Yöntemleri

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

3.2.2.2. Hücre Duvarı İçerikleri Analiz Yöntemleri

Çalışmada silaj örneklerinde NDF, ADF ve asit ADL analizleri Van Soest analiz yönteminde öngörülen prensipler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir (Close ve Menke 1986).

NDF analizi, hücrenin çözünebilir materyalinin sodyum lauryl sülfat içeren nötral çözücü ile kaynatılarak ekstraksiyonundan sonra hücre duvarı bileşenlerinin filtrasyon aracılığı ile ayrılması esasına dayanır (Close ve Menke 1986). 1 mm' lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş yem numunesinden 0.5-1 g bir cam kaba tartılmıştır. Sırasıyla oda sıcaklığındaki 100 ml nötral çözücü solüsyonuna 93 g EDTA ve 34 g sodyum tetra borat tartılarak birlikte geniş bir kaba konmuştur. Distile su ilave edilmiş ve hafifçe ısıtılarak çözülmüştür. Bu çözeltiye 150 g sodyum lauryl sülfat ve 50 ml 2-etoksietanol ilave edilmiştir. İkinci bir cam kapta 22.8 g susuz di sodyum hidrojen sülfat tartılır, distile su ilave edilir ve hafifçe ısıtılarak çözülmüştür. İlk çözeltiye ilave edilmiş, karıştırılmış ve 5 litreye seyreltilmiştir. Çözelti pH'sı 6.9-7.1 arasında kontrol edilmiştir. Birkaç damla dekaliyn, 0.5 g sodyum sülfat katılmış ve geri soğutucuya takılmıştır. Çözelti hızla kaynama durumuna getirilmiş ve bir saat kaynatılmıştır. Ateşten alınıp 10 dakika tutulmuştur. Darası alınmış cam krozedden düşük vakum aracılığıyla filtre edilmiştir. Kalıntı iki kısım kaynamaya yakın sıcaklıktaki su ve iki kısım asetonla yıkanmıştır. Cam kroze kurutma dolabında 103 °C 22 sıcaklıkta 4 saat veya 100 °C sıcaklıkta bir gece tutulmuştur. Sonra desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır.

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

a = NDF içeren kuru cam krozenin ağırlığı, g

b = Cam krozenin darası alınmış ağırlığı, g

N = Örneğin ağırlığı, g

ADF analizinde, yem örneği cetil trimetil amonyum bromidin (CTAB)-H₂SO₄ solüsyonu ile kaynatılmıştır. Filtrasyon sonrasında başlıca lignoselüloz ile silikadan oluşan ve ADF olarak adlandırılan çözünmeyen materyal kalır (Close ve Menke 1986). Bir mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş numuneden 0.5 g kadar behere tartılmıştır. 100 ml soğuk H₂SO₄ - CTAB solüsyonu (100 g CTAB 5 litre 1 N H₂SO₄ çözülür, gerekirse filtre edilir) ve birkaç damla dekalin ilave edilmiştir. Isıtıcıya konmuştur. Solüsyon hızla kaynama durumuna getirilmiş ve 1 saat hafifçe kaynatılmıştır. Düşük bir vakum ile darası alınmış cam krozeden sıcakken filtre edilmiştir. Kalıntı kaynamaya yakın su ile köpük oluşumu bitene kadar yıkanmıştır. Daha sonra asetonla yıkanmıştır. Kroze kurutma dolabında 103 °C sıcaklıkta bir gece tutulmuştur. Desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır.

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

a = ADF içeren kuru cam kroze ağırlığı, g

b = Darası alınmış cam krozenin ağırlığı, g

N = Numune miktarı, g

ADL analizinde, %72'lik sülfürik asit içeren çözücü solüsyonun (%72'lik H₂SO₄ - CTAB) selülozu ayrıştırması ile elde edilen kalıntının kül fırınında yakılması ile kütni de içeren lignin miktarı saptanmıştır (Close ve Menke 1986). Bir mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş numuneden 0.5 g kadar behere tartılır. 100 ml'lik soğuk %72'lik H₂SO₄ - CTAB (100 g CTAB 5 litre %72'lik sülfürik asitte çözdürülmüştür, gerekirse filtre edilmiştir) ve birkaç damla dekalin ilave edilerek ısıtıcıya konmuştur. Solüsyon hızla kaynama durumuna getirilmiş ve bir saat hafifçe kaynatılmıştır. Düşük bir vakum ile darası alınmış cam krozeden sıcakken filtre edilmiştir. Kalıntı kaynamaya yakın sıcaklıktaki su ile köpük oluşumu bitene kadar yıkanmıştır. Daha sonra asetonla yıkama işlemine devam edilmiştir. Cam kroze yarıya kadar hazırlanan asit çözücü solüsyonu ile doldurulmuş ve asit uçana kadar karıştırılmıştır. Bu işlem üç defa tekrarlanmıştır. Oda sıcaklığında 3 saat muhafaza edilmiştir. Daha sonra düşük vakumla süzümüştür. Kroze 103 °C sıcaklıkta 4 saat kurutulmuş veya 100 °C sıcaklıkta bir gece tutulmuştur. Desikatörde alınmış, soğutulmuş ve tartılmıştır. Yakma fırınında 500 - 550 °C sıcaklıkta 3 saat süre ile yakılmıştır. Desikatöre alınmış, soğutulmuş ve tartılmıştır.

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

a = Krozenin kurutmada sonraki ağırlığı, g

b = Krozenin yakmadan sonraki ağırlığı, g

N = Numune miktarı, g

Yem materyallerinin selüloz ve hemiselüloz içeriklerinin saptanmasında NDF, ADF, ADL analizleri sonrasında elde edilen değerlerden yararlanılmış olup (Close ve Menke 1986), hesaplamada kullanılan formüller aşağıda verilmektedir;

Selüloz (g / kg KM) = ADF - ADL

Hemiselüloz (g / kg KM) = NDF – ADF

3.2.2.3. Aerobik Bozulmaya Dirence İlişkin Analizler

Ashbell ve ark. (1991) tarafından geliştirilen yöntem kullanılarak silajların silolamanın 60. gününde açılarak 5 gün aerobik stabilite testine tabi tutulmuşlardır. Aerobik stabilitenin 5. günündeki silaj örneklerinin pH'la

rı ölçülmüş ve CO₂ üretimleri saptanmıştır. Ayrıca silajların içerdiği maya ve küf popülasyonları saptanmıştır.

Araştırmada, aerobik stabilite testinin uygulanması için 1 atm ve 25 °C sıcaklıkta 24 saatteki CO₂ geçirgenlik oranı 15 – 25 mL / mil / 254 m olan stabil, aşınmaya dirençli gaz sızdırmaz özellikteki 1.5 L'lik polietilen (PET) şişeler kullanılmıştır. Bir test ünitesinin oluşturulması için pet şişe 1 L ve 0.5 L olmak üzere ikiye kesilmiştir. 1L'lik PET şişenin kapak kısmına hava sirkülasyonunu sağlamak için 1 cm çapında delik açılıp üzeri tülle kapatılmıştır. Daha sonra 0.5 L'lik kesilen kısmın üzerine yerleştirilmiştir. 250 - 300 g arasında taze silaj örnekleri, ünitenin üst kısmına sıkıştırılmadan yerleştirilmiş ve %20'lik potasyum hidroksit (KOH) çözeltisinden 100 mL ünitenin alt kısmına konulmuştur. Hazırlanan söz konusu ünite 5 gün oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bu sayede aerobik aktivite sonucu silaj örneklerinde oluşan ve havadan 1.5 kat daha yoğun olan CO₂ gazı altta çökerek tabanda tutulmuştur. Çözeltiden 10 mL alınarak 1N'lik %37 'lik hidroklorik asit çözeltisiyle titre edilmiştir. pH'nın 8.1 - 3.6 arasında harcanan hidroklorik asit miktarı saptanmış ve CO₂ gazı miktarı aşağıda belirtilen denkleme göre hesaplanmıştır.

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

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

V= %20 KOH çözeltisinin toplam hacmi (mL)

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

TM= Taze materyalin ağırlığı (kg)

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

3.2.2.4. Enzimde OM Çözünabilirliği Analiz Yöntemleri

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

Yönteme göre, kurutulmuş öğütülmüş materyalden alınan 0.3 g'lık örnek daha önce altı kapatılmış olan süzgeçli cam kaplara (800 °C ısıya dayanıklı, por. 1, altı ve üstü kapaklı, 50 ml'lik Gooch krozeler) tartılır. Her biri 3'er paralel olacak şekilde tartılan yem örnekleri üzerine 40 °C sıcaklıktaki pepsin + HCl çözeltisinden 30 ml ilave edilir ve cam kabın üst kısmı kapatılır. Cam kaplar 40 °C sıcaklığa ayarlı inkübatör dolabına konur ve 5 saat sonra kaplar iyice karıştırılır. Burada enzim aktivitesinde herhangi bir yetersizliğe neden olmamak için, çözelti sıcaklığının 39 - 40 °C sıcaklıkta tutulmasına dikkat edilmiştir. Cam kaplar 24 saat inkübatör dolabında kaldıktan sonra 80 °C sıcaklıktaki su banyosunda 45 dakika bekletilerek nişastanın hidrolizi sağlanır. Bu işlemin ardından cam kaplar açılarak içindeki çözelti vakum pompası yardımı ile emilir ve içinde kalan kısım sıcak su ile yıkanır. Alt kısmından kapatılan cam kaplara selüloz + buffer çözeltisinden 30 ml ilave edilir ve 40 °C sıcaklıktaki inkübatör dolabında 24 saat bekletilir. Bu işlem sonrası cam kapların kapakları açılır, çözeltiler süzülür ve sıcak su ile yıkanır. Süzme işleminden sonra 105 °C sıcaklığa ayarlı kurutma dolabında bir gece boyunca kurutulup, tartım işlemi yapılır. Cam kaplar 550 °C sıcaklığa ayarlı kül fırınında en az 90 dakika yakılmış ve tartım gerçekleştirilmiştir.

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

$$\text{Organik madde sindirilebilirliği, \%} = [B1 - (A1 - A2) \times 100] / B1 - C1$$

$$\text{Enzimde çözünmeyen organik madde (EÇOM)} = 100 - \text{OM sindirilebilirliği}$$

A0: Ghoch krozesinin darası, g

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

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

B1: Analize alınan örnek miktarı, g / KM

C1: Analize alınan örnekteki kül miktarı, g / KM

Enzimatik (selülaz) yöntemde kullanılan çözeltiler; pepsin - HCl çözeltisi: 2g pepsin + 0.1 N HCl; asetat buffer çözeltisi: 5.9ml asetik asit + 1 litre destile su (çözelti A) ve 13.6g sodyum asetat + 1 litre destile su (çözelti B) hazırlandıktan sonra 400 ml çözelti A ile 600 ml çözelti B karıştırılır; selülaz buffer çözeltisi: 3.3 g selülaz enzimi (trichoderma viride; onozuka R-10, 1 U / mg aktivite) + 1 litre asetat buffer çözeltisi.

3.2.3. İSTATİKSEL ANALİZLER

Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde varyans analizi, gruplar arası farklılığın belirlenmesinde ise Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Soysal 1998). Bu amaçla MINITAB (2000) paket programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Silajların Fermantasyon Özellikleri

4.1.1 Silajların Kimyasal Analizleri

Araştırmanın yem materyalini oluşturan taze ve silolanmış ayçiçeği silajına ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1 ve Şekil 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8’de verilmiştir.

Çizelgeden de görülebileceği gibi, katkı maddesi ilavesi fermantasyonun başlarından itibaren ayçiçeği silajlarının pH değerlerini önemli düzeyde düşürmüştür ($P<0.05$). Ayrıca ayçiçeği silajların da katkı maddelerinin ilavesi fermantasyonun başlarından itibaren SÇK, NH_3-N ve laktik asit kayıpları diğer silaj gruplarından önemli düzeyde değişikliğe uğratmıştır ($P<0.05$). Ayçiçeği silajlarında kullanılan katkı maddelerin değişik gramlardaki örneklerde laktik asit ve NH_3-N miktarlarını önemli düzeylerde düşürmüştür ($P<0.05$).

Silaj kalitesine etki eden temel faktörlerden birisi, fermantasyonun erken aşamasında ortam pH’sındaki düşüş hızıdır. Silolanan kitlenin pH’nın olabildiğince çabuk bir şekilde 4.2-4.0’ın altına düşmesi arzu edilir (Polat ve ark. 2005). Kung ve Shaver (2001) kaliteli bir silajda pH’nın 3.7-4.2 arasında olması gerektiğini bildirmektedirler. Formik asit kullanılan silajların pH’ları fermantasyonun 2. gününden itibaren hızla düşerek, 60. günde kontrol, 3, 4 ve 5 g/kg formik asit katkılı gruplar için sırasıyla 4.23, 4.15, 4.17 ve 4.12 olarak saptanmıştır.

Taze ayçiçeğinin KM içeriğinin %22.75 olarak belirlendiği çalışmada, fermantasyon süresince ayçiçeği silajlarının KM içerikleri %22.22-22.88 değerleri arasında değişmiştir. Çalışmada, formik asit kullanımı ayçiçeği silajlarının KM içeriklerini etkilememiştir ($P>0.05$).

Taze ayçiçeğinin 43.70 g/kg KM olan SÇK içerikleri fermantasyonun tüm dönemlerinde düşme eğilimi göstermiştir. Ancak bu etki 2 ve 4. günlerde kontrol grubu silajlarında daha belirgin bir şekilde gerçekleşmiştir. Ancak silolamanın 60. gününde ayçiçeği silajlarında formik asit kullanımının SÇK üzerindeki etkileri önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Taze ayçiçeğinin HK içeriği %10.79 olarak saptanmıştır. Fermantasyon süresi boyunca ayçiçeği silajlarının HK içerikleri sırasıyla %10.31-10.98 arasında değişmiştir. Çalışmada, ayçiçeği silajlarında formik asidin HK üzerindeki etkileri fermantasyonun 2. günü hariç tüm dönemlerinde önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$).

Çizelge 1. Ayçiçeği silajına ait kimyasal analiz sonuçları

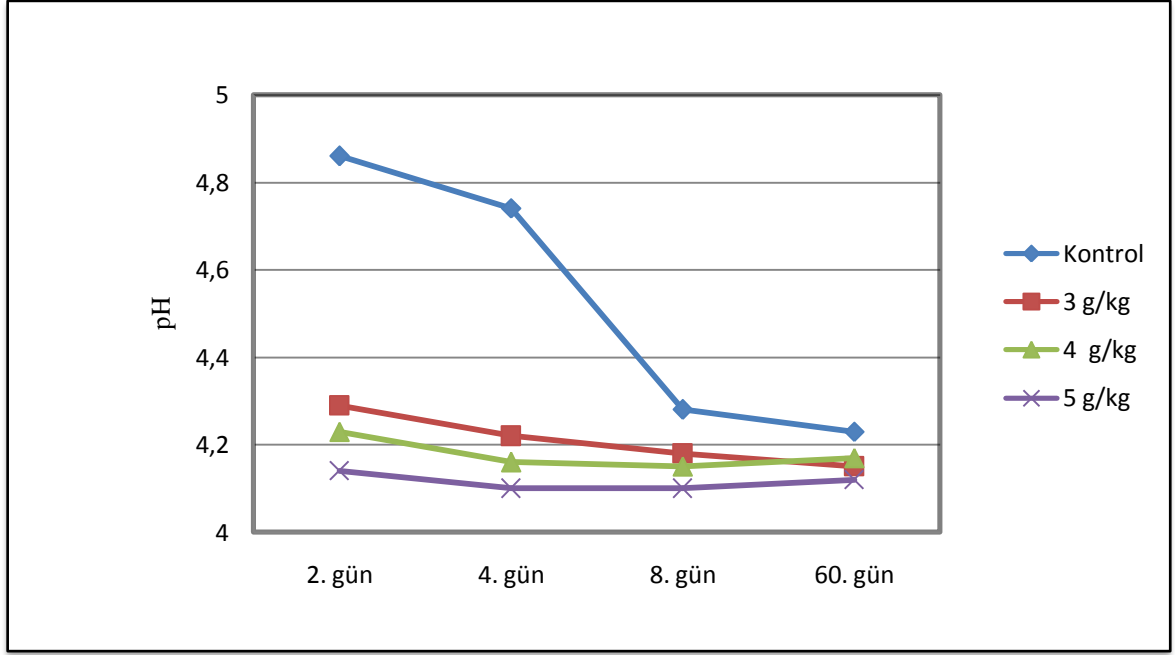
Günler	Uygulama	pH	KM, %	SÇK, g/kg KM	HK	HP	NH ₃ -N, g/kg TN	LA, %	AA, %
0		5.51	22.75	43.70	10.79	9.13	-	0.76	0.32
2	Kontrol	4.86±0.02 ^a	22,66±0.34	30.08±0.87 ^b	10.68±0.04 ^{ab}	9.00±0.12	42.89±3.19 ^a	1.76±0.11 ^a	0.67±0.03
	3 g/kg	4.29±0.01 ^b	22.55±0.33	36.64±0.97 ^a	10.54±0.15 ^b	8.93±0.03	33.74±3.12 ^b	1.33±0.07 ^b	0.72±0.04
	4 g/kg	4.23±0.03 ^b	22.68±0.16	34.80±1.16 ^a	10.84±0.17 ^{ab}	8.92±0.04	29.00±2.75 ^b	1.25±0.05 ^b	0.62±0.04
	5 g/kg	4.14±0.03 ^c	22.52±0.19	35.80±1.12 ^a	10.98±0.08 ^a	9.00±0.06	28.10±1.19 ^b	0.99±0.07 ^c	0.65±0.05
4	Kontrol	4.74±0.03 ^a	22.75±0.10	20.43±0.84 ^c	10.66±0.12	8.87±0.05	65.36±2.88 ^a	3.66±0.12 ^a	1.05±0.04
	3 g/kg	4.22±0.03 ^b	22.63±0.22	28.83±0.93 ^a	10.70±0.04	8.85±0.03	49.00±5.00 ^b	1.89±0.12 ^{bc}	0.95±0.07
	4 g/kg	4.16±0.03 ^{bc}	22.58±0.10	30.77±1.01 ^a	10.58±0.23	8.86±0.03	27.44±1.60 ^c	2.18±0.10 ^b	0.98±0.06
	5 g/kg	4.10±0.02 ^c	22.61±0.34	24.49±1.40 ^b	10.70±0.16	8.97±0.04	29.10±2.11 ^c	1.68±0.04 ^c	0.91±0.04
8	Kontrol	4.28±0.03 ^a	22.54±0.20	16.24±0.65 ^b	10.49±0.10	8.92±0.09	76.13±3.44 ^a	4.74±0.05 ^a	1.86±0.05
	3 g/kg	4.18±0.03 ^b	22.88±0.26	21.14±0.76 ^a	10.69±0.13	8.93±0.04	48.82±2.58 ^b	4.26±0.10 ^b	1.77±0.05
	4 g/kg	4.15±0.02 ^b	22.45±0.17	23.00±0.61 ^a	10.59±0.14	8.80±0.09	43.06±4.00 ^b	4.44±0.08 ^b	1.86±0.06
	5 g/kg	4.10±0.03 ^b	22.24±0.18	15.53±0.89 ^b	10.78±0.05	8.96±0.09	46.14±1.65 ^b	4.23±0.03 ^b	1.78±0.05
60	Kontrol	4.23±0.03 ^a	21.96±0.28	14.27±0.80	10.68±0.08	8.89±0.05 ^{ab}	94.79±7.16 ^a	4.23±0.10 ^a	2.01±0.07 ^a
	3 g/kg	4.15±0.03 ^{ab}	22.22±0.03	13.51±1.00	10.54±0.13	8.80±0.04 ^b	65.65±2.35 ^b	3.44±0.04 ^c	1.87±0.05 ^{ab}
	4 g/kg	4.17±0.02 ^{ab}	22.38±0.13	12.24±0.90	10.31±0.11	8.87±0.05 ^{ab}	49.37±4.25 ^c	3.92±0.10 ^b	1.79±0.03 ^b
	5 g/kg	4.12±0.01 ^b	22.53±0.22	13.22±0.40	10.60±0.13	8.96±0.03 ^a	51.30±2.17 ^{bc}	3.71±0.08 ^{bc}	1.73±0.04 ^b

LAB: Laktik asit bakterileri, HK: Ham kül, HP: Ham protein, KM: kuru madde, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidratlar; NH₃-N: Amonyak azotu; LA:Laktik asit, AA: Asetik asit, Aynı sütunda belirtilen günlerde farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, P<0.05

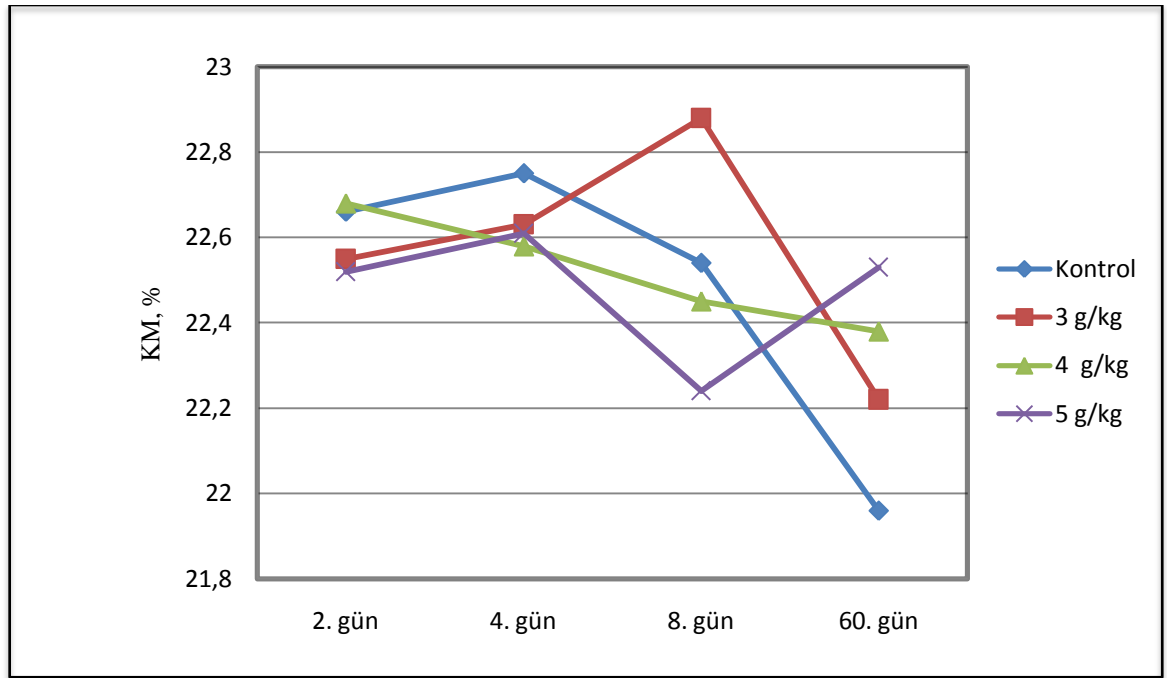
Taze ayçiçeğinin HP içeriği %9.13 olarak saptanmıştır. Fermantasyon süresi boyunca ayçiçeği silajlarının HP içerikleri %8.80-8.90 arasında değişmiştir. Araştırmada, fermantasyonun 60. gününde HP miktarları 5 g/kg formik asit kullanılan ayçiçeği silajlarında önemli düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur ($P<0.05$).

Bitki hasadından sonra görülen en önemli aktivite proteolisis olayıdır. Bu olayda bitki bünyesindeki proteinler, proteaz enzimleri tarafından amino asit ve amonyağa parçalamaktadır (Filya 2001). Bu nedenlerle NH_3-N oluşumu protein parçalanma düzeyini gösteren önemli bir parametredir. Araştırmada, fermantasyonun 2. gününden itibaren 3. ve 4. silajları gruplarında NH_3-N içeriği diğer silaj gruplarına göre önemli düzeylerde daha düşük bulunmuştur ($P<0.05$). Petterson (1988)'un kaliteli bir silajda NH_3-N içeriğinin 80.00 g/kg TN den yüksek olmaması gerektiğini bildirmektedir. Araştırmadan elde NH_3-N içeriklerine ilişkin bulgular tüm silajlarının iyi kalitede silajlar olduğunu göstermektedir.

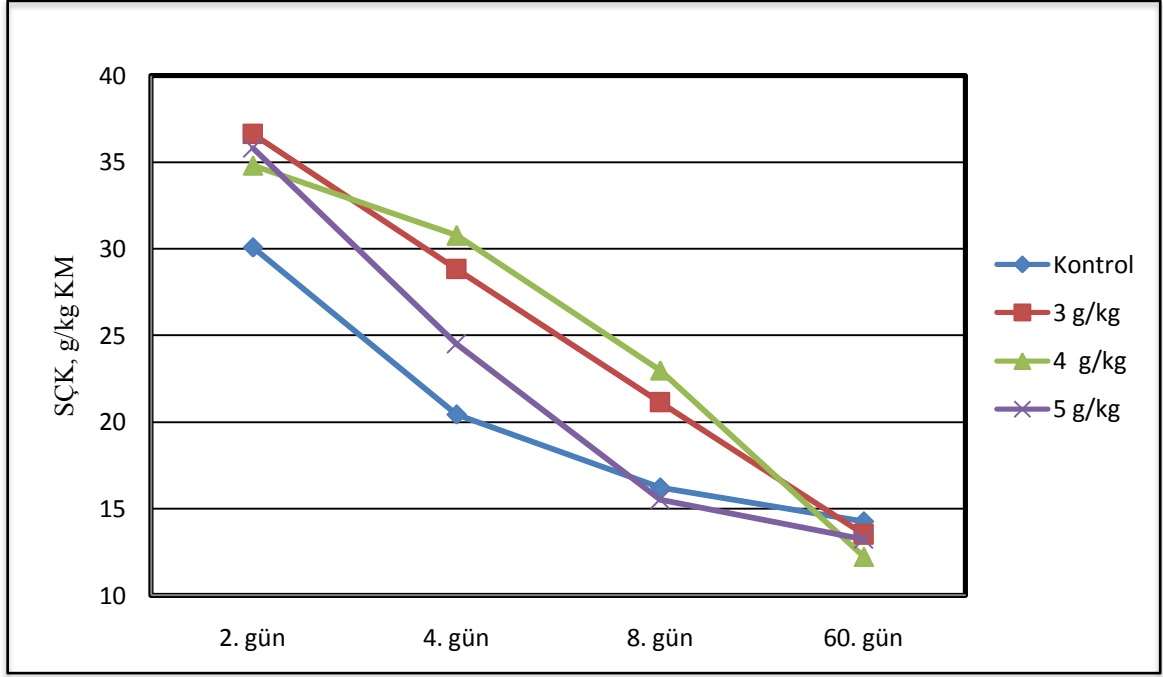
Taze ayçiçeğinin laktik asit içeriği KM'de %0.76 olarak saptandığı araştırmada, yapılan tüm silajların laktik asit içerikleri fermantasyon süresi boyunca artış göstermiş olup, bu etki kontrol grubunda daha belirgin bir şekilde gerçekleşmiştir. Nitekim fermantasyonun 45.gününde en yüksek laktik asit içeriği KM'de %4.23 ile kontrol grubunda saptanmıştır ($P<0.05$). Taze ayçiçeğinin asetik asit içeriği KM'de %0.32 olarak saptandığı araştırmada, silolamanın 60. gününde kontrol grubu silajında asetik asit içerikleri 4 ve 5 g/kg formik asit kullanılan silajlara göre önemli düzeylerde daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$).



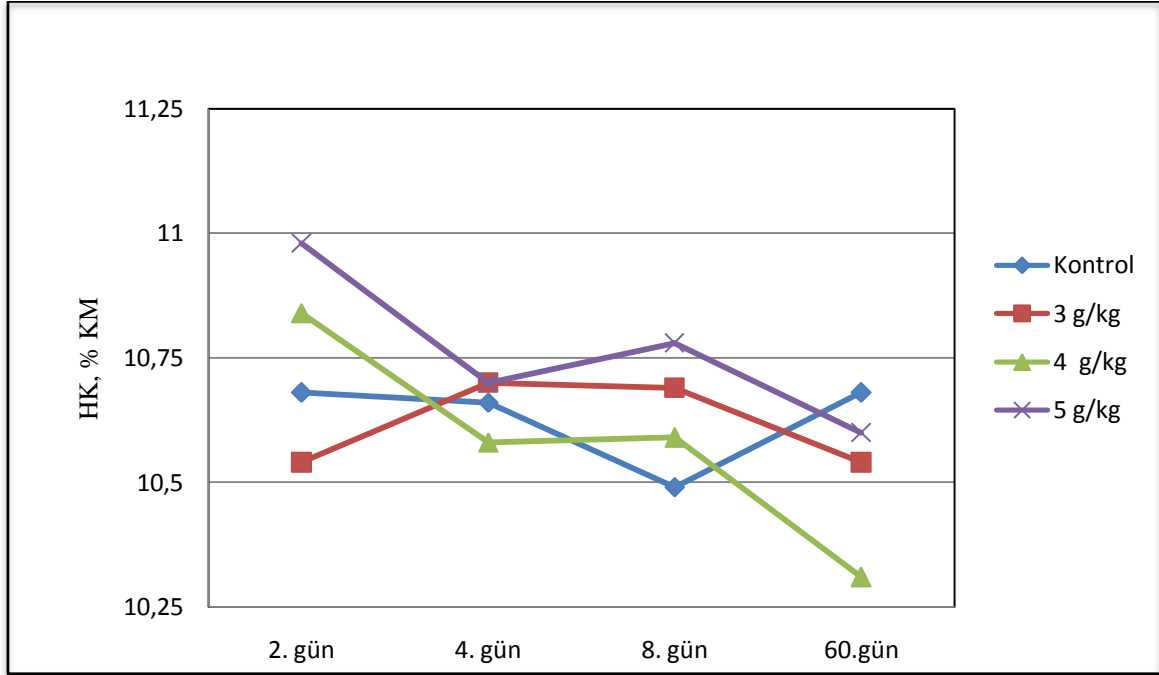
Şekil 1. Ayçiçeği silajlarının fermantasyon süresince pH değişimleri



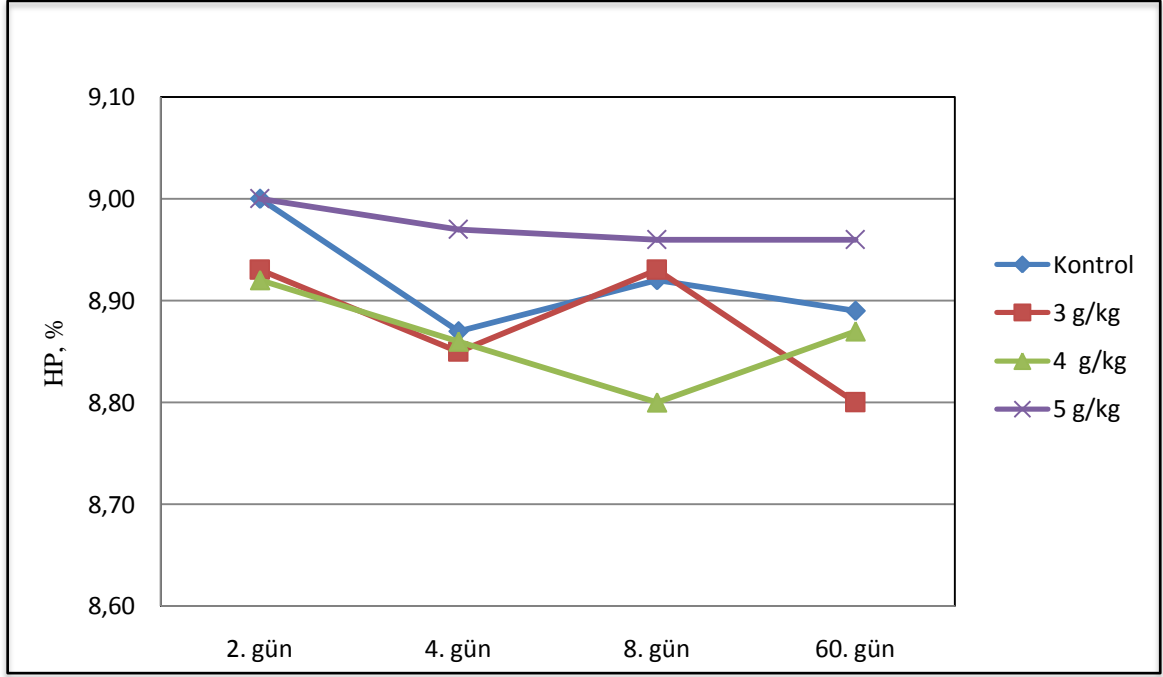
Şekil 2. Ayçiçeği silajlarının fermantasyon süresince KM değişimleri



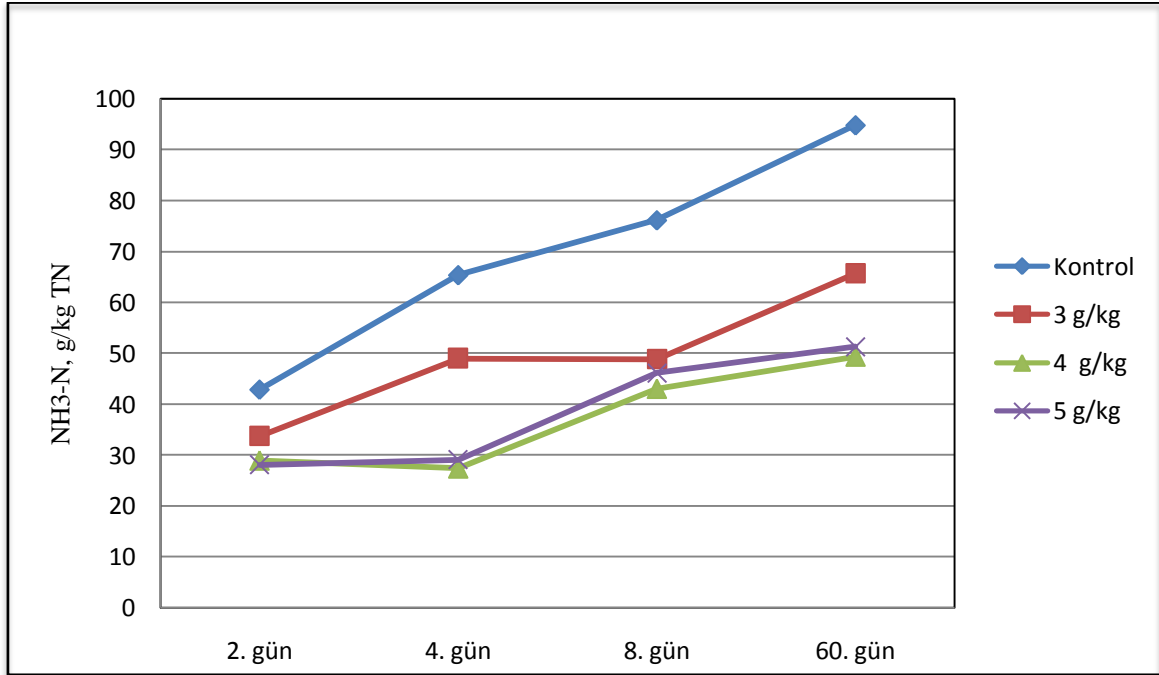
Şekil 3. Ayçiçeği silajlarının fermantasyon süresince SÇK değişimleri



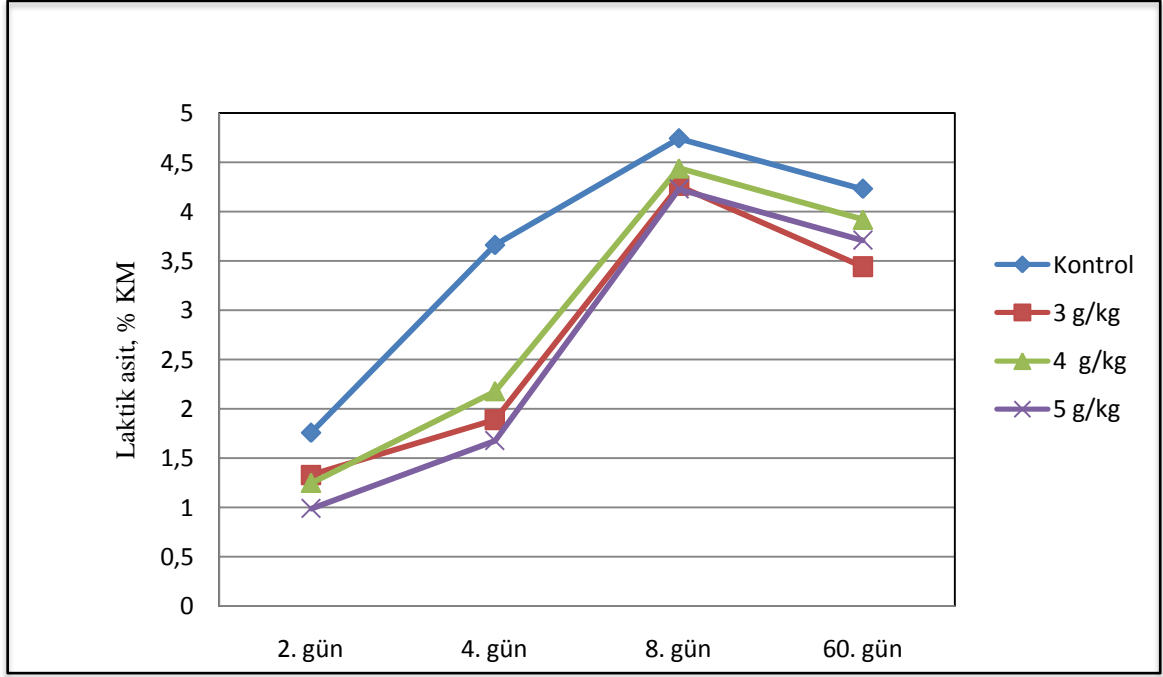
Şekil 4. Ayçiçeği silajlarının fermantasyon süresince ham kül değişimleri



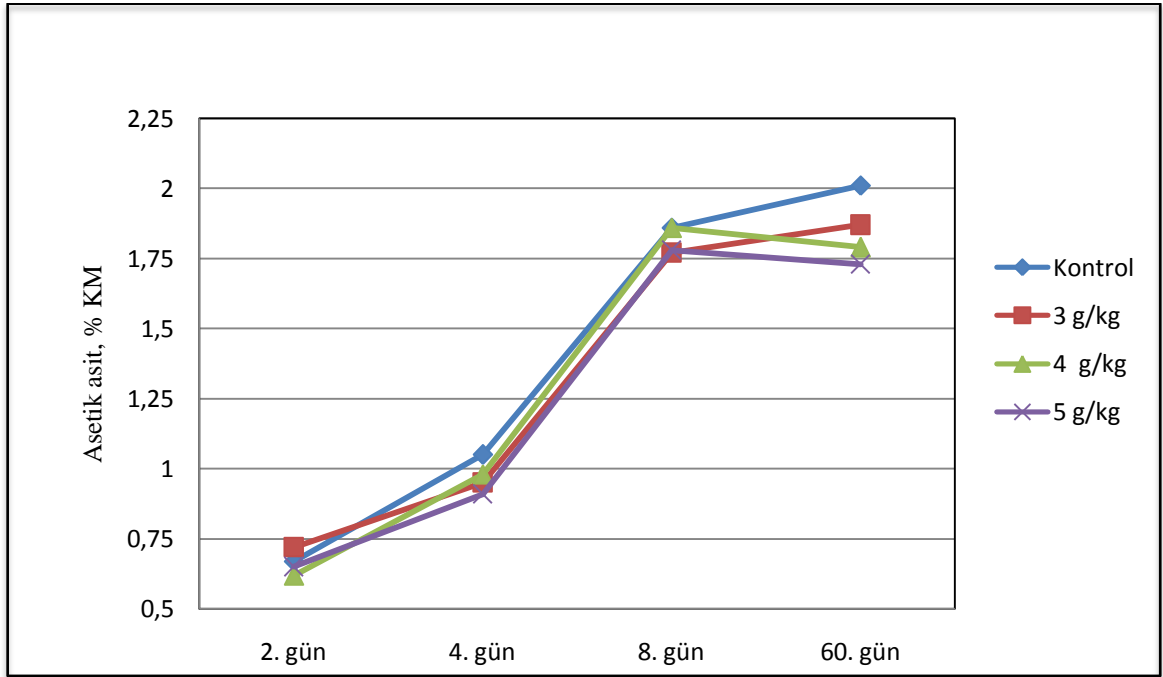
Şekil 5. Ayçiçeği silajlarının fermantasyon süresince HP değişimleri



Şekil 6. Ayçiçeği silajlarının fermantasyon süresince NH₃-N değişimleri



Şekil 7. Ayçiçeği silajlarının fermantasyon süresince laktik asit değişimleri



Şekil 8. Ayçiçeği silajlarının fermantasyon süresince asetik asit değişimleri

4.1.2. Silajların Mikrobiyolojik Analizleri

Taze ve silolanmış ayçiçeği silajının mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 2' de verilmiştir. Ayçiçeği silajının *lactobacilli*, maya ve küf yoğunlukları sırasıyla 3.05, 3.97 ve

0.00 olarak saptanmıştır. *Lactobacilli* yoğunluğu 2. günden itibaren tüm açım dönemlerinde kontrol silajında önemli düzeyde yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Silolamanın 60. Gününde açılan silajlarda en yüksek maya sayısı 3.89 log cfu/g ile 4.0 g/kg formik asit kullanılan grupta saptanmıştır ($P<0.05$). Genel olarak taze ayçiçeğinde ve silajların hiçbirisinde küf oluşumuna rastlanmamıştır. İyi kapatılmış, düşük pH ile anaerobik koşulların sağlandığı silajlar küf gelişimine uygun ortamlar değildir.

Çizelge 2. Ayçiçeği silajlarına ait mikrobiyolojik analiz sonuçları, \log_{10} cfu/g KM

Günler	Uygulama	<i>Lactobacilli</i>	Maya	Küf
0		3.05	3.97	0
2	Kontrol	4.40±0.14 ^a	2.81±0.08 ^a	0
	3 g/kg	4.10±0.11 ^b	2.90±0.12 ^a	0
	4 g/kg	3.13±0.03 ^c	2.54±0.00 ^b	0
	5 g/kg	3.01±0.05 ^c	2.64±0.06 ^{ab}	0
4	Kontrol	4.60±0.04 ^a	3.20±0.03	0
	3 g/kg	4.31±0.16 ^a	3.04±0.05	0
	4 g/kg	3.41±0.03 ^b	2.90±0.06	0
	5 g/kg	3.29±0.17 ^b	3.20±0.17	0
8	Kontrol	4.21±0.05 ^a	3.37±0.08 ^b	0
	3 g/kg	4.18±0.03 ^a	3.35±0.04 ^b	0
	4 g/kg	4.28±0.14 ^a	3.28±0.06 ^b	0
	5 g/kg	3.35±0.03 ^b	3.70±0.14 ^a	0
60	Kontrol	4.66±0.04 ^a	3.60±0.01 ^b	0
	3 g/kg	4.30±0.16 ^{ab}	3.57±0.04 ^b	0
	4 g/kg	4.03±0.01 ^b	3.89±0.10 ^a	0
	5 g/kg	3.97±0.20 ^b	3.58±0.06 ^b	0

cfu: koloniform ünite; KM: kuru madde; LAB: laktik asit bakterisi inokulanı

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

4.2. Silajların Aerobik Stabilite Testi

Silolamanın son döneminde açılan silajlara ait 5 günlük aerobik stabilite testi sonuçları Çizelge 3' de verilmiştir. Beş gün boyunca doğrudan hava ile temas eden tüm silajların ölçülen pH değerlerinde bir miktar yükselme görülmüştür. Ancak formik asit kullanılan

silajların pH değerleri kontrol silajına göre önemli düzeyde düşük bulunmuştur ($P < 0.05$). Beş günlük bu dönem sonucunda formik asit kullanılan silajların kontrol silajına göre önemli düzeyde daha düşük bir CO_2 üretimi görülmüştür ($P < 0.05$). Diğer yandan aerobik stabilite testi sonunda formik asit kullanılan silajların maya ve küf sayıları kontrol silajına göre önemli düzeyde düşer bulunmuştur ($P < 0.05$).

Çizelge 3. Ayçiçeği silajlarının aerobik stabilite test sonuçları

Uygulama	pH	CO_2 , g/kg KM	Maya, $\log_{10}cfu/g$	Küf, $\log_{10}cfu/g$
Kontrol	4.69±0.14 ^a	25.17±0.91 ^a	4.51±0.11 ^a	4.91±0.19 ^a
3 g/kg	4.19±0.12 ^b	18.87±0.67 ^b	3.28±0.14 ^b	2.99±0.41 ^b
4 g/kg	4.28±0.16 ^{ab}	15.10±0.38 ^c	3.13±0.12 ^b	2.81±0.23 ^b
5 g/kg	4.45±0.10 ^{ab}	15.01±0.55 ^c	3.10±0.22 ^b	2.73±0.27 ^b

CO_2 : karbondioksit; $\log_{10}cfu$: logaritma koloniform ünite; LAB, laktik asit bakterisi inokulanı

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

4.3. Silajların Hücre Duvarı Bileşenleri

Taze ve silolanmış ayçiçeği silajının hücre duvarı kapsamına ilişkin analiz sonuçları Çizelge 4' de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, ayçiçeği silajlarının NDF, ADF, ADL, hemiselüloz ve selüloz içerikleri sırasıyla %32.09-37.70, 29.84-32.13, 15.33-17.27, 1.87-2.25 ve 14.21-15.73 arasında bulunmuştur. Silajların NDF ve ADF içerikleri formik asit kullanımına bağlı olarak düşüş göstermiş olup özellikle 4 ve 5 g/kg formik asit kullanılan silajların ile kontrol ve 3 g/kg formik asit kullanılan silajlar arasında NDF ve ADF içerikleri bakımından önemli düzeyde farklılıklar bulunmuştur ($P < 0.05$). Araştırmada değişik düzeylerde katılan formik asit 60 günlük silolama sonunda ADL, hemiselüloz ve selüloz içeriklerini etkilememiştir ($P > 0.05$).

Çizelge 4. Ayçiçeği silajlarının hücre duvarı kapsamına ilişkin analiz sonuçları, (%)

Uygulama	NDF	ADF	ADL	Hemiselüloz	Selüloz
0	32.76	29.02	14.97	3.74	14.05
Kontrol	34.10±0.21 ^a	32.03±0.23 ^a	17.27±1.05	2.07±0.13	14.77±0.85
3 g/kg	34.70±0.44 ^a	32.13±0.33 ^a	16.40±0.70	2.24±0.11	15.73±0.55
4 g/kg	32.09±0.38 ^b	29.84±0.54 ^b	15.63±0.64	2.25±0.19	14.21±1.17
5 g/kg	32.14±0.50 ^b	30.27±0.60 ^b	15.33±1.11	1.87±0.12	14.94±0.56

NDF:Nötral çözücülerde çözünmeyen lif; ADF:Asit çözücülerde çözünmeyen lif; ADL:Asit çözücülerde çözünmeyen lignin, Hemiselüloz: NDF-ADF; Selüloz: ADF-ADL

*Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0.05).

4.4. Silajların *in vitro* Organik Madde Sindirilebilirliği

Araştırmanın 60. gününde gerçekleştirilen açım sonrası silaj örneklerinde *in vitro* OM sindirilebilirliğine ait analiz sonuçları Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 5. Silajların *in vitro* OM sindirilebilirlik özellikleri, %

Uygulama	İn vitro OMS, %
Kontrol	42.08
3 g/kg	43.17
4 g/kg	45.77
5 g/kg	45.50

OM:Organik maddeler

Çizelgede verildiği gibi, kontrol, 3, 4 ve 5 g/kg formik asit kullanılan gruplarda *in vitro* OM sindirilebilirliği sırasıyla %42.08, 43.17, 45.77 ve 45.50 olarak bulunmuştur. Formik asit kullanılan silajlarda OM sindirilebilirliği kontrol grubuna göre sayısal düzeyde daha yüksek bulunmuştur (P>0.05).

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Silaj fermantasyonunda organik asit temeline dayalı koruyucu katkı maddelerinin en önemli özellikleri, silolanan taze materyalin pH' sını çok kısa bir süre içerisinde düşürerek ($\text{pH} \leq 4.0$) homolaktik fermantasyonu sınırlandırmaları ve fermantasyon sonucu oluşan son ürünlerin miktarını düşürmeleridir (Woolford 1984). Nitekim araştırmada formik asit kullanımı sonucu ayçiçeği silajlarında homolaktik fermantasyon sınırlanarak ortam pH'sı düşmüş ve bunun bir sonucu olarak 60 günlük silolama dönemi sonunda silajların laktik ve asetik asit miktarları kontrol silajına göre düşüş göstermiştir ($P < 0.05$). Spoelstra ve ark. (1991), formik asit kullanılan silajlarda laktik asit; Kennedy (1990) ise asetik asit miktarının düştüğünü bildirmektedirler. Bu durum formik asidin siloda istenmeyen mikroorganizmalarla birlikte laktik asit bakterilerinin de üremelerini engellemesine ve laktik asit üretiminin düşmesine bağlanabilir (Wilson 1996). Ayrıca formik asit kullanımı silolama dönemi sonunda ayçiçeği silajlarında proteolizi önleyerek silajların $\text{NH}_3\text{-N}$ yoğunluklarını düşürmüştür ($P < 0.05$). Filya (2003) formik asit kullanımının buğday, mısır ve sorgum silajlarında laktik ve asetik asit yoğunluklarını düşürdüğünü ($P < 0.05$), etanol yoğunluklarını artırdığını ($P < 0.05$); Filya ve Sucu (2003) formik asit temeline dayalı bir koruyucunun mısır ve sorgum silajlarının laktik, asetik ve bütirik asit miktarları ile $\text{NH}_3\text{-N}$ konsantrasyonunu düşürdüğünü ($P < 0.05$), etanol yoğunluklarını ise artırdığını ($P < 0.05$); Filya ve Sucu (2005) formik asit kullanımının mısır silajlarının pH değerlerini, laktik, asetik ve bütirik asit miktarları ile $\text{NH}_3\text{-N}$ içeriklerini düşürdüğünü; Altınçelik (2006) laktik asit bakterisi ve formik asit kullanımının mısır silajlarında laktik asit ve $\text{NH}_3\text{-N}$ içeriklerini düşürdüğünü saptamışlardır. Diğer yandan İngiliz, İtalyan ve İngiliz X İtalyan çimi melezlerinden yapılan silajlarda kullanılan formik asidin, silajların $\text{NH}_3\text{-N}$ yoğunluklarını düşürdüğü belirlenirken (Rooke ve ark. 1988, Winters ve ark. 2001), yonca silajlarında da aynı etkiyi gösterdiği belirlenmiştir (Polan ve ark. 1998).

Araştırmada kullanılan formik asit ayçiçeği silajlarının *lactobacilli* içeriklerini düşürürken ($P < 0.05$), silajlardaki maya gelişimini de engellemiştir ($P < 0.05$). Silajlarda söz konusu mikroorganizma sayılarının düşmesi üzerinde silo içerisindeki düşük pH'lı asidik ortam etkili olmuş ve bunun sonucunda silajların *lactobacilli* ve maya sayıları kontrol silajına göre düşüş göstermiştir.

Diğer yandan 60 günlük silolama dönemi sonucunda oluşan son fermantasyon ürünlerinden asetik asit gibi uçucu yağ asitleri de silajlardaki maya ve küf popülasyonlarının

gelişimlerinin engellenmesi üzerinde etkili olmuştur. Nitekim formik asidin Lindgren ve ark. (1983) kırmızı üçgül silajlarının *lactobacilli* ve clostridia; Driehuis ve Van Wikselaar (1996) mısır ve İngiliz çimi silajlarının *lactobacilli* ve maya; Filya (2003) ise buğday, mısır ve sorgum silajlarının *lactobacilli*, maya, küf, enterobacteria ve clostridia sayılarını düşürdüğünü ($P<0.05$); Filya ve Sucu (2003) mısır ve sorgum silajlarda formik asit kullanımının silajların *lactobacilli*, maya, küf, enterobacteria ve clostridia sayılarını düşürdüğünü ($P<0.05$); Filya ve Sucu (2005) mısır silajlarında kullanılan formik asit düzeyinin artışına bağlı olarak silajların *lactobacilli*, maya ve küf sayılarının azaldığını ($P<0.05$) belirlemişlerdir.

Araştırmada formik asit ayçiçeği silajlarının aerobik stabiliteyi üzerinde etkili olarak silajların aerobik stabiliteyi geliştirmiştir. Silajların hava ile doğrudan temas ettikleri 5 günlük aerobik stabilite testi sonucunda formik asit katılan silajların CO_2 üretimleri kontrol silajından daha düşük ($P< 0.05$) düzeyde bulunmuştur. Seale (1986) bu dönemde görülen CO_2 üretimine ağırlıklı olarak ortamdaki mayaların neden olduğunu bildirirken, Filya (2002) ile Weinberg ve ark. (2002) silaj fermantasyonu sonucu oluşan laktatların bu aerobik dönemde bazı mayalar tarafından tüketilmesi sonucu silajların bu dönemdeki maya populasyonlarının artış gösterdiğini ve bunun da silajlarda CO_2 üretimine yol açtığını belirlemişlerdir. Ayrıca bu aerobik dönem sonucunda 3.0, 4.0 ve 5.0 g/kg düzeyinde formik asit katılan silajların maya ve küf düzeyleri kontrol silajından daha düşük ($P<0.05$) olmuştur. Silajların bu dönemdeki maya ve küf düzeylerinin düşmesinin nedeni araştırmada kullanılan formik asidin hem silo içerisinde düşük pH'lı asidik bir ortam oluşturması ve bu ortamda maya ve küf gelişmesinin yavaşlaması, hem de antimikrobiyal bir özelliğe sahip olması nedeniyle maya ve küf gelişimini engellemesidir. Lindgren ve ark. (1983) kırmızı üçgül silajlarına, Driehuis ve Van Wikselaar (1996) ise mısır ve İngiliz çimi silajlarına katılan formik asidin silajların maya sayılarını düşürerek ($P<0.05$) aerobik stabiliteyi arttırdığını bildirmektedir. Benzer şekilde Filya (2003) buğday, mısır ve sorguma formik asit kullanımının silajların 5 günlük aerobik dönem sonucunda maya ve küf sayıları ile CO_2 üretimlerini düşürdüğünü saptamıştır ($P<0.05$). Filya ve Sucu (2003) mısır ve sorguma formik asit kullanımının silajlarının 5 günlük aerobik dönem sonucunda maya ve küf sayıları ile CO_2 üretimlerini düşürerek ($P<0.05$) aerobik stabiliteyi arttırdığını bildirmişlerdir. Filya ve Sucu (2005) mısır silajlarında formik asit kullanımının silajların 5 günlük aerobik dönem sonucunda maya ve küf sayıları ile CO_2 üretimlerini düşürdüğünü ve bu düşüşün kullanılan formik asit düzeyinin artışına bağlı olarak arttığını ($P<0.05$) belirlemişlerdir.

Araştırma sonucunda formik asit kullanılan silajlarının *in vitro* OM sindirilebilirliklerini kontrol silajına göre sayısal anlamda artırmıştır ($P>0.05$). McDonald ve ark. (1991) formik asidin ruminantların KM tüketimini artırdığını ve bunun da hayvanların verim performanslarına yansıdığını bildirirlerken, Nadeau ve ark. (2000) formik asit katılarak yapılan domuz ayrığı ve yonca silajlarının ruminantlarda KM sindirilebilirliğini artırdığını belirlemişlerdir. Filya (2001) formik asidin silajlarda bozulmaya neden olan mikroorganizma popülasyonlarını baskı altına alarak gelişip çoğalmalarını engellediğini ve bunun sonucunda elde edilen hijyenik açıdan temiz silajların ruminantların verim performanslarını artırdığını bildirmiştir. Filya ve Sucu (2005) 3.5 ve 4.0 g/kg düzeyinde formik asit kullanılan mısır silajlarında KM ve OM parçalanabilirliklerini kontrol silajına göre artırdığını saptamışlardır ($P<0.05$). Araştırmacılar formik asidin antimikrobiyal özelliği ve silo içerisinde oluşturduğu güçlü asidik ortam etkili olduğunu, bu sayede maya, küf, enterobacteria ve clostridia sporları gibi silajlarda bozulmaya neden olan ve silajların hayvanlar tarafından daha iyi değerlendirilmesini engelleyen mikroorganizma popülasyonlarının gelişip çoğalmasını önlediğini ve bunun bir sonucu olarak formik asit katılan silajların KM ve OM parçalanabilirliklerinin artış gösterebileceğini bildirmektedirler.

Sonuç olarak hamur olum dönemi başlangıcında hasat edilen ayçiçeğinin silolanması sırasında formik asit kullanımının silo içerisinde asit bir ortam yaratarak fermantasyonu ve fermantasyon ürünlerini sınırlayarak ayçiçeği silajlarının aerobik stabilitelerini geliştirebileceği görülmüştür. Formik asit ayçiçeği silajlarının *lactobacilli* ve maya sayılarını kontrol silajlarına göre düşürmüşlerdir. Hücre duvarı bileşenleri kontrol grubuna göre azalmış, ancak *in vitro* OM sindirilebilirliğini etkilememişlerdir.

6. KAYNAKLAR

- Akyıldız AR (1984). Yemler Bilgisi Laboratuar Kılavuzu. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 895, Ders Kitabı: 213, 236 s, Ankara.
- Alçıçek A (1988). İkinci Ürün ve Artıklarının Yem Değerleri Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, s. 81, İzmir.
- Altınçekiç E (2006). Organik Asit-Bakteriyal İnokulant Kombinasyonunun Mısır Silajlarının Fermantasyon, Aerobik Stabilite ve Yem Değeri Üzerine Etkileri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 72 s, Bursa.
- Anonim (2008). T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Silo Yem Bitkileri Ve Silaj. http://www.tarim.gov.tr/uretim/Bitkisel_Uretim,Silo_Yem_Bitkileri.html
- Anonymus (1986). The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: 427, 428 p, London.
- Asbell G, Weinberg ZG, Azrieli A, Hen Y and Horev B (1991). A simple system to study the aerobic deterioration of silages. Canadian Agric. Eng. 33:391-393.
- Atwal AS (1985). Comparison of Wilted Silages of Alfaalfa Cut at Two Stages of Maturity with Formic Acid Treated Silage from Early Cut Alfaalfa. Can. J. Anim. Sci., 65: 659-666.
- Baytok E, Muruz H (2003). The Effects of Formic Acid or Formic Acid Plus Molasses Additives on the Fermentation Quality and DM and ADF Degradabilities of Grass Silage. Turk J Vet Anim Sci 27: 425-431.
- Bolsen KK, Bonilla DR, Huck GL, Young MA, Hartthakur RA and Joyeaux A (1996). Effect of a Propionic Acid, Bacterial Inoculant on fermentation and Aerobic Stability of Whole-Palnt Corn Silage. J. Anim. Sci. 74 (Suppl. 1): 274.
- Chamberlain DG, Quig J (1987). The Effect of the Rate of Addition of Formic Acid and Sulphuric Acid on the Ensilage of Perennial Ryegrass in Laboratory Silos. J.Sci. Food Agric. 38: (3) 217-228.
- Close W, Menke KH (1986). Selected Topics in Animal Nutrition Universitat, Pp; 170 + 85, Hohenheim.
- Coşkun B, Şeker E, İnal F (1997). Yemler ve Teknolojisi. S.Ü. Veteriner Fakültesi Yayınları, Konya.

- Denek N, Can A, Tüfenk Ş (2003). Mısır, sorgum ve ayçiçeği hasıllarına değişik katkı maddeleri katılmasının silaj kalitesi ve in vitro kurumadde sindirimine etkisi. HR. Ü.Z.F.Dergisi, 2004, 8 (2): 1-10, Şanlıurfa.
- Driehuis F, Van Wikselaar PG (1996). Effects of addition formic, acetic or propionic acid to maize silage and low dry matter grass silage on the microbial flora and aerobic stability. Proc. of the XIth International Silage Conference. Aberystwyth, Wales, 8-11 September, pp. 256-257.
- Ensminger ME, Olentine Jr CG (1978). Feeds and Nutrition. Complete. Clovis, California.
- Filya İ, Ashbell G, Hen Y and Weinberg ZG (2000). The effect of bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. Anim. Feed Sci. Technol., 88: 39-46.
- Filya İ (2000a). Silaj fermantasyonunda katkı maddeleri kullanımı. Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 15 (3): 118-125.
- Filya İ (2000b). Silaj Kalitesinin Arttırılmasında Yeni Gelişmeler. International Animal Nutrition Congress'2000, 243-250 s, Isparta.
- Filya İ (2001). Silaj Teknolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, 16059, Görükle, Bursa.
- Filya İ (2002a). Laktik asit bakteri inokulantlarının mısır ve sorgum silajlarının fermantasyon, aerobik stabilite ve in situ rumen parçalanabilirlik özellikleri üzerine etkileri. Turk J. Vet. Anim. Sci., 26: 815-823.
- Filya İ (2002b). Laktik asit ve laktik asit+enzim karışımı silaj inokulantlarının mısır silajı üzerine etkileri. Turk J. Vet. Anim. Sci., 26, 679-687.
- Filya İ (2003). Organik asitlerin buğday, mısır ve sorgum silajlarının mikrobiyal flora ile aerobik stabilite üzerine etkileri. III. Ulusal Zootečni Bilim Kongresi, 14-16 Ekim 2002 Ankara. Bildiriler: 299-308.
- 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, Mart, 2007, 47:37-44.
- Filya İ, Karabulut A, Kalkan H ve Sucu E (2001). Bakteriyal inokulantların sorgum silajlarının fermantasyon, aerobik stabilite ve rumen parçalanabilirlik özellikleri üzerine etkileri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Tarım Bilimleri Derg., 7 (2):112- 119.

- Filya İ, Sucu E (2003). Silajlarda fermantasyon kalitesi ve aerobik stabilitenin geliştirilmesi üzerinde araştırmalar. GAP III. Tarım Kongresi, 2-3 Ekim 2003, şanlıurfa. Bildiriler: 273-278.
- Haigh PM, Appleton M, Clench SF (1987). Effect of Commercial Inoculant and Formic Acid+Formalin Silage Additives on Silage Fermentation and Intake and on Liveweight Change of Young Cattle. *Grass and Forage sci.*, 42: 405-410.
- Henderson AR, Mc Donald P and Woolford MK (1972). *Journal of the Science Food and Agriculture*, 23:1079-1087.
- Kaya Y (2003). Türkiye'deki yağlık ayçiçeği üretimini mevcut durumu, sorunları ve çözüm önerileri. *Cine Tarım Dergisi*. 5 (43): 34-35.
- Kennedy S J (1990): An Evaluation of Three Bacterial Inoculants and Formic Acid as Additive for Harvest Grass. *Grass Forage Sci.* 45, 281-288.
- Kılıç A (1986). Silo Yemi (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri), s. 327, İzmir.
- Koç F, Coşkuntuna L (2003). Silo yemlerinde organik asit belirlemede iki farklı metodun karşılaştırılması. *J Anim Prod*, 44:37-47.
- Kung L, Shaver R (2001). How Good Is Your Silage Making? *Hoard's Dairyman*, 146:597.
- Lindgren S, Lingvall AP, Kartzow A and Rydberg E (1983). Effects of inoculants, grain and formic acid on silage fermentation. *Swedish J. Agric. Res.*, 13: 91-100.
- Macgregor CA (1994). *Directory of Feeds&Feed Ingredient*, W.D. Hoard and Sons Company, USA, 85s.
- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD (1988). *Animal Nutrition*. 4 th Edition. Longman Scientific and Technical, 543 p.
- McDonald P, Henderson AR and Heron SJE (1991). *The Biochemistry of Silage*. (2nd ed.). Chalcombe Publ., Church Lane, Kingston, Canterbury, Kent, UK.
- Meeske R, Ashbell G, Weinberg ZG and Kipnis T (1993). Ensiling forage sorghum at two stages of maturity with the addition of lactic acid bacterial inoculants. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 43, 165-175.
- MINITAB (2000). *Minitab Incorporation. Minitab for windows, release 13 for windows. user's guide 2-data analysis and quality tools*, Minitab Inc., USA.

- Moran J, Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y and Owen TR (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, 164-165.
- Nadeau EMG, Buxton DR, Russell JR, Allison MJ and Young JW (2000). Enzyme, bacterial inoculant and formic acid effects on silage composition of orchardgrass and alfalfa. *J. Dairy Sci.*, 83: 1487-1502.
- Naumann C, Bassler R (1993). Die Chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Methodenbuch, Band III. 3. Erg., Verlag Naumann, Melsungen.
- NRC (1989). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Washington, D.C., 157s.
- Özdüven ML, Ögün S (2006). The effects of wet brewers grain-whole plant sunflower mixture silages on fermentation characteristics and nutrient digestibility in lambs. *J Tekirdag Agricultural Faculty*, 3:245-252.
- Petterson K (1988). *Ensiling of Forages: Factors Affecting Silage Fermentation and Quality*, Sveriges Lantbruksuniversitet, 46 p, Uppsala,
- Phipps R, Wilkinson M (1986). *Maize Silage*. 48 p, Chalcombe Publition.
- Polan CE, Stieve DE and Garrett JL (1998). Protein preservation and ruminal degradation of ensiled forage treated with heat, formic acid, ammonia, or microbial inoculant. *J. Dairy Sci.*, 81: 765-776.
- Polat C, Koç F, Özdüven ML (2005). Mısır Silajında Laktik Asit Bakteri ve Laktik Asit Bakteri+Enzim Karışımı İnokulantların Fermantasyon ve Toklularda Ham Besin Maddelerinin Sindirilme Dereceleri Üzerine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1): 13-22.
- Polat C, Yurtman İY, Koç F, Coşkuntuna L, Özdüven ML (1998). Mikrobiyal Katkı Maddesi Kullanımının I. ve II. Ürün Mısır, Fiğ Tahıl Karışımı, Ayçiçeği Silajlarında Fermantasyon Gelişimi ve Aerobik Stabilité Üzerindeki Etkileri. Proje No: VHAG - 1238, s. 79, Tekirdağ.
- Rooke JA, Maya FM, Arnold JA and Armstrong DG (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 Forage Sci.*, 43: 87-95.
- Sarıççek ZB, Ayan İ, Garipoğlu AV (2001). Mısır ve Bazı Baklagillerin Tek ve Karışık Ekilmelerinin Silaj Kalitesine Etkisi. *OMÜ Ziraat fakültesi Dergisi*, 2002, 17 (3): 1-5, Samsun.

- Seale DR (1986). Bacterial inoculants as silage additives. *J. Appl. Bacteriol.*, 61:9-26.
- Seale DR, Pahlow G, Spoelstra SF, Lindgren S, Dellaglio F, Lowe JF (1990). Methods for The Microbiological Analysis of Silage, Proceeding of The Eurobac Conference, 147. Uppsala.
- Soysal MI (1998). Biyometrinin Prensipleri (İstatistik I ve II Ders Notları), Yayın No:95, Ders Kitabı No: 64, T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, 331 s, Tekirdağ.
- Spoelstra SF, Steg A, Beuvink JMW (1991). Application of cell Wall degrading enzymes to grass silage. *Agricultural Biotechnology in Focus in The Netherlands*.
- Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y, Azrieli A (1993). The Effect of Applying Lactic Acid Bacteria Ensiling on the Aerobic Stability of Silages. *J. Appl. Bacteriol.*, 75: 512-518.
- Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y, Azrieli A, Szakacs G and Filya I (2002). Ensiling whole-crop wheat and corn in large containers with *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus buchneri*. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol*, 28: 7-11.
- Wilson RE (1996). Effects of Fertilizer N, Additives and Season on Silage. Fermentation in Laboratory Silages. *Irish J. Agr. Food Res.*, 8:307-318.
- Winters AL, Fycan 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 Forage Sci.*, 56: 181-192.
- Woolford MK (1984). *The Silage Fermentation*. Marcel Dekker Inc. New York.
- Yıldırım B (2008). Yaş Bira Posası Silajlarında Organik Asit Kullanımının Fermantasyon Gelişimi Ve Aerobik Stabilité Üzerine Etkileri. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 34 s., Tekirdağ.
- Yurtman İY, Koç F, Özdüven ML, Erman S (1997). Silaj Üretiminde Mikrobiyal Katkı Maddelerinin Kullanımı. *Trakya Bölgesi II. Hayvancılık Sempozyumu*, 346-351 s, Tekirdağ.

ÖZGEÇMİŞ

1986'da İstanbul'da doğdu. Lise öğrenimimi Bahçeşehir Atatürk Lisesinde tamamladı. 2006 yılında Namık Kemal Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesinde Ziraat Mühendisliği / Zootekni Bölümü'nde lisans öğretimime başladım ve 2010 tarihinde mezun oldum. Mezun olduktan sonra aynı yıl Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim dalında Yüksek Lisansa başladım.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince bana her konuda destek olan danışman hocam Doç. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN'e, Yrd. Doç. Dr. Levent COŞKUNTUNA, Doç. Dr. Fisun KOÇ'a, yüksek lisans öğrenimimde başlangıçtan sonuna kadar tüm aşamalarda her anlamda yanımda olan bölüm başkanımız başta olmak üzere tüm bölüm hocalarıma ve manevi desteklerinden dolayı aileme çok teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Murat HIRA