

**KİMYON UÇUCU YAĞININ YONCA
SİLAJININ FERMANTASYON KALİTESİ VE
AEROBİK STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**
Aslı TURAN
Yüksek Lisans Tezi
Zootekni Anabilim Dalı
Yard. Doç. Dr. Sibel SOYCAN ÖNENÇ
2015

T.C.

**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KİMYON UÇUCU YAĞININ YONCA SİLAJININ FERMANTASYON KALİTESİ VE
AEROBİK STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Ash TURAN

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Yard. Doç. Dr. Sibel SOYCAN ÖNENÇ

TEKİRDAĞ-2015

Her hakkı saklıdır

Bu tez NKÜBAP tarafından, NKÜBAP.00.24.YL.14.04 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Sibel SOYCAN ÖNENÇ danışmanlığında, Aslı TURAN tarafından hazırlanan “Kimyon Uçucu Yağının Yonca Silajının Fermantasyon Kalitesi ve Aerobik Stabilitesi Üzerine Etkisi” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Zootekni Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Yrd. Doç. Dr. Sibel SOYCAN ÖNENÇ

İmza :

Üye : Prof. Dr. Mürsel ÖZDOĞAN

İmza :

Üye Doç . Dr. M. Levent ÖZDÜVEN

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KİMYON UÇUCU YAĞININ YONCA SİLAJININ FERMANTASYON KALİTESİ VE AEROBİK STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

Aslı TURAN

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Zootekni Anabilim Dalı

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Sibel SOYCAN ÖNENÇ

Bu araştırma kimyon uçucu yağının, yonca silajının fermantasyon kalitesi, aerobik stabilitesi, *in vitro* metabolik enerji içerikleri ve nispi yem değeri üzerine etkilerini belirlemek amacı ile düzenlenmiştir. Yonca, ekim ayında çiçeklenme başlangıcında hasad edilmiş ve yaklaşık 3 saat süreyle soldurulmuştur. Kimyon uçucu yağı silajlara 300 mg/kg ve 500 mg/kg düzeyinde katılmıştır. Yonca, plastik torbalarda silolanmıştır. Paketler laboratuvar koşullarında 8±2 °C’de depolanmışlardır. Silolamadan sonraki 120. günde her bir gruptan 3 paket açılarak silajlarda fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Silolama döneminin sonunda açılan silajlara 7 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmıştır. Ayrıca, enzimde çözünen organik madde miktarı, metabolik enerji içerikleri ve nispi yem değeri belirlenmiştir. Sonuç olarak, kimyon uçucu yağı yonca silajlarının fermantasyon özelliklerini artırmıştır. Ayrıca nispi yem değerini olumlu yönde etkilemiştir.

Anahtar kelimeler: Yonca silajı, silaj fermantasyonu, kimyon uçucu yağı, aerobik stabilite

2015, 56 Sayfa

ABSTRACT

Master Thesis

EFFECT OF CUMIN ESSENTIAL OIL USAGE ON FERMENTATION QUALITY AND AEROBIC STABILITY OF ALFALFA SILAGE

Aslı TURAN

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

Supervisor: Yrd. Doç. Dr. Sibel SOYCAN ÖNENÇ

This study was carried out to determine the effects of cumin essential oil on the silage fermentation and aerobic stability of alfalfa silages. Alfalfa was harvested at early bloom stage in October and wilted for about 3 hours. Cumin essential oil was applied 300 mg/kg and 500 mg/kg levels. Alfalfa was ensiled in plastic bags. The packages were stored at 8 ± 2 °C under laboratory conditions. Three packages from each group were sampled physical, chemical and microbiological analysis 120th day after ensiling. At the end of the ensiling period all silages were subjected to an aerobic stability test for 7 days. In addition, enzymatic solubility of organic matter, metabolizable energy and relative feed value of these silages was determined. As a result of cumin essential oil increased characteristics of fermentation of alfalfa silages. The relative feed value is affected positively.

Keywords: Alfalfa Silage, silage fermentation, cumin essential oil, aerobic stability

2015, 56 Pages

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimin süresince tezimi gerçekleştirmemde yardımcı olan, her konuda beni dinleyerek göstermiş olduğu hoşgörü ve sabırdan dolayı değerli hocam, Yrd. Doç. Dr. Sibel SOYCAN ÖNENÇ'e, laboratuvar çalışmalarında yardımlarından dolayı Doç. Dr. Levent ÖZDÜVEN'e, denememin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen ve bana manevi destek veren Araş. Gör. Firdevs KORKMAZ' a, arkadaşlarım Görkem CUHADAR ve İlker ERGEN'e, hayatımın her döneminde yanımda olan yengem Nermin ADAK ve dayım Seçkin ADAK'a ve bana koşulsuz inanan ve güvenen, her zaman yanımda olan ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen annem Emine TURAN ve babam Candan TURAN'a ve bu çalışmayı destekleyen Namık Kemal Üniveristesini Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (NKÜBAP)'ne teşekkür ederim.

Aşlı TURAN

SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR

A	: Asit
AA	: Asetik asit
ADF	: Acit deterjanda çözünmeyen lif
ADL	: Asit deterjanda çözünmeyen lignin
°C	: Santigrat derece
EÇOM	: Enzimde çözünen organik madde
HBM	: Ham besin maddesi
HP	: Ham protein
HY	: Ham yağ
HS	: Ham selüloz
HK	: Ham kül
KM	: Kuru madde
KMK	: Kuru madde kaybı
LA	: Laktik asit
LAB	: Laktik asit bakterileri
MEA	: Malt ekstrakt agar
ME	: Metabolik enerji
MO	: Mikroorganizma
N	: Azot
NDF	: Nötr deterjanda çözünmeyen lif
NH ₃ -N	:Amonyak azotu
NÖM	: Nitrojensiz öz madde
OM	: Organik madde
SÇK	: Suda çözünebilir karbonhidrat
TN	: Toplam nitrojen

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER SİZİNİ	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1. Silaj ve Silajın Tanımı.....	3
2.2. Silaj Üretimi	3
2.3.Silaj Kalitesine Etki Eden Faktörler.....	5
2.3.1. Mikroorganizmalar	5
2.3.1.1. Epifitik mikroorganizmalar.....	5
2.3.1.2. Laktik asit bakterileri.....	5
2.3.1.3. Clostridia.....	6
2.3.1.4. Enterobakterler	6
2.3.1.5. Mantarlar.....	7
2.3.2. Kuru madde düzeyi.....	7
2.3.3. Suda çözünebilir karbonhidrat miktarı	8
2.3.4. Tampon kapasitesi	9
2.3.5. Katkı maddesi kullanımı	9
2.3.5.1. Soldurma	10
2.3.5.2. Karbonhidrat kaynakları	10
2.3.5.3. Aside dayalı katkı maddeleri	11
2.3.5.4. Biyolojik katkıları.....	12
2.3.5.5. Aromatik bitkiler	12
2.3.5.5.1. Uçucu yağlar ve genel özellikleri.....	13
2.3.5.5.2. Kimyon uçucu yağının genel özellikleri	14
2.3.5.5.2.1. Türkiye’de kimyon üretimi ve ticareti	14
2.3.5.5.2.2. Kimyon uçucu yağının hayvan beslemede kullanımı	16

2.4. Yonca ve Yonca Silajı.....	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	20
3.1. Materyal.....	20
3.2. Yöntem.....	21
3.2.1. Silajların ham besin madde içeriklerinin belirlenmesi.....	25
3.2.2. Enzimatik yöntem.....	27
3.2.3. Aerobik bozulmaya direnç ilişkili analizler.....	28
3.2.4. Nispi yem değeri özellikleri.....	29
3.2.5. İstatistiksel analizler.....	29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	30
5. TARTIŞMA.....	37
6. SONUÇ.....	46
7. KAYNAKLAR.....	47
8. ÖZGEÇMİŞ.....	56

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Eski Mısır'da silaj yapımı.....	4
Şekil 3.1. Silajların hazırlanması	22
Şekil 3.2. 120. gün sonunda paket silajların açımı	24
Şekil 3.3. Mikrobiyolojik analizler	25
Şekil 4.1. Açımında ve aerobik stabilite testinde belirlenen pH düzeyleri	34
Şekil 4.2. Aerobik stabilite testinde belirlenen CO ₂ düzeyleri.....	34
Şekil 4.3. Açımında ve aerobik stabilite testinde belirlenen maya sayıları.....	34
Şekil 4.4. Açımında ve aerobik stabilite testinde belirlenen küf sayıları.....	35

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Silolanma özelliklerine göre yemlerin sınıflandırılması	10
Çizelge 2.2. Aromatik bitkilerin aktif madde içerikleri ve etki mekanizmaları	13
Çizelge 2.3. Kimyonun ham besin madde içerikleri.....	14
Çizelge 2.4. Türkiye’de kimyon üretimi	15
Çizelge 2.5. Türkiye’de kimyonun dış satımı	15
Çizelge 3.1. Yoncann kimyasal analiz sonuçları	20
Çizelge 3.2. Kimyon uçucu yağının kimyasal bileşimi	21
Çizelge 3.3. Silo yemlerinde Flieg puanlaması	22
Çizelge 3.4. Silo yemlerinin fiziksel özelliklere göre değerlendirilmesi	23
Çizelge 4.1. Silajların fiziksel değerlendirmeleri ve Flieg puanlaması	30
Çizelge 4.2. Silajların ham besin madde ve hücre çeperi içerikleri, KM’de.....	31
Çizelge 4.3. Yonca silajlarının (120. gün) kimyasal analiz sonuçları	31
Çizelge 4.4. Yonca silajlarının mikrobiyolojik analiz sonuçları	33
Çizelge 4.5. Yonca silajlarının aerobik stabilite test sonuçları	33
Çizelge 4.6. Silajların EÇOM (%KM) ve ME (kcal/kg KM) içerikleri.....	35
Çizelge 4.7. Yonca silajlarının sindirilebilir kuru madde tüketimi be nispi yem değerleri	36

1.GİRİŞ

Hayvancılık işletmelerinin amacı yetiştirdikleri hayvanlardan optimum düzeyde verim almaktır. Hayvanların genetik özellikleri ve çevresel faktörler verimi önemli düzeyde etkilemektedir. Çevresel faktörler içinde beslemenin, diğer bir ifadeyle yemin, çok büyük bir yeri vardır. Kaba yemler ruminantların beslenmesinde hem besleme fizyolojisi hem de işletme ekonomisi bakımından büyük önem taşımaktadır. Ancak farklı iklim koşullarının doğal bir sonucu olarak her bölgenin vejetasyon dönemi ve süresi de farklı olduğundan hayvanlar ancak yılın bazı dönemlerinde yeşil yem gereksinimlerini doğal olarak karşılayabilmektedir. Özellikle kış mevsimindeki sınırlayıcı faktörlere bağlı olarak, saman gibi kalitesiz kaba yemlerin kullanımı gündeme gelmektedir. Kalitesiz kaba yem kullanımı önemli düzeyde ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu nedenle mevsimsel verim farklılıkları da ortaya çıkmaktadır. Hayvancılık işletmelerinde istenmeyen bu verim kayıpları farklı bitkilerinden elde edilen silajların kullanılmasıyla önlenmektedir (Kurtoglu 2011, Çiftçi ve ark. 2005) .

Hayvancılık işletmeleri yem teminini, iklim şartları ve işletme olanakları göz önüne alınarak, baklagil yem bitkilerinin kurutulması, mısır ve pancar yaprakları gibi karbonhidrat içeriği yüksek yem bitkilerinin silolanmasıyla sağlamaktadır. Ancak çevre sıcaklığının yüksek, bağıl nemin düşük ve yağışın olmadığı aylarda kurutma yöntemleri, yağışın bol ve bağıl nemin yüksek olduğu aylarda da silolama yöntemleri ön plana çıkmaktadır (Çiftçi ve ark. 2005, Çerçi ve ark. 1996a). Yem bitkilerinin kraliçesi olarak adlandırılan yonca (*Medicago sativa*) genellikle kurutularak hayvanlara verilmektedir. Ancak kurutulması ve depolanması sırasında yapılan mekanik müdahalelere bağlı olarak önemli ölçüde besin madde kaybı meydana gelmektedir (McDowell 1989, Çiftçi ve ark. 2005, Oktay ve ark. 1990, Tuncer 1984).

Son yıllarda kuru ot olarak değerlendirilmesinin yanı sıra yonca silajı da önem kazanmaktadır. Özellikle yağışı bol olan bölgelerde ve yeterince kurutma imkânı olmayan son biçim yoncalar genellikle silaj olarak değerlendirilmektedir (Çerçi ve ark. 1996a). Silajlık yeşil yem olarak yonca, protein düzeyinin ve tampon kapasitesinin yüksek, suda çözülebilir karbonhidrat (SÇK) içeriğinin düşük olmasından dolayı güç silolanan yemler sınıfına girmektedir (Kılıç 1986). Bu nedenle protein bakımından zengin, karbonhidrat bakımından fakir olan silajlık yem bitkilerinin silolanması için katkı maddelerinin kullanılması zorunlu hale gelmektedir (Çerçi ve ark. 1996b, Güler 2001, Kılıç 1986, Şahin ve ark. 1999). Güç silolanan yemlerde çok düşük şeker içeriği, fermantasyon oluşumunu geciktirdiği gibi

ortamdaki proteinin bazik özellikteki parçalanma ürünleri de silo içerisinde pH'nın düşmesini engelleyerek istenmeyen mikroorganizmaların gelişimini hızlandırır (Ergül 2002).

Antibiyotikler, mikroorganizmaları öldürücü ya da gelişimini durdurucu etkinliğe sahip olmalarından dolayı silolamada katkı maddesi olarak kullanılmıştır. Ancak antibiyotiklerin katkı maddesi olarak kullanımının yasaklanması ve son yıllarda doğal ürünlere olan ilginin artması aromatik bitki ve bunlardan elde edilen ürünlerin gıda, hayvan besleme ve tıp alanında kullanımını gündeme getirmiştir. Aromatik bitkilerden elde edilen uçucu yağların antimikrobiyal etkileri nedeniyle hayvan beslemede kullanılabileceği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Oh ve ark. 1967, Evans ve Martin 2000, Wallace ve ark. 2002, McIntosh ve ark. 2003, Alçiçek ve ark. 2003, Jamroz ve ark. 2003, Hernandez ve ark. 2004, Cardozo ve ark. 2004, Bozkurt 2005, Soycan-Önenç 2008).

Pek çok bitki ekstraktının mikrobiyal aktiviteyi etkilediği bildirilmesine karşın bunların silaj katkı maddesi olarak kullanımına yönelik sınırlı sayıda araştırma bulunmaktadır (Kung ve ark. 2008, Chaves ve ark. 2012, Soycan-Önenç ve ark. 2013).

Bu çalışmada; antimikrobiyal katkı maddesi olarak kimyon uçucu yağının yonca silajının fermantasyon kalitesi, aerobik stabilitesi, *in vitro* metabolik enerji içerikleri ve nispi yem değeri üzerine etkileri belirlenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Silaj ve Silajın Tanımı

Çok eski tarihlerden beri yem ve gıda maddelerinin bozulmasını önlemek, besin değerini korumak ve uzun süre kullanabilmek amacıyla değişik saklama yöntemleri kullanılmaktadır.

Silaj su içeriği yüksek bitkisel ürün, tarımsal ve endüstriyel artıkların havasız ortamda fermantasyona bırakılmaları sonucu elde edilen bir kaba yem kaynağıdır (Basmacıoğlu ve Ergül 2002, Messke ve ark. 1993). Yapılan bu işleme silolama, silajın yapıldığı saklama veya depolama yerine de silo denir (Filya 2001a). Silaj yapımının amacı mümkün olan en az besin madde kaybı ile yemleri saklamaktır (McDonald 1981). Silolama sırasında laktik asit bakterileri gibi bazı mikroorganizmaların üremesi istenirken, bütirik asit, asetik asit ve çeşitli kokuşma bakterileri ile maya ve mantarlar gibi bazı mikroorganizmaların üremeleri istenmez. Silajda istenen bir özellik olan pH'nın hızla düşmesi ancak laktik asit bakterilerinin artması ile gerçekleşir (Coşkun ve ark. 1997). Bütün yeşil yemlerin silajı yapılabilmektedir. Ancak kimyasal bileşimlerine bağlı olarak silolanabilme özellikleri farklılık göstermektedir (Honing 1986, Bolsen ve ark. 1996a,c).

2.2. Silaj Üretimi

Silaj yapımının tarihi günümüzden yaklaşık olarak 3000-3500 yıl öncesine dayanmaktadır. O dönemlerde hem tahıl danelerinin, hem de yeşil bitkilerin silolandığı bilinmektedir. Mısır' da bulunan eski duvar resimleri M.Ö. 1000-1500 yıllarında Mısırlıların bitkisel ürünleri siloladıklarını göstermektedir (Şekil 2.1). Yine eski tarihlerde Kapadokya ve Trakya Bölgeleri'nde dane mısır, siri adı verilen kuyularda depolanmıştır. Özellikle İtalya'da soldurulmuş yeşil bitkilerin en az 700 yıldır silolandığı bilinmektedir (Filya 2001b, Kurtoğlu 2011).



Şekil 2.1. Eski Mısır’da silaj yapımı (Woolford 1984).

Silaj yapımı çok uzun yıllardır bilinmesine karşın 19. yüzyılın sonlarına kadar yaygınlaşmamıştır. Modern anlamda silolamanın prensipleri ve pratik silaj yapım teknikleri bir Fransız çiftçisi olan Auguste Goffart’ın 1877 yılında yayınlanan ve mısır silajı konusundaki deneyimlerini anlattığı kitabında yer almaktadır. Bu kitabın İngilizce çevirisi bir yıl sonra Amerika Birleşik Devletleri’nde (ABD) yayınlanmış ve çiftçiler tarafından silaj yapımı benimsenerek bu ülkede büyük bir hızla yayılmıştır (Filya 2005).

Diğer yandan 1920’lerde Finlandiyalı Prof. Arturi Ilmari Virtanen silaj yapımında katkı maddesi olarak kullanılmak üzere sülfürik ve hidroklorik asitten oluşan bir mineral asit karışımını geliştirmiştir. Nobel kimya ödüllü bu bilim adamının ismiyle anılan A.I.V. karışımı özellikle su içeriği yüksek bitkilerin silolanmasında oldukça yararlı olmuş ve İskandinav ülkelerinde silaj teknolojisinin gelişmesine önemli katkı sağlamıştır. Ancak zaman içerisinde mineral asitlerin kullanımındaki zorluklar nedeniyle 1960’larda bu asitler yerine formik asit kullanılmaya başlanmıştır. Yine 1900’lü yılların başlarında Fransa’ da ilk kez şeker pancarı posası silajında LAB (Laktik asit bakterisi) kültürü kullanılmıştır. Daha sonra geliştirilen LAB kültürleri özellikle son yıllarda silaj yapımında geniş bir kullanım alanı bulmuştur (Filya 2005).

2.3. Silaj Kalitesine Etki Eden Faktörler

Silaj kalitesi, silajın yem değeriyle birlikte fermantasyonun başarısını da ifade etmektedir. Başarılı bir fermantasyon sonucunda, silolanan materyalin besin maddelerinin optimum düzeyde korunması sağlanarak besleme değeri yüksek bir yem materyali elde edilebilmektedir. Bununla birlikte istenmeyen bir fermantasyon silajın besleme değerini önemli ölçüde düşürür. Bu nedenle silajın kalitesi ve onun besleme değeri birbiri ile ilişkilidir (McCullough 1978). Silaj fermantasyonu silajlık materyalin siloya doldurulup kapatılmasından, hayvanların tüketimine kadar olan süre içerisindeki silajlık materyal ve silajda oluşan biyolojik olayların tamamını kapsamaktadır (Weinberg ve Muck 1996, Oude Elferink ve ark. 2000). Silolamanın bütün evrelerinin silaj kalitesinin sürdürülmesi için kontrol altında tutulması gerekir (Oude Elferink ve ark. 2000).

2.3.1. Mikroorganizmalar

Silaj fermantasyonunu pekçok mikroorganizma (MO) etkilemektedir. Bu mikroorganizmaların silajdaki faaliyetleri sonucunda silajın içerdiği son ürünler değişiklik göstermektedir. Silaj fermantasyonunda ortamda laktik asit (LA) miktarının yüksek ve LAB sayısının fermantasyona hakim olması istenirken, diğer MO'ların silajdaki faaliyetleri istenmez (McDonald 1981, Basmacıoğlu ve Ergül 2002).

2.3.1.1. Epifitik mikroorganizmalar

Silaj fermantasyonunu etkileyen başlıca faktörlerden biri de silajı yapılacak materyalin hasat sırasındaki epifitik LAB sayılarıdır. Biçim öncesi bitki üzerindeki aktif bakteri sayısı <10 cfu/g ile 1.0×10^7 cfu/g arasında değişebilmektedir. Bu dönemde bitkilerin LAB sayısında ki varyasyona ortam sıcaklığı, ultraviyole ışınlar, nisbi nem ve bitkinin kendisi ile ilgili pekçok faktör etkilemektedir. Silaj yapımı amacıyla bitkinin parçalanması epifitik bakterilerin sayısını artırmaktadır (Jones 1995, Jones ve Gogerddan 1994). Epifitik mikroorganizmalar içerisinde farklı grupların sayı ve oranlarının bulunması kontrolsüz bir silaj fermantasyonunun ortaya çıkmasına neden olabilir. Bunun önlenmesi amacıyla değişik silaj katkılarının kullanılması zorunluluğu ortaya çıkabilir (Filya 2005).

2.3.1.2. Laktik asit bakterileri

Fakültatif anaerob olan LAB'lar biçimden önce materyalde doğal olarak az miktarda bulunmaktadır. Biçimin ardından, materyalin parçalanmasıyla hızla sayıları artar. Silolamadan

sonra LAB sayısı artmaya devam eder ve materyaldeki mevcut suda çözünebilir karbonhidratı başta LA olmak üzere çeşitli organik asitlere fermente etmektedir. Laktik asit bakterileri homofermantatif (*L. plantarum*, *P. pentosaceus* ve *E. Faecalis* gibi) ve heterofermantatif (*L. brevis*, *L. bunchneri* ve *L. mesenteroides* gibi) LAB olmak üzere iki gruba ayrılır. Heksozlardan LA üretiminde homofermantatif LAB daha etkindir ve bu nedenle silaj fermantasyonunda dominant olmaları istenir (McDonald ve ark. 2002).

Fermantasyonun ideal seyirinde gelişebilmesi için en uygun sıcaklık 20-40 °C arasındadır (Kılıç 1986). LAB'ın iyi gelişebilmesi için silo içi sıcaklığın 28-30 °C'ye düşürülmesi gerekir. Bu da materyalin hızlı bir şekilde havasız bırakılmasıyla sağlanabilir (Akyıldız 1981). Ayrıca pH'nın düşmesi ile SÇK'nın LA'ya dönüşüm etkinliği de artar (Kılıç 1986).

2.3.1.3. Clostridia

Clostridia'lar, silo ortamının en önemli zararlı mikroorganizmalarından olup, silaj kalitesini olumsuz yönde etkiler. Silajlık materyalin epifitik florasına ait olmayan *clostridia*'lar, silajlara kontaminasyonla bulaşır ve genellikle toprak ya da gübre kaynaklıdır (Kurtoğlu 2011). Bitkide doğal olarak sporlar halinde bulunurlar ve ancak anaerob koşullarda gelişebilirler. Silajın anaerobik olarak bozulmasının temelinde clostridialar vardır (Henderson 1993). *Clostridia*'lar sakkarolitik ve proteolitik olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Sakkarolitik olanlar, SÇK ve LA'yı bütürik aside fermente ederek silajın pH'sının yükselmesine neden olurlar. Proteolitik olanlar ise çoğunlukla aminoasitler olmak üzere çeşitli bileşikleri asetik asit, bütürik asit, amin ve amonyak gibi çeşitli ürünlere fermente ederler (McDonald 1981).

Clostridia'ların optimum gelişimleri için gereksinim duydukları pH değeri 7.0-7.4'dir. Silaj pH'sının 4.2 olması clostridia gelişiminin engellenmesi bakımından yeterli olarak kabul edilmektedir. *Clostridia* gelişimi % 30 KM içeren materyallerin silolanmasıyla önemli derecede sınırlandırılırken, gelişimlerinin tamamen engellenebilmesi için silolanan materyalin yaklaşık olarak % 40 KM'ye sahip olması gerekmektedir (McDonald ve ark. 2002).

2.3.1.4. Enterobakterler

Yem bitkilerinde epifitik mikrofloranın belli bir kısmını oluşturan enterobakterler, gram negatif, sporlanmayan, fakültatif anaerobik, genellikle hareketli ve çubuk biçimli bakterilerdir (Kurtoğlu 2011). Fakültatif anaerobik olduklarından dolayı ortamda ki mevcut SÇK için LAB'la rekabete giren enterobakterler asetik asit ya da koliform bakterileri olarak

da tanımlanırlar. Bu bakteriler SÇK'ları çoğunlukla asetik asit, etanol ve H⁺ olmak üzere çeşitli ürünlere fermente ederler. Ayrıca, clostridialara benzer şekilde aminoasitleri deaminasyon ve dekarboksilasyonuna neden olurlar. Bu durumda silajda yüksek düzeyde NH₃-N oluşur. Gelişimleri için ihtiyaç duydukları optimum pH'nın 7.0 olmasından dolayı pH'nın henüz düşmediği fermantasyon başlangıç aşamasında aktiftirler (Basmacıoğlu ve Ergül 2002, McDonald ve ark. 2002, Henderson 1993).

2.3.1.5. Mantarlar

Mantarlar maya ve küf mantarları olmak üzere iki gruba ayrılır (Kurtoğlu 2011). Mayalar tek hücreli olarak, küfler ise çok hücreli filamentli koloniler halinde gelişirler. Mantarlar toprak ve bitki örtüsünde bulunurlar. Silajlarda 3.5 gibi düşük bir pH düzeyinde bile gelişebilen mayalar ve küfler, asidik koşullara dayanıklıdır. Silajın hava ile temas ettiği durumlarda bozulmasında önemli rol oynayan mayaların silajda bulunan türleri *Candida*, *Saccharomyces* ve *Torulopsis*'dir. (McDonald ve ark. 2002). Yüksek maya sayısına sahip silajlar (>10⁵ cfu/g) havayla temasta stabil kalamazlar (Henderson 1993). Küflerin büyük bir kısmı zorunlu aerob olup, silajın yüzey kısımlarında aktiftirler. Aerobik bozulmanın olduğu silajlar olmak üzere çeşitli silajlardan farklı küf türleri izole edilmiştir. Bu izole edilen küflerin çoğu mikotoksin üretebilirler (McDonald ve ark. 2002, Kurtoğlu 2011). Bazı mantar gruplarının metabolik faaliyetlerini sürdürmeleri için az miktarlardaki O₂ bile yeterlidir. Bozulmuş silajlarda mikotoksinlere sık rastlanırken, görsel küflenmenin bulunmadığı silajlarda da mikotoksinlere rastlanabilir (Henderson 1993).

2.3.2. Kuru madde düzeyi

Silolanacak materyalin KM düzeyi silodaki fermantasyon ve LAB'ın gelişimi açısından oldukça önemlidir. Kuru madde düzeyinin yükselmesi ile silo içerisinde daha az bir silaj fermantasyonu oluşur ve silajın korunması için gereken pH değeri daha yüksek olur. Bununla birlikte, silajlık materyalin yüksek KM içermesi LAB popülasyonunun gelişimini olumsuz etkilerken, maya ve küf gelişimini teşvik eder. Ayrıca % 50'den daha yüksek KM ile silolama ile Maillard reaksiyonu oluşma riski artar ve silaj fermantasyonun kaliteli bir silaj yapımına etkisi azalır (Bodine ve ark. 1983, Han ve ark. 2006, Muck 1988). Düşük KM'li materyallerden silaj yapılması ise clostridial fermantasyonun engellenmesini güçleştirdiği gibi yüksek miktarda silo suyu çıkışına ve silajın ısınmasına neden olur (McDonald 1981, Muck 1988, Filya 2005).

Farklı iklim koşullarına sahip bölgelerde yetiştirilen çayır otları ile yapılan silajların incelendiği bir çalışmada (Haigh 1990) silaj fermantasyonu üzerine en etkili faktörün materyalin silolama sırasındaki KM düzeyi olduğu ve herhangi bir silaj katkı maddesi kullanmaksızın iyi fermente olmuş bir silaj üretmek için gereksinim duyulan minimum KM düzeyinin yaklaşık olarak % 26, formik asit kullanılmış silajlarda % 24 olduğu bildirilmiştir. Ülkemiz iklim koşullarında silolanacak materyallerin yem değerinin optimum korunabilmesi için % 30-50 KM ile silolanması gerekmektedir (Filya 2005).

2.3.3. Suda çözünebilir karbonhidrat miktarı

Bitkilerde bulunan karbonhidratlar yapısal ve yapısal olmayan karbonhidratlar olmak üzere iki gruba ayrılır. Hücre duvarında bulunan yapısal karbonhidratlar selüloz, hemiselüloz, lignin ve pektindir. Bu karbonhidratların içerdiği şekerler (glukoz, galaktoz, mannoz, ksiloz ve arabinoz) hidrolize olmadıkça LAB için gerekli olan fermente olabilir karbonhidratlar sağlanamaz. Yapısal olmayan karbonhidratlar başlıca glukoz, früktoz, sukroz ve fruktanlar ile az miktarlarda di, tri ve tetra sakkaritler gibi şekerlerden oluşur. Yapısal olmayan karbonhidratların hepsi soğuk suda çözünebildikleri için SÇK olarak adlandırılırlar (Filya 2005). Baklagiller gibi bazı bitkiler genetik olarak yetersiz miktarda SÇK içerirken, bitkilerin SÇK düzeyine büyüme dönemi, hasat yöntemi, iklim koşulları, gübre kullanımı gibi faktörlerde etkilidir (Kendall 1978). Güneş ışığının daha az olduğu ve fazla yağışlı bölgelerde yetişen bitkilerin SÇK içeriği daha düşük olmaktadır (Haigh 1990).

Fermantasyonun tamamlanabilmesi (bakteri gelişiminin engellendiği pH düzeyi) için gerekli şeker miktarı silajlık materyalin KM düzeyi ve tamponlama kapasitesine bağlı olup, bu miktar silolanan materyalin artan tamponlama kapasitesi ile artarken, silolanan materyalin artan KM düzeyi ile azalmaktadır (Muck 1988).

Haigh ve Parker (1985)'in çeşitli silaj katkı maddeleri kullanarak yapmış oldukları 33 çalışmanın sonucunda başarılı bir silaj fermantasyonu için materyalin SÇK içeriği, katkısız silajlar için 30 g/kg KM, formik asit ilave edilen silajlarda ise 25 g/kg KM olarak belirlenmiştir. Genel olarak başarılı bir silaj fermantasyonu için silolanacak taze materyalin en az % 3 SÇK içeriğine sahip olması gerekmektedir (Haigh ve Parker 1985, Jones 1995).

2.3.4. Tampon kapasitesi

Tampon kapasitesi (asidifikasyona karşı gösterilen direnç) her birim KM için materyalin pH'sının 6'dan 4'e düşmesi için gerekli miliekivalent asit miktarıdır (Muck 1988). Bitkilerin tampon özelliklerinin büyük bir kısmı içerdikleri anyonlardan (organik asit tuzları, ortofosfatlar, sülfatlar, nitratlar ve klorürler) ileri gelirken yalnızca % 10-20'lik kısmı bitki proteinlerinin aktivitelerinden meydana gelir (Filya 2005). Baklagillerin tampon kapasiteleri buğdaygillerden daha yüksektir (O'Kiely 1992). Soldurma, silaj materyalinin tampon kapasitesini ve silaj yapımı sırasında tampon kapasitesinde meydana gelen artışın hızını da düşürür. Tampon kapasitesinin düşmesinin başlıca nedeni soldurma sırasındaki organik asit kayıplarıdır (Edwards ve McDonald 1978).

2.3.5. Katkı maddesi kullanımı

İyi bir silaj fermantasyonu için uygun hava koşulları, iyi bir silo yönetimi ve yeterli düzeyde substrat bulunması gibi şartların yerine getirilmesi gereklidir. Ancak tampon kapasitesi ve protein içeriğinin yüksek, SÇK içeriğinin düşük olması nedeniyle silolanabilen yem bitkilerinin silolanmasında ve hava koşullarının silolamaya elverişli olmadığı durumlarda fermantasyonu desteklemek amacıyla katkı maddeleri kullanımı gereklidir. Silaj katkı maddeleri değişik şekillerde sınıflandırılabilir. Son zamanlarda yapılan sınıflandırmalarda silaj katkı maddeleri genel olarak; fermantasyon inhibitörleri, fermantasyon stimulantları ve diğer katkıları şeklinde gruplandırılmaktadır (Çizelge 2.1) (Bolsen ve ark. 1996a, Lindgren ve ark. 1983).

Çizelge 2.1. Silaj katkı maddeleri

İNHİBİTÖRLER			STİMULANLAR		DİĞER KATKILAR
Asitler	Diğer İnhibitörler	Enzimler	Substrat Kaynakları	Bakteriyel İnokulantlar	
Formik A.	Amonyak	Amilaz	Melas	LAB	Kireç taşı
Propiyonik A.	Üre	Selülaz	Glukoz		Diğer mineraller
Asetik A.	Sodyum hidroksit	Hemiselülaz	Sükroz		Tuz
Laktik A.	Sodyum nitrit	Pektinaz	Deksroz		
Kaproik A.	Sodyum sülfat	Proteaz	Buğday kepeği		
Sorbik A.	Sodyum sülfat	Ksilanaz	Tahıllar		
Benzoik A.	Sülfür dioksit		Pancar özü		
Akrilik A.	Formaldehit		Turunçgiller		
Hidroklorik A.	Paraformaldehit		Pirinç kepeği		
Sülfirik A.					

LAB: Laktik asit bakterisi, A: Asit

2.3.5.1. Soldurma

Silajlık materyalin silolamadan önce soldurulması kaliteli bir silaj üretimi için katkı maddesi kullanımına alternatif olabilir. Silajlık materyalin soldurma ile KM düzeyinin artırılması besleme değerini önemli derecede etkilemeden, silo suyu ile olan kayıpları azaltır ve fermantasyonu geliştirir. Ayrıca soldurulmamış materyallere katkı maddesi uygulamasının silaj kayıpları üzerine etkisi az olurken, soldurulmuş materyallere katkı maddesi uygulaması ile silajın besleme değeri artmaktadır (Henderson 1993).

Yem bezelyesinin 48 saat süre ile laboratuvar koşullarında soldurulmasıyla KM düzeyinin % 31.17' ye yükseltilmesi 120 günlük silolamada fermantasyonu olumlu yönde etkilemiştir. Katkı maddesi ilave edilmeksizin pH 5.18'e düşmüştür (Soycan-Önenç ve ark. 2013). Ayrıca katkı ilave edilen gruplarda pH'nın daha yüksek olduğu bildirilmektedir.

2.3.5.2. Karbonhidrat kaynakları

Karbonhidrat kaynakları silolanacak materyale fermantasyon sırasında LAB 'ın substrat olarak kullanılabilmesi için SÇK miktarını artırmak amacıyla katılırlar. Bu amaçla şeker, melas, kurutulmuş pancar posası, turunçgil posaları, tahıl daneleri ve patates gibi kolay fermente olabilen karbonhidratlarca zengin materyaller kullanılır (Henderson 1993, Filya 2005). Melas, karbonhidrat kaynağı olarak en yaygın kullanılan silaj katkı maddesi olup,

özellikle baklagil otları gibi şeker içeriği düşük materyallerde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada üzüm posanın SÇK düzeyi düşük olan yoncada 160 ile 200 g/kg KM düzeyinde, karbonhidrat kaynağı olarak kullanılabilceği belirlenmiştir (Canbolat ve ark. 2010). Çiftçi ve ark. (2005)' nin yaptıkları bir çalışmada da elmanın karbonhidrat kaynağı olarak yonca silajlarında kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

2.3.5.3. Aside dayalı katkı maddeleri

Sülfirik asit gibi aside dayalı silaj katkı maddeleri pH'yı 4.0'ün altına düşürmek amacıyla Avrupa ve Kuzey Amerika' da uzun yıllar kullanılmıştır. Silolan materyalin pH'sının düşürülmesi ile oluşan asit ortamda solunum ve proteolitik enzimlerin aktiviteleri engellenir. Katkı maddesi olarak kullanılan asitlerin LAB gelişimini teşvik etmesi ya da engellemesi katılan katkı maddesinin bileşimine ve uygulama oranına bağlıdır (McDonald ve ark. 2002, Henderson 1993). Son yıllarda sülfirik asit gibi mineral asitler yerine organik asitlerin kullanımı yaygınlaşmıştır. Organik asitler, özellikle de formik asit, H⁺ iyonu konsantrasyonunu artırmalarının yanısıra iyonize olmamış asitlerin seçici bakterisid etkilerinden dolayı antimikrobiyel etki göstermektedir. Formik asit yanında formaldehit de silaj katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Formaldehidin silaj katkı maddesi olarak kullanılmasının başlıca nedeni bakteriostatik özellikleri ile birlikte bitki proteinlerini silajda ve rumende parçalanmadan korumasıdır (Henderson 1993). Ancak kanserojen özellik taşımasından dolayı formaldehit kullanımı Avrupa' da yasaklanmıştır (McDonald ve ark. 2002). Formaldehidin suda ki % 40'luk solüsyonu olan formalinde fermantasyon engelleyici olarak kullanılmaktadır. Formalin silaj katkı maddesi olarak tek başına kullanılabildiği gibi daha etkili olabilmesi için sülfirik asitle kombinasyon halinde kullanılır. Formalin yüksek miktarda uygulandığında silaj KM'sinin sindirilebilirliğini ve tüketimini azaltabilmekte, düşük miktarlarda uygulandığında ise silajda *clostridia* gelişimini teşvik edebilmektedir. Bu nedenle formalin etkinliği sülfirik asitten daha fazla olan formik asit+formalin karışımı şeklinde kullanılmaktadır (Henderson 1993, McDonald ve ark. 2002). Silaj katkı maddesi olarak kullanılan asitlerin olumlu etkilerinin yanısıra, silaj ekipmanları üzerine olan çürütücü etkileri nedeniyle bu asitlerin tuzlarının kullanılmasına olan ilgi artmıştır. Formik asit ile ilgili problemlerin önlenmesi amacıyla, amonyum tetraformat, formik asit ve propiyonik asidin amonyum tuzları ile kaprilik asit kombinasyonları gibi silaj katkıları geliştirilmiştir (Henderson 1993).

2.3.5.4. Biyolojik katkılar

İdeal bir silaj katkı maddesinin, kullanımının kolay olması, çiftlik makinalarında ve silolarda aşınmaya neden olmaması, çevreyi kirletmemesi, kuru madde kaybını artırması, silaj fermantasyonu sırasında oluşabilecek ikincil fermantasyonu engellemesi, silajın hijyenik kalitesini artırması, ruminantlarca silajın kullanım etkinliğini yükselterek silajın besleme değerini artırması ve ekonomik olması gerekmektedir. İdeal bir silaj katkı maddesinin pekçok özelliğine sahip olan biyolojik katkı maddeleri, LAB ve enzimler ya da bunların kombinasyonundan oluşur. Bu katkılar doğal MO popülasyonuna ilave substrat sağlamak ya da LAB popülasyonunu artırmak amacıyla kullanılırlar (Henderson 1993, Weinberg ve Muck 1996, Filya 2005).

Enzim kullanımının başlıca amacı silolanan materyalin hücre duvarlarını parçalamak, bakteri fermantasyonu için ilave SÇK açığa çıkarmak ve ayrıca bitki hücre duvarlarının ön yıkımını sağlayarak silajın sindirilebilirliğini artırmaktır (Henderson 1993, Jones 1995). Ticari olarak satılan ürünler genellikle sellüloz, hemisellüloz ve pektinaz gibi bitki hücre duvarını parçalayıcı enzimler ile amilaz gibi nişastayı parçalayan enzimleri içerirler (Raurama ve ark. 1991, Kung 1993)

Bakteriyel inokulantlar, kolay kullanım olanağı ve silaj fermantasyonu sırasında mikrobiyal olayları kontrol etmesinden dolayı yaygın olarak kullanılır (Weinberg ve Muck 1996). Bu ürünler, silolanan materyalde doğal olarak bulunan LAB ile birlikte çalışarak silo içerisinde çok hızlı ve etkili bir fermantasyon işlemi gerçekleştirirler (Filya 2000). Bakteriyel inokulantlar, genel olarak *Lactobacillus plantarum*, diğer *Lactobacillus* türleri, *Streptococcus faecium* ve çeşitli *Pediococcus* türlerini tek başlarına ya da çeşitli karışımlar halinde bulunduran ticari ürünlerdir (Woolford 1984, McDonald ve ark. 1991).

2.3.5.5. Aromatik bitkiler

Antibiyotiklerin büyütme faktörü olarak kullanımının insan ve hayvan sağlığını olumsuz yönde etkilerinin ortaya çıkmasından sonra Avrupa Birliği 1831/2003/EC nolu düzenleme ile antibiyotiklerin yem katkı maddesi olarak kullanımını yasaklamıştır. Antibiyotiklerle ilgili bu yasal gelişmeler oluşan boşluğun doldurulması için alternatif yem katkı maddelerini gündeme getirmiş ve alternatif büyütme faktörleri olarak doğal olanların üzerinde çalışmalara başlanmıştır. Antibiyotiklere alternatif olarak kullanılan katkı maddeleri

probiyotikler, prebiyotikler, enzimler, organik asiteler ve çeşitli aromatik bitkilerdir (Eren 2001).

Ancak son yıllarda insanların doğal ürünlere ilgisinin artmasına paralel olarak organik tarımı ve doğal ürünlerin kullanımının güncel hale gelmesi, bitki ekstraktlarının kullanımını ön plana çıkarmıştır.

2.3.5.5.1. Uçucu yağlar ve genel özellikleri

Bugün doğada yetişen 300'e yakın bitki familyasından yaklaşık 1/3'ü uçucu yağ içermektedir. Uçucu yağlar, oda sıcaklığında sıvı halde olup, kolay kristalleşebilen, kuvvetli kokulu, uçucu, su buharı ile sürüklenebilen yağimsı karışımlardır (Ceylan 1996). Bileşiminde genellikle hidrokarbonlar ile azotlu türevleri monoterpenler, seskiterpenler ve diterpenler bulunur. Ayrıca fenil propanoidler, yağ asitleri ve esterlerine de rastlanabilir. İlaç ve kozmetik sanayinde yaygın olarak kullanılırlar. Alternatif bitkisel tedavilerin ana etken maddelerindendir. Metabolik dönüşümleri ve vücuttan atılımları hızlı olması nedeniyle, uçucu yağların vücut dokularında birikimleri mümkün görülmemektedir. Sürekli tüketilmeleri halinde hayvanların vücut dokularında birikimleri söz konusu olsa bile, bunun doza bağımlı olacağı bildirilmiştir (Bozkurt 2005). Bazı aromatik bitkilerin aktif madde içerikleri ve etki mekanizmaları çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Aromatik bitkilerin aktif madde içerikleri ve etki mekanizmaları (Kamel 2000)

Bitki Adı	Kullanılan Bölümü	Aktif Madde	Etki Mekanizması
Hindistan cevizi	Tohum	Sabinene	Sindirim uyarıcı ve ishal önleyici
Karanfil	Çiçek	Eugenol	İştah arttırıcı ve sindirim uyarıcı, antiseptik
Tarçın	Kabuk	Cinnamaldehyde	İştah arttırıcı ve sindirim uyarıcı, antiseptik
Kimyon	Tohum	Cuminaldehyde	Sindirim uyarıcı
Karabiber	Meyve	Piperine	Sindirim uyarıcı
Adaçayı	Yaprak	Cineole	Sindirim uyarıcı, antiseptik
Zencefil	Kök	Zingorole	Sindirim uyarıcı
Sarımsak	Soğan	Allicin	Sindirim uyarıcı, antiseptik
Biberiye	Yaprak	Cineole	Sindirim uyarıcı, antiseptik
Kekik	Tüm bitki	Thymol ve Carvacrol	Sindirim uyarıcı, antiseptik, antioksidan
Defne	Yaprak	Cineole	İştah arttırıcı, sindirim uyarıcı, antiseptik
Nane	Yaprak	Mentol	İştah arttırıcı, sindirim uyarıcı, antiseptik

2.3.5.5.1.1. Kimyon (*cuminum cyminum L.*) uçucu yağının genel özellikleri

Cuminum cyminum L., halk arasında Avcar, Acem Kimyonu, Kemmon isimleriyle de bilinmektedir. Vatanı Mısır olan Akdeniz ülkeleri ve Türkiye'nin Orta Anadolu bölgesinde yetiştirilmektedir. Kimyonun meyveleri (tohumları) kullanılmaktadır. Meyve 5-6 mm uzunlukta, iğ biçiminde ve sarımsı esmer renkli taneler halinde, kuvvetli kokulu ve özel lezzetlidir. Halk arasında midevi, gaz söktürücü, uyarıcı, idrar söktürücü ve terletici olarak kullanılır. Türkiye'nin bir dış satım ürünüdür (Ceylan ve ark. 2003).

Kimyon meyveleri, % 2,5-6 uçucu yağ, % 10-23 sabit yağ, % 15-25 protein, tanen, flavonoit, reçine ve zambak içerir. Sabit yağın ana bileşenleri % 80-90 petroselinik asit, % 10-12 palmitik asit, oleik asit ve linoleik asittir. Protein içeriğinde glutamik asit, aspartik asit ve glisin başta olmak üzere 18 adet amino asit belirlenmiştir. 100 g baharatta: 375 kcal enerji, 8,1 g su, 17,8 g protein, 18,3 g yağ, 44,2 g karbonhidrat, 10,5 g lif, 7,6 g kül, 931 mg Ca, 66 mg Fe, 366 mg Mg, 499 mg P, 1788 mg K, 168 mg Na, 5 mg Zn, 8 mg C vitamini, 1 mg tiamin, 5 mg niasin ve 1279 IU A vitamini bulunmaktadır. Uçucu yağında; % 20-35 cuminaldehide, % 10-30 γ -terpinen, % 5-25 p- menta-1,4-dien-7-11, p-ment-3-en-7-al, küminalkol, monoterpenler, seskiterpenler ve alkoller içermektedir. Gıda, eczacılık ve parfümeride kullanılmaktadır (Ceylan ve ark. 2003). Kimyonun ham besin madde içerikleri çizelge 2.3'de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Kimyonun ham besin madde içerikleri (Soycan-Önenc 2008)

Doğal halde						
KM %	HP %	HY %	HS %	HK %	NÖM %	ME kcal/kg
91.44	19.76	17.68	15.82	6.52	31.66	2841
Kuru madde de						
	21.6	19.33	17.3	7.13	34.62	31.07

KM: Kuru madde, HP: Ham protein, HS: Ham selüloz, HK: Ham kül, NÖM: Nitrojensiz öz madde, ME: Metabolik enerji

Cuminaldehide adlı aktif maddeyi içermektedirler. Sindirim uyarıcı, bronkodilatör, anti-ülserojenik ve antibakteriyel etkisi vardır. Etkili olduğu mikroorganizmalar: *B. subtilis*, *E. coli*, *P. aeruginosa*'dır (Güler ve ark. 2005).

2.3.5.5.1.2. Türkiye'de kimyon üretimi ve ticareti

Türkiye'nin iklim ve ekolojik özelliklerinden dolayı birçok tıbbi ve aromatik bitki yetiştirebilmekte veya dünyanın birçok yerinde olduğu gibi doğadan toplamaktadır. Bu

bitkilerden bir kısmı (defne, mahlep, ıhlamur çiçeği, adaçayı, biberiye, meyan kökü ve ardıç kabukları) doğadan toplanırken, bir kısmının (kimyon, anason, kekik, çemen, rezene, nane, kişniş) ise tarımı yapılmaktadır. Ülkemizde 347 türün doğadan toplanarak iç ve dış ticareti yapılmaktadır (Özhatay ve Koyuncu 1998).

Türkiye çok sayıda tıbbi ve aromatik bitkinin dış satımını yaparken aynı zamanda bazı türlerin dış alımını da yapmaktadır. Ülkemiz 2000-2003 yılları arasında toplam 5.535 ton bitki ithal etmiştir (Bayramoğlu ve ark. 2009). Türkiye Dünya'daki en büyük kimyon (% 26) ihracatçılarından birisidir. Önceleri İç Anadolu'da küçük çapta üretim yapılırken, dış satım miktarının artması sonucu, GAP bölgesinde de kimyon yetiştirilmeye başlanmış ve üretim alanı genişletilmiştir (Yeşilbağ 2007). Çizelge 2.4'de Türkiye'de kimyon üretim alanlarının ve elde edilen ürün miktarının yıllara göre dağılımı verilmiştir.

Çizelge 2.4. Türkiye'de kimyon üretimi

	Kırmızı biber		Anason		Kimyon		Kekik	
	Alan (dekar)	Üretim (ton)	Alan (dekar)	Üretim (ton)	Alan (dekar)	Üretim (ton)	Alan (dekar)	Üretim (ton)
2009	91 372	196 900	119 177	9 472	190 110	14 533	84 957	12 329
2010	104 049	186 272	186 450	13 992	171 242	12 587	85 351	11 190
2011	91 557	162 125	211 542	14 879	200 117	13 193	77 707	10 953
2012	112 677	165 527	194 430	11 023	226 294	13 900	94 283	11 598
2013	112 736	198 636	152 431	10 046	247 045	17 050	89 137	13 658
2014	108 508	186 291	140 506	9 309	224 421	15 570	92 959	11 752

http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001

Türkiye dünya genelinde yaklaşık 100 ülkeye tıbbi ve aromatik bitki dış satımı gerçekleştirmekte ve bu satımın önemli bir kısmını Kuzey Amerika, Avrupa Birliği, Latin Amerika, Uzak Doğu ve Kuzey Afrika ülkelerine yapmaktadır. Türkiye'nin ihraç ettiği önemli tıbbi ilaç ve baharat bitkileri kekik, defne yaprağı, kimyon ve anason ile birlikte rezene tohumu, ardıç kabuğu, mahlep, çemen, biberiye, meyan kökü, nane, sumak, adaçayı ve ıhlamur çiçeğidir. Türkiye'de kimyonun dış satım değerleri çizelge 2.5'te verilmiştir.

Çizelge 2.5. Türkiye'de kimyonun dış satımı

(miktar: ton , değer: 1000\$)										
Kimyon	2004		2005		2006		2007		2008	
	Miktar	Değer	Miktar	Değer	Miktar	Değer	Miktar	Değer	Miktar	Değer
	6.575	8.469	7.211	10.730	4.913	7.753	4.210	9.231	2.367	6.832

Dış ticaret istatistikleri, 2009

2.3.5.5.1.3. Kimyon uçucu yağının hayvan beslemede kullanımı

Günümüzde tüketici organizasyonları gıda kalitesi ve güvenirliliği açısından söz konusu kimyasal yem katkıları yerine doğal ürünlerin kullanımını önermektedirler (Patra 2011). Dolayısıyla, yem endüstrisinde ruminal fermantasyonun düzenlenmesinde kullanılabilecek alternatif arayışları başlamış ve büyümeyi teşvik edici doğal ürünler arasında gösterilen uçucu yağların kullanımı gündeme gelmiştir (Chaves ve ark. 2008, Yang ve ark. 2010). İmmunostimulatör özelliklere sahip bazı uçucu yağların (Yang ve ark. 2010) rumen metabolizmasını olumlu etkilediği yönünde bildirişler bulunmaktadır (McIntosh ve ark. 2003, Fraser ve ark. 2007). Wallace (2004), uçucu yağların seçici antibakteriyal aktivite göstermesinden dolayı rumende protein parçalanmasını inhibe ederek by-pass protein/aminoasit oranı arttırıcı potansiyele sahip olduğunu ileri sürmektedir. Güçlü *in vitro* antimikrobiyal aktivite sergileyen kimyon uçucu yağı ise son yıllarda araştırmacıların ilgi odağı olmuştur. Yapılan çok sayıdaki *in vitro* çalışma uçucu yağların ya da komponentlerinin rumen metabolizmasını geliştirici bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur (Busquet ve ark. 2006).

Kimyon ile yapılan bir çalışmada, PTK, ÇKO ve arpanın % 1, 2, 3, 4, 5 düzeyinde yapılan karışımlarının 2.,4.,8.,12. ve 24. saatlerde oluşturdukları GO miktarları belirlenmiştir. Kimyonun tüm düzeylerinin arpada toplam GO, OMSD ve ME'yi düşürücü etki gösterdiği görülmüştür (Soycan-Onenç 2008)

Uçucu yağların hayvan beslemede kullanılma olanaklarının belirlenmesi amacıyla yapılan sınırlı sayıdaki araştırmada, uçucu yağların stimüle edici etkilerinden yararlanmak amacıyla yeme ve suya bitki ekstraktlarının ilave edilmesinin, yem tüketimi, yemden yararlanma ve karkas kalitesini önemli ölçüde iyileştirdiği bildirilmiştir (Güler ve ark. 2005)

Golian ve ark. (2010), etlik piliç yemlerine farklı düzeylerde kimyon tohumu ve kimyon tohumu küspesi ekledikleri çalışmada, başlatma ve bitirme dönemlerinde canlı ağırlık ve yemden yararlanmanın önemli ölçüde etkilenmediğini ancak büyütme döneminde önemli farklılıklar gözlemlendiğini belirtmişlerdir.

Etlik piliçler üzerinde yapılan bir başka çalışmada ise Al-Kassi (2010), rasyona %1 düzeyinde kimyon eklenmesinin canlı ağırlık, canlı ağırlık artışı, yem tüketimi ve yemden yararlanma üzerinde olumlu yönde etkisinin olduğunu, kolesterol ve ürik asit düzeyini önemli derecede azalttığını bildirmiştir.

Yıldırım ve Özcan (2001), kekik ve kimyon uçucu yağları ile etanol ve formaldehit (FF) dezenfektanlarının kuluçkalık Japon bildircını (*Coturnix japonica*) yumurtalarında çıkış

gücü, embriyonik ölüm ve kabuk bakteri sayısı üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, embriyonik ölüm ve çıkış gücü bakımından grup ortalamaları arasında fark olmadığını, uçucu yağlar ve formaldehit uygulanan gruplarda koliform bakteri sayısının azaldığını belirlemişlerdir. Araştırmada kekik uçucu yağı, etanol ve formaldehit uygulanan gruplarda salmonella popülasyonunun önemli derecede azaldığı, kimyon uçucu yağı ve kontrol grupları arasındaki farklılığın önemsiz olduğu, uçucu yağların kuluçkalık bildiricin yumurtalarında alternatif bir dezenfektan olarak kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır.

Antibiyotikler, mikroorganizmaları öldürücü ya da gelişimini durdurucu yönlü bir etkinliğe sahip olmalarından dolayı silolamada katkı maddesi olarak kullanılmıştır. Bunlar arasından özellikle çinko-basitrasin üzerinde durulmuştur. Antibiyotiklerin fermantasyonun seyri üzerinde beklenen düzeyde bir etki göstermediği belirlenmiştir. Ancak bu konudaki bilgilerde oldukça sınırlı kalmıştır. Çünkü antibiyotik kullanılan silo yeminin hayvanlara verilmesi durumunda ne gibi bir etki göstereceği konusunda yeterli bilgi üretilmemiş ve uygulamaya aktarılamamıştır (Kılıç 1986).

Uçucu yağların hayvan beslemede kullanım alanlarının yanı sıra silaj katkı maddesi olarak kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Kung ve ark. (2008) mısır silajına 0, 40 ve 80 mg/kg dozlarında uçucu yağ karışımı ilave ederek yapmış oldukları bir çalışmada, uçucu yağ karışımının mısır silajlarında mikroorganizmaları, fermantasyonu ve aerobik stabiliteyi etkilemediğini bildirmişlerdir.

Chaves ve ark. (2011) yaptıkları bir çalışmada arpa silajına farklı dozlarda tarçın yaprağı, kekik otu ve tatlı portakal uçucu yağı ilave etmişlerdir. Çalışmada 7 günlük aerobik stabilite testi sonucunda küf e rastlanmamıştır. Silaja 120 mg/kg uçucu yağ konsantrasyonlarının ilave edildiği gruplarda kontrol grubuna göre azalma olduğunu, ancak uçucu yağların *in vitro* verilerinde çok düşük düzeyde etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Soycan-Önenç ve ark. (2013) yem bezelyesine 400 mg/kg kekik uçucu yağı, 400 mg/kg tarçın uçucu yağı ve 400+400 mg/kg kekik+tarçın uçucu yağı ilave ederek iki farklı dönemde (60. ve 120. gün) açmışlardır. Yem bezelyesine kekik ve tarçın uçucu yağı ilave edilmesi 60 günlük silolama sonunda protein parçalanmasını önemli düzeyde düşürmüştür. Araştırmada, ayrıca 120. gün açılan silajların 7 günlük aerobik stabilite testi sonucunda tarçın uçucu yağı ilavesinin CO₂ üretiminde düşmeye ve küf sayılarında azalmaya neden oluşu, tarçının aerobik stabiliteyi iyileştirmek amacıyla kullanılabilme olasılığının göstergesi olduğu bildirilmiştir.

2.4. Yonca ve Yonca Silajı

Dünyada ve ülkemizde ekimi yapılan kaliteli yem bitkilerinin başında yonca gelmektedir. Yem bitkilerinin kraliçesi olarak adlandırılan yonca (*Medicago sativa* L.) yem bitkileri içerisinde en yüksek yem değerine sahip bitkidir. Önemli ölçüde kaliteli kaba yem açığı bulunan ülkemizde yonca üretimi gün geçtikçe artmaktadır. Yeşil yemler, vejetasyon dönemlerinde otlatılarak ya da biçilerek hayvanlara verilmektedir. Bu yemlerin üretim fazlası, su içeriklerinin yüksek olması nedeniyle uzun süre taze olarak depolanamaz. Silolama, suca zengin yeşil yemlerin kızışarak bozulmasını önlemek için yaygın kullanılan saklama yöntemlerinden biridir. Yonca, besin madde içeriği bakımından oldukça zengin baklagil yem bitkilerindedir. Ruminant beslemede yoncanın önemli bir kullanım alanı bulunmaktadır. Ülkemizin iklim koşullarının uygun olmasından dolayı yonca daha çok kurutularak yonca kuru otu şeklinde değerlendirilmektedir. Ancak kuru ot yapımı sırasında, mekanik kayıplar ve uzun soldurma süresine bağlı olarak solunum kayıpları nedeniyle yemde oluşan besin madde kayıpları önemli boyutlara ulaşmaktadır (Kılıç 1986, Avcıoğlu ve ark. 2009). Yonca iyi arazi ve iklim şartlarında ve düzenli sulanması halinde yılda 6-7 kez biçilebilir. Yoncanın özellikle 1. biçimi bölgelere göre değişmekle birlikte bol yağış alan Nisan ve Mayıs aylarında yapılmaktadır. Yağış tehlikesi nedeniyle biçim, kurutma, balyalama ve depolama işlemlerinde sık sık güçlüklerle karşılaşmaktadır. Aynı şekilde iklim özelliklerinden dolayı Ekim-Kasım aylarında yeterince kurutma imkânı olmayan son biçim yoncalarda da benzer güçlüklerle karşılaşmaktadır (Çiftçi ve ark. 2005). Bu nedenle yoncanın silolanmasının, kalite açısından potansiyel olarak kuru ottan daha avantajlı olduğu önerilmektedir (Hancock ve Collins 2006). Ancak, silajlık yem bitkisi olarak yonca, protein ve mineral madde içeriğinin yüksek olması, SÇK içeriğinin düşük olması ve tampon kapasitesinin yüksekliği nedeniyle güç silolanan yemler grubuna girmektedir (Kılıç 1986, Karabulut ve Filya 2007, Muck ve ark. 2007). Bu gruptaki yemlerden büyük güç sarfedilerek iyi kaliteli silajlar elde etmek mümkün olabilmektedir. Söz konusu nedenle, özellikle protein bakımından zengin, karbonhidrat bakımından fakir olan silajlık yem bitkilerinin silolanması sırasında fermantasyonun güvence altına alınabilmesi için katkı maddelerinin kullanılması zorunlu hale gelmektedir (Kılıç 1986, Ergül 2002). Yonca silajına değişik katkı uygulamalarıyla (laktik asit bakteri kültürü, formik asit, melas vb.) silaj kalitesinde önemli artışlar sağlanabilir. Silolama prensipleri dikkatle yerine getirilmediğinde yonca silajında fermantasyon süresince gerçek proteinler peptid, aminoasit ve amonyağa parçalanır. Bu durum bir taraftan silajın protein kalitesinin düşmesine, diğer taraftan da silaj pH'sının yükselmesine (yüksek düzeyde amonyak oluşumundan dolayı)

ve aerobik mikroorganizmaların üremesinin kolaylaşmasına neden olmaktadır. Katkı maddesi kullanımı özellikle proteinin amonyağa parçalanmasını önemli düzeyde azaltmaktadır. Değişik sonuçlar alınabilmekle birlikte genellikle yonca silajına katkı uygulamaları, silajların organik madde ve hücre duvarı komponentlerinin rumende parçalanmasını etkilemezken, protein parçalanmasını azaltmaktadır. Bunun sonucunda yonca proteininden daha fazla yararlanıldığı belirtilmektedir (Kurtoğlu 2011).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırma materyalini ekim ayında (5. biçim) hasad edilmiş olan yonca (*Medicago sativa L.*) ve ihracat yapan bir firmadan temin edilen kimyon (*Cuminum cyminum L.*) uçucu yağı oluşturmuştur. Araştırmada kullanılan yonca (Çizelge 3.1) ve kimyon uçucu yağının (Çizelge 3.2) kimyasal analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 3.1. Yoncanın kimyasal analiz sonuçları

İçerik	Miktar
Ph	6.0
Tampon kapasitesi, Meq NaOH kg/KM	720
KM, % DH	20,67
OM, % KM	90.28
HP, % KM	18.90
HY, % KM	2.86
HS, % KM	20.21
NÖM, % KM	45.31
HK, % KM	9.72
SÇK g/kg KM	84
NDF, % KM	38.41
ADF, % KM	29.01
ADL,% KM	8.82
EÇOM, % KM	69.77
ME _{EÇOM} Kcal/kg KM	1607
ME Kcal/kg KM	2314

KM:Kuru madde, DH:Doğal halde, OM:Organik madde, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, HS: Ham sellüloz, NÖM: N' siz öz maddeler, HK: Ham kül, NDF:Nötr deterjanda çözünmeyen lif, ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, ADL: Asit deterjanda çözünmeyen lignin, SÇK:Suda çözünebilir karbonhidrat, ME: Metabolik enerji, EÇOM:Enzimde çözünen organik madde.

Çizelge 3.2. Kimyon uçucu yağının kimyasal bileşimi, %

Bileşen adı	Oran, %
Cuminaldehyde	44.47
Carvacrol	12.12
Para Cymen	8.82
Safranal	6.57
Gamma Terpinen	5.64
Beta-pinen	4.93
(-) Alpha Cedren	4.48
Carotol	2.49
Alpha Phellandrene	2.06
Trans anethol	1.70
P-Cymen-7-ol	1.38
Trans Caryophyllene	1.00
Alpha-pinen	0.77
Limonen	0.46
Tanımlanamayan	3.11
Toplam	100

3.2. Yöntem

Denemenin başlangıç yem materyali olan yonca, çiçeklenme başlangıcında hasad edilerek 3 saat süreyle soldurulmuştur. Soldurma işleminin sonunda silaj makinesinde yaklaşık 1.5-2.0 cm boyutlarında parçalanarak yoncaya kimyon uçucu yağı ilave edilmiştir.

Araştırma, katkı maddesi ilave edilmeyen kontrol, 300 mg/kg (Km3) ve 500 mg/kg (Km5) düzeyinde kimyon uçucu yağı ilave edilerek oluşturulan 3 grupta yürütülmüştür. Deneme gruplarında kimyon uçucu yağları % 96 lık etanolde ağırlık/ağırlık hesabına göre çözdürülerek kullanılmıştır.

Yaklaşık 2 kg örnek plastik torbalara konulup vakumla içindeki hava alınmıştır. Torbalar streç filmle 8-10 kez kaplanmış ve son olarak bir katta bant geçilmiştir. Her grup için 3'er tane olmak üzere toplam 9 paket silaj kapalı bir depoda (8 ± 2 °C) 120 gün boyunca fermantasyona bırakılmıştır.



Şekil 3.1 Silajların hazırlanması

Silolama dönemi sonunda düz bir zemin üzerine yayılarak açılan silajların, üç değişik gözlemci tarafından renk, koku ve strüktür bakımından puanlaması yapılmıştır (Akyıldız 1984). Üç gözlemcinin verdiği puanların ortalaması alınarak yemlerin fiziksel değerlendirmeleri yapılmıştır (Akyıldız 1984, Kılıç 1986). Silajların kuru madde ve pH değerleri belirlenerek flieg puanları hesaplanmıştır (Kılıç 1986) .

$$\text{Flieg Puanı} = 220 + (2 \times \% \text{ Kuru madde} - 15) - 40 \times \text{pH}$$

Çizelge 3.3. Silo yemlerinde Flieg Puanlaması

Puan	Kalite Sınıfı
81-100	I= Pekiyi
61-80	II= İyi
41-60	III= Memnuniyet verici
21-40	IV= Orta
20-0	V= Kötü

Çizelge 3.4. Silo yemlerinin fiziksel özelliklere göre değerlendirilmesi (Kılıç 1986)

FİZİKSEL ÖZELLİK		Puan	
1. KOKU			
1.1.Tereyağ aside kokusuz, hafif ekşimsi, meyvamsı ve aromatik koku		14	
1.2.İz miktarda tereyağ asidi, kuvvetli ekşi koku ve hafif kızışma		8	
1.3.Orta derecede tereyağ asidi kokusu, kuvvetli kızışma-küf kokusu		4	
1.4.Kuvvetli tereyağ aside veya amonyak kokusu, çok hafif ekşi koku		2	
1.5.Kuvvetli küf veya çürük kokusu		0	
2. STRÜKTÜR			
2.1.Yaprak ve sapların yapısı bozulmamış		4	
2.2.Yaprakların yapısı biraz yıpranmış		2	
2.3.Yaprak ve sapların yapısı çok bozulmuş, küflü ve hafif kirli		1	
2.4.Yapraklar ve saplar çürümüş veya aşırı kirlenme		0	
3.RENK			
3.1.Yeşil yem rengini koruyor (soldurulmuş silajlarda kahverengileşme)		2	
3.2.Renk çok az değişmiş (hafif sarıdan kahverengiye kadar)		1	
3.3.Renk çok değişmiş (küf yeşili veya açık sarı veya küf oluşumu)		0	
Puan	Kalite Sınıfı	Besin madde kaybı	Yemlemeye ilişkin bilgi
16-20	I-Pekiyi-İyi	%10-15 %15-20	Barınak hijyenine dikkat
10-15	II-Memnuniyet verici	%20-25	Sağım zamanı vermeyiniz
5-9	III-Orta	%25-50	Süt ineklerine vermeyiniz
0-4	IV-İşe yaramaz	%50 ve üzeri	Yemlemede kullanmayınız

Silaj örneklerinin bir kısmı pH, laktik asit, suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK), aerobik stabilite (0., 3., 5. ve 7. gün), amonyak azotu (NH₃-N) ve mikrobiyolojik analizler için ayrılmış, bir kısmı da ham besin madde (HMB), hücre çeperi ve *in vitro* enerji içeriklerini belirlemek için 60 °C sıcaklıkta kurutulmuştur.



Şekil 3.2. 120. gün sonunda paket silajların açımı

Örneklere pH değerleri, dijital bir pH metreyle, tampon kapasitesi Playne ve McDonald (1966)' ın bildirilişleri doğrultusunda, laktik asit spektrofotometrik metot (Karabulut ve Canbolat 2005) ile belirlenmiştir. Silajların $\text{NH}_3\text{-N}$ ve SÇK içerikleri Anonim (1986)'da belirtilen yöntemler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Aerobik stabilite testi Ashbell ve ark. (1991) tarafından geliştirilen yöntemle yapılmıştır.

Örneklerin mikrobiyolojik (laktik asit bakterisi , maya ve küf) analizleri ise Seale ve ark. (1990) tarafından geliştirilen yöntemle belirlenmiştir. Analizlerin gerçekleştirilmesinde 10 gr örnek steril % 0.9'luk 90 ml NaCl çözeltisinde karıştırılıp mikroorganizmaların mümkün olduğu ölçüde materyalden ayrılması sağlanmıştır. Elde edilen stok materyalden logaritmik seride dilisyonlar hazırlanarak ekim işlemi yapılmıştır. Laktik asit bakterileri (LAB) için ekim ortamı olarak MRS Agar, maya ve küfler için Malt Ekstrakt Agar (MEA) kullanılmıştır. Örneklere ait LAB için 37 °C sıcaklıkta 5 günlük, maya ve küfler için 28-30 °C sıcaklıkta 3-5 günlük inkübasyon dönemlerini takiben gerçekleştirilmiştir. Örneklere saptanan LAB, maya ve küf sayıları logaritma koliform üniteye (cfu/g) çevrilmiştir.



Şekil 3.3. Mikrobiyolojik analizler

3.2.1. Silajların ham besin madde içeriklerinin belirlenmesi

Örneklerin ham besin madde içerikleri Weende analiz yöntemiyle (Bulgurlu ve Ergül 1978) belirlenmiştir. Kimyasal analizler sonunda elde edilen ham besin madde içeriklerinden yararlanarak aşağıdaki eşitliğe göre silajların *in vitro* metabolik enerji (ME) içerikleri hesaplanmıştır (TSE 1991).

$$\text{HBM, ME, kcal/kg OM} = 3260 + (0.455 \times \text{HP}^* + 3.517 \times \text{HY}^*) - 4.037 \times \text{HS}^*$$

*Değerler g/kg OM'dir.

Yemlerin hücre duvarı bileşenlerini oluşturan nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve asit deterjanda çözünmeyen lignin (ADL) içerikleri ise Van Soest ve ark. (1991) tarafından bildirilen yöntemlere göre yapılmıştır. Hemiselüloz ve selüloz hesap yolu ile bulunmuştur. 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 kaptaki 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 dekalin, 0.5 g sodyum sülfid katılmış ve geri soğutucuya takılmıştır. Çözelti hızla kaynama durumuna getirilmiş ve bir saat kaynatılmıştır. Ateşten alınıp 10 dakika tutulmuştur. Darası alınmış cam krozeden düşük vakum aracılığıyla filtre edilmiştir. Kalıntı iki kısım kaynamaya yakın sıcaklıktaki su ve iki kısım asetonla yıkanmıştır. Cam kroze kurutma dolabında 103 °C sıcaklıkta 4 saat veya 100 °C sıcaklıkta bir gece tutulmuştur. Sonra desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır.

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

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.

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

a = ADF içeren kuru cam kroze ağırlığı, g

b = Darası alınmış cam krozenin ağırlığı, g

N = Numune miktarı, g

ADL analizinde, % 72'lik sülfirik asit içeren çözücü solüsyonun (% 72'lik H₂SO₄-CTAB) selülozu ayrıştırması ile elde edilen kalıntının kül fırınında yakılması ile kütünü 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 sülfirik 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 süzölmüştür. 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.

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

$$a = \text{Krozenin kurutmadan sonraki ağırlığı, g}$$

$$b = \text{Krozenin yakmadan sonraki ağırlığı, g}$$

$$N = \text{Numune miktarı, g}$$

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;

$$\text{Selüloz (g/kg KM)} = \text{ADF} - \text{ADL}$$

$$\text{Hemiselüloz (g/kg KM)} = \text{NDF} - \text{ADF}$$

$$\text{NDF, ME, kcal/kg KM} = 3381.9 - 19.98 \times \text{NDF}^* \text{ (Kirchgeßner ve ark. 1977)}$$

$$\text{ADF, ME, MJ/kg KM} = 14.70 - 0.150 \times \text{ADF}^* \text{ (Kirchgeßner ve Kellner 1981)}$$

$$\text{ADL, ME, kcal/kg KM} = 2764.4 - 102.73 \times \text{ADL}^* \text{ (Kirchgeßner ve ark. 1977)}$$

(* NDF, ADF ve ADL değerleri % olarak alınmıştır)

3.2.2.Enzimatik yöntem (Selülaz yöntemi)

Araştırmanın konusunu oluşturan silaj örneklerinde organik maddelerin (OM) çözünebilirlik düzeyleri selülaz yöntemi ile saptanmıştır (De Boever ve ark. 1986, Naumann ve Bassler 1993). Bu amaçla, 1mm'lik çapında elekten geçecek şekilde öğütülmüş yaklaşık 300 mg yem örneği daha önceden altı kapatılmış süzgeçli cam kaplara tartılmıştır. Her biri 3'er paralel olacak şekilde tartılan yem örnekleri, önceden 40 °C'ye kadar ısıtılmış Pepsin-

HCl çözeltisinden ilave edilerek kapaklar kapatılıp 40 °C sıcaklıkta 24 saat süre ile inkübasyona bırakılmıştır (5 saat sonra kaplar iyice karıştırılır). Cam kaplar bu sürenin sonunda 80 °C su banyosunda 45 dakika bekletildikten sonra düşük vakum altında asitlikten arınıyaca kadar sıcak saf su ile yıkanmıştır. Bunu takiben 24 saat süre ile 30 ml sellüloz-buffer çözeltisi konularak 40 °C sıcaklıkta 24 saat süre ile inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda tekrar sıcak saf suyla yıkanan kaplar 105 °C sıcaklığa ayarlı kurutma dolabında ağırlık kaybı olmayana kadar (1 gece) bekletilmiştir. Kuru ağırlıkları kaydedildikten sonra 550 °C sıcaklığa ayarlanmış fırında en az 3 saat yakılmıştır. Yakma işleminden sonra kaplar tekrar tartılmıştır. Elde edilen tartımlardan yararlanılarak yem örneklerinin, enzimde çözünen organik madde (EÇOM) miktarları aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{EÇOM, \%} = \text{KM} - \text{HK} - \text{G}$$

KM: Örneğin kuru madde içeriği, %

HK: Örneğin ham kül içeriği, %

G : Fırında yakma sonrası kayıp, %

$$\text{EÇOM} = \text{ME} \cdot \text{MJ/kg KM} = 0.54 + 0.001987 \cdot \text{HP} + 0.01537 \cdot \text{EÇOM} + 0.000706 \cdot \text{HY} - 0.00001262 \cdot \text{EÇOM} \cdot \text{HK} - 0.00003517 \cdot \text{EÇOM} \cdot \text{HP} \quad (\text{Jeroch ve ark 1999}).$$

(HP, HY, HK, EÇOM değerleri g/kg KM içinde)

3.2.3. Aerobik bozulmaya dirence ilişkin analizler

Ashbell ve ark. (1991) tarafından geliştirilen yöntem kullanılarak silajların silolamanın 60 ve 120. gününde açılan 7 gün aerobik stabilite testine tabi tutulmuşlardır. Aerobik stabilitenin 7. günündeki silaj örneklerinin pH'ları ölçülmüş ve karbondioksit (CO₂) üretimleri saptanmıştır.

Araştırmada, aerobik stabilite testinin uygulanması için 1 atm ve 25°C de 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 sise 1L ve 0.5L olmak üzere ikiye kesilmiştir. 1L'lik PET şişenin kapak kısmına hava sirkülasyonunu sağlamak için 1 cm çapında delik açılıp üzeri telle 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 konuşmuştur. Hazırlanan söz konusu ünite 7 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 HCl miktarı saptanmış ve CO₂ gazı miktarı aşağıda belirtilen denkleme göre hesaplanmıştır.

$$CO_2 = 0.044 \times T \times V / (A \times T_M \times K_M)$$

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)

T_M= taze materyalin ağırlığı (kg)

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

3.2.4. Nispi yem değeri (NYD) özellikleri

Silajların nispi yem değerinin saptanmasında Van Dyke ve Anderson (2000) tarafından geliştirilen ve aşağıda verilen eşitlikler kullanılmıştır. İlk aşamada yemin ADF içeriğinden yararlanılarak sindirilebilir kuru madde (% SKM) hesaplanır.

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

İkinci aşamada yemin NDF içeriğinden yararlanılarak kuru madde tüketimi (% KMT) hesaplanır.

$$\% KMT = 120 / \% NDF$$

Üçüncü ve son aşama ise % SKM ve % KMT değerleri formülde yerine konarak NYD hesaplanır.

$$NYD = \% SKM \times \% KMT \times 0.775$$

3.2.5. İstatistiksel analizler

Araştırma sonunda elde edilen veriler SPSS V15 paket programının GLM prosedüründe değerlendirilmiştir. Grup ortalamalarının karşılaştırılmasında Duncan testi kullanılmıştır (Soysal 1998).

4.ARAŞTIRMA BULGULARI

Silolama dönemi sonunda açılan silajların fiziksel değerlendirmeleri çizelge 4.1’de verilmiştir. Yonca silajların 120. gününde kahverengi-yeşil renkte oldukları gözlenmiştir. Her üç grubunda hoş ve hafif asidik bir kokuya sahip olduğu, sap ve yaprakların yapısının bozulmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Yapılan puanlamada kalite sınıfının memnuniyet verici olduğu bulunmuştur.

Flieg puanı değerlendirmelerine göre kimyon uçucu yağı ilave edilen grupların kalite sınıfı kontrol grubuna göre daha iyidir. En iyi sonucun ise Km5 grubunda olduğu görülmektedir (Kontrol: 74.67, Km3: 80.63, Km5: 95.21).

Çizelge 4.1. Silajların fiziksel değerlendirmeleri ve Flieg puanlaması (n=3)

Silajlar	Koku	Strüktür	Renk	Toplam Puan	Kalite Sınıfı	Flieg Puanı	Kalite Sınıfı
Kontrol	Hoş,asidik (8)	Değişmemiş (4)	Kahverengi yeşil (1)	13	Memnuniyet verici	74,67±1,16 ^c	İyi
Km3	Hoş,asidik (8)	Değişmemiş (4)	Kahverengi yeşil (1)	13	Memnuniyet verici	80,63±0,75 ^b	Pekiyi
Km5	Hoş,asidik (8)	Değişmemiş (4)	Kahverengi yeşil (1)	13	Memnuniyet verici	95,21±0,59 ^a	Pekiyi

Silolamanın 120. gün açılan yonca silajlarının ham besin madde içerikleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Kimyon gruplarında organik madde miktarı yüksek bulunurken HK miktarı kontrolden düşük bulunmuştur. OM bakımından bu farklılık kül içeriğinin yüksek oluşundan kaynaklanmaktadır. Ham protein içeriği kontrol grubuyla karşılaştırıldığında artış göstermiş (P<0.05) ve bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Kontrol: % 23.06, Km3: % 24.52, Km5: % 23.57). Yonca silajlarının ham yağ değerleri kontrol, Km3 ve Km5 gruplarında sırasıyla 3.35, 3.18 ve 3.47 olarak belirlenmiştir (P<0.05). Ham selüloz miktarı kontrol grubunda % 20.99, Km3 grubunda % 18.65, Km5 grubunda ise % 21.71 bulunmuş ve muameleler arası fark önemli görülmüştür (P<0.05). NÖM içerikleri kontrol grubuna göre muamele yapılan gruplarda önemli düzeyde artmıştır (P<0.05). Ham kül içeriğinin muamele gruplarında (Km3: % 10.14, Km5: % 10.11) benzer ancak kontrol grubunda düşük olduğu belirlenmiştir (P<0.05). Bu durum kontrol grubuna taş toprak karışmış olması ile ilgili olabilir. Yonca silajlarının NDF içerikleri kontrol, Km3 ve Km5 gruplarında sırasıyla % 33.15, % 28.22 ve % 31.22’dir. Kimyon uçucu yağı yonca silajının NDF içeriklerini

Çizelge 4.2. Silajların ham besin maddesi ve hücre çeperi içerikleri, % KM’de

Grup	OM	HP	HY	HS	NÖM	HK	NDF	ADF	ADL	Hemiselüloz	Selüloz
Kontrol	84,41±0,06 ^b	23,06±0,04 ^c	3,35±0,01 ^{ab}	20,99±0,19 ^b	35,55±0,01 ^c	15,59±0,06 ^a	33,15±0,09 ^a	26,18±0,10 ^b	9,51±0,13 ^a	6,97±0,15 ^a	16,68±0,15 ^b
Km3	89,86±0,01 ^a	24,52±0,07 ^a	3,18±0,08 ^b	18,65±0,10 ^c	44,46±0,08 ^a	10,14±0,02 ^b	28,22±0,12 ^c	21,83±0,05 ^c	6,29±0,23 ^c	6,38±0,16 ^b	15,55±0,28 ^c
Km5	89,89±0,04 ^a	23,57±0,07 ^b	3,47±0,01 ^a	21,71±0,02 ^a	41,65±0,05 ^b	10,11±0,04 ^b	31,22±0,12 ^b	27,48±0,22 ^a	8,62±0,23 ^b	3,74±0,10 ^c	18,86±0,43 ^a
P	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

Km3: Kimyon 300 mg/kg, Km5: Kimyon 500 mg/kg, OM: Organik madde, HP:Ham protein, HY:Ham yağ, HS:Ham selüloz, NÖM:N-siz öz maddeler, HK:Ham kül, NDF:Nötr çözücülerde çözünmeyen lif, ADF:Asit çözücülerde çözünmeyen lif, ADL:Asit çözücülerde çözünmeyen lif. ^{a,b,c}: Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05).

Çizelge 4.3. Yonca silajlarının (120. gün) kimyasal analiz sonuçları

Grup	KM (%)	pH	SÇK (g/kg KM)	LA (g/kg KM)	NH3-N (g/kg TN)	KMK (%)
Kontrol	32,50±0,41	4,88±0,01 ^a	79,01±0,06 ^a	34,82±1,43 ^c	33,61±1,25 ^a	1,46±0,04 ^a
Km3	33,28±0,24	4,77±0,02 ^b	46,01±0,02 ^b	44,57±0,29 ^b	14,50±0,27 ^c	1,33±0,00 ^b
Km5	32,44±0,02	4,37±0,01 ^c	34,02±0,06 ^c	80,49±0,57 ^a	19,16±0,46 ^b	1,25±0,01 ^c
P	0.128	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002

Km3: Kimyon 300 mg/kg, Km5: Kimyon 500 mg/kg, KM: Kuru madde, SÇK: Suda çözülebilir karbonhidrat, LA:Laktik asit, NH3-N:Amonyak azotu, KMK:Kuru madde kaybı, a,b,c: Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05)

düşürmüştür ($P<0.05$). Özellikle Km3'de bu etki daha da belirginleşmiştir. Km3 benzer şekilde ADF ve ADL içeriklerinde de düşürücü etki göstermiştir ($P<0.05$). Km5 ise ADF ve ADL miktarında artışa neden olmuştur ($P<0.05$). Farklı oranlarda kimyon uçucu yağı ilavesi hemiselüloz miktarını düşürmüştür ($P<0.05$), selüloz miktarını ise düşük dozlarda azaltırken (Km3: % 15.55), yüksek dozlarda (Km5: % 18.86) artırmıştır ($P<0.05$).

Yonca silajlarına ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.3' de verilmiştir. Silolamanın 120. gününde açılan yonca silajlarında KM içeriği Km3 grubunda % 33.28 ile en yüksek bulunurken en düşük kontrol ve Km5 grubunda bulunmuştur ($P<0.05$). Kimyon uçucu yağı ilavesi pH ve SÇK miktarı üzerine düşürücü etki göstermiştir ($P<0.05$). Bu etki doz artışına bağlı olarak daha da belirginleşmiştir (pH: Kontrol: 4.88, Km3: 4.77, Km5: 4.37; SÇK: Kontrol: 79.01 g/kg KM, Km3: 46.01 g/kg KM, Km5: 34.02 g/kg KM). En yüksek laktik asit içeriği Km5 grubunda 80.49 g/kg KM olarak belirlenirken en düşük ise kontrol grubunda 34.82 g/kg KM olarak belirlenmiştir. Silajların $\text{NH}_3\text{-N}$ konsantrasyonları kimyon uçucu yağı kullanımından etkilenmiş, Km3 (14.50 g/kg TN) ve Km5 (19.16 g/kg TN)'te kontrole (33.61 g/kg TN) göre önemli düzeyde düşme olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Yonca silajlarına kimyon uçucu yağı katılması kuru madde kayıplarını (KMK) azaltılmasında etkili olmuştur. Nitekim, kontrol, Km3 ve Km5 gruplarında KMK sırasıyla % 1.46, % 1.33 ve % 1.25 olarak bulunmuştur. Bu etki istatistiki açıdan da önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Silolamanın 120. gününde açılan yonca silajlarının mikrobiyolojik analiz sonuçları çizelge 4.4'de verilmiştir. Silajların açıldığı gün enterobakter sayısı kontrol grubunda $1.01 \log_{10}$ cfu/g bulunurken Km3 ve Km5 gruplarında belirlenmemiştir ($P<0.05$). Ancak bu gruplarda LAB içeriği kontrol grubuna göre önemli düzeyde artış göstermiştir. Bu artış en yüksek $7.31 \log_{10}$ cfu/g ile Km5 ilave edilen grupta görülmüştür ($P<0.05$). Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında Km3 ve Km5 gruplarında maya sayıları azalırken küf olmadığı gözlenmiştir ($P<0.05$). Silajlara 7 gün süre ile uygulanan aerobik stabilite testinin sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Yonca silajlarına kimyon uçucu yağı ilavesi aerobik stabilitenin 3. gününde maya ve küf oluşumunu kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşürmüştür ($P<0.05$). En düşük maya sayısı $6.85 \log_{10}$ cfu/g ile Km3'de belirlenirken en düşük küf sayısı ise $3.25 \log_{10}$ cfu/g ile Km5'de belirlenmiştir. Bu dönemde kuru maddelerde bir değişiklik olmadığı pH değerlerinin ise 0.3-0.67 arasında artış gösterdiği bulunmuştur (Şekil 4.1). Maya ve küf sayıları 5. günde açım günüyle karşılaştırıldığında artmış kimyon ilavesi bu artışı önemli düzeyde düşürmüştür ($P<0.05$). Ancak KM ve pH'da bu dönemde önemli bir değişim olmadığı belirlenmiştir. Aerobik stabilitenin 7. gününde de 3. ve 5. günü ile benzer şekilde

Km3 ve Km5 gruplarında pH (Şekil 4.1), maya ve küf (Şekil 4.3, 4.4) popülasyonunun kontrole göre daha düşük olduğu bulunmuştur ($P<0.05$). Aerobik stabilitenin 3. 5. ve 7. günlerinde CO₂ miktarlarının (Şekil 4.2) Km3 ve Km5 grubunda kontrole göre daha düşük olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

Çizelge 4.4. Yonca silajlarının mikrobiyolojik analiz sonuçları, log₁₀ cfu/g

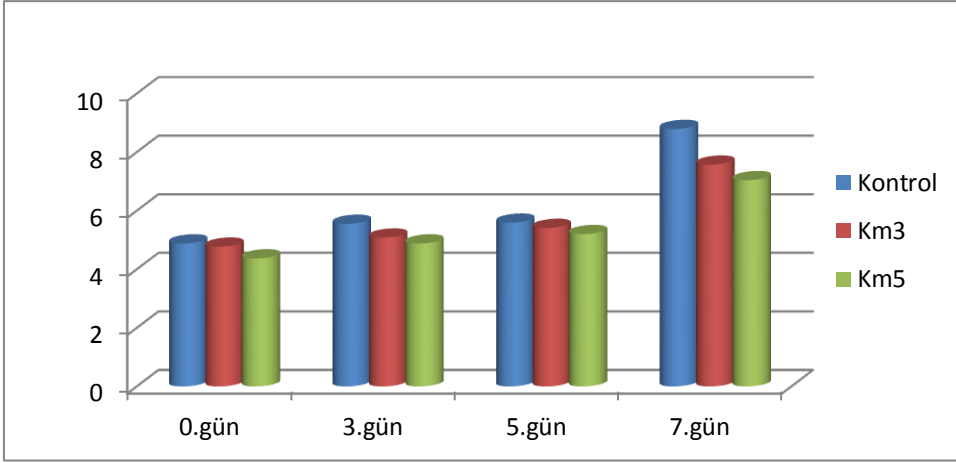
Grup	Lactobacilli	Enterobacter	Maya	Küf
Kontrol	3,51±0,02 ^c	1,01±0,48 ^a	4,86±0,02 ^a	2,49±0,15 ^a
Km3	6,18±0,03 ^b	0	3,43±0,03 ^c	0,00±0,00 ^b
Km5	7,31±0,01 ^a	0	3,76±0,14 ^b	0,00±0,00 ^b
P	0.001	0.001	0.001	0.001

Km3: Kimyon 300 mg/kg, Km5: Kimyon 500 mg/kg, ^{abc}: Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir ($P<0.05$).

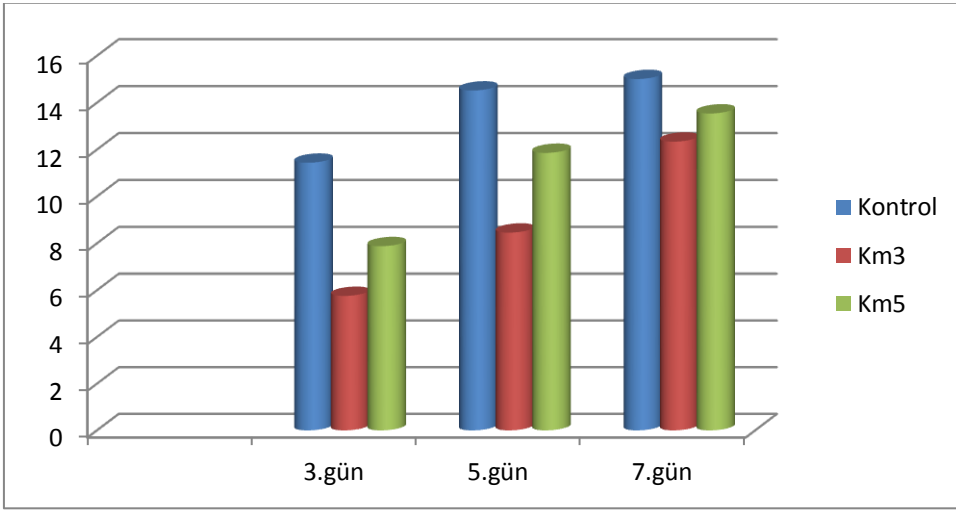
Çizelge 4.5. Yonca silajlarının aerobik stabilite test sonuçları

	Parametre	KM, %	pH	CO ₂ ,g/kg KM	Maya, log ₁₀ cfu/g	Küf, log ₁₀ cfu/g
3.gün	Kontrol	32,76±0,08	5,55±0,08 ^a	11,44±0,06 ^a	7,27±0,13 ^a	5,26±0,02 ^a
	Km3	33,60±0,05	5,08±0,34 ^{ab}	5,76±0,06 ^c	6,85±0,02 ^b	3,54±0,08 ^b
	Km5	32,60±0,84	4,88±0,01 ^b	7,88±0,06 ^b	7,03±0,17 ^b	3,25±0,05 ^c
	P	0.357	0.001	0.001	0.092	0.001
5.gün	Kontrol	32,59±0,03 ^b	5,59±0,09 ^a	14,52±0,06 ^a	9,12±0,04 ^a	8,77±0,06 ^a
	Km3	33,60±0,17 ^a	5,41±0,01 ^{ab}	8,46±0,06 ^c	8,87±0,02 ^b	6,76±0,06 ^b
	Km5	32,19±0,20 ^c	5,20±0,08 ^b	11,86±0,07 ^b	8,17±0,03 ^c	6,33±0,04 ^c
	P	0.001	0.011	0.001	0.001	0.001
7.gün	Kontrol	32,84±0,01	8,79±0,01 ^a	15,01±0,06 ^a	10,60±0,05 ^a	10,20±0,03 ^a
	Km3	33,18±0,24	7,57±0,04 ^b	12,34±0,25 ^c	9,29±0,03 ^b	8,12±0,03 ^b
	Km5	32,65±0,12	7,04±0,02 ^c	13,54±0,25 ^b	9,45±0,08 ^b	8,06±0,01 ^b
	P	0,125	0.001	0.001	0.001	0.001

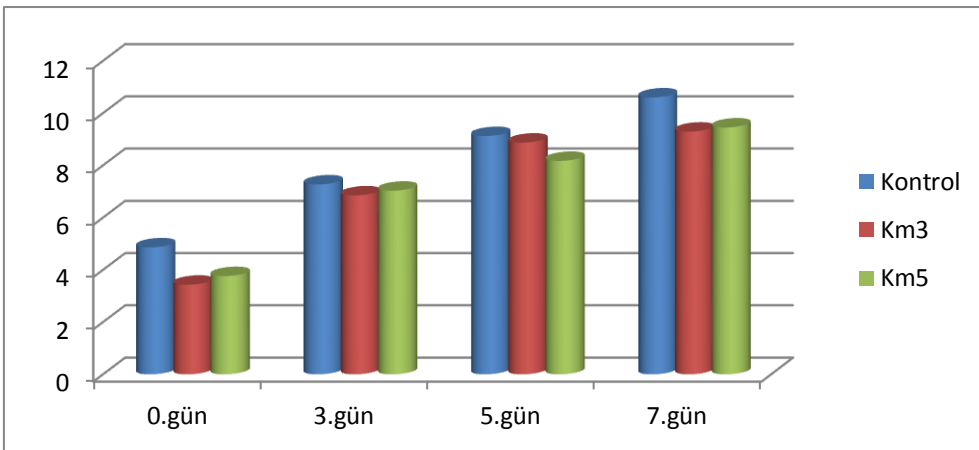
Km3: Kimyon 300 mg/kg, Km5: Kimyon 500 mg/kg, ^{abc}: Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir ($P<0.05$).



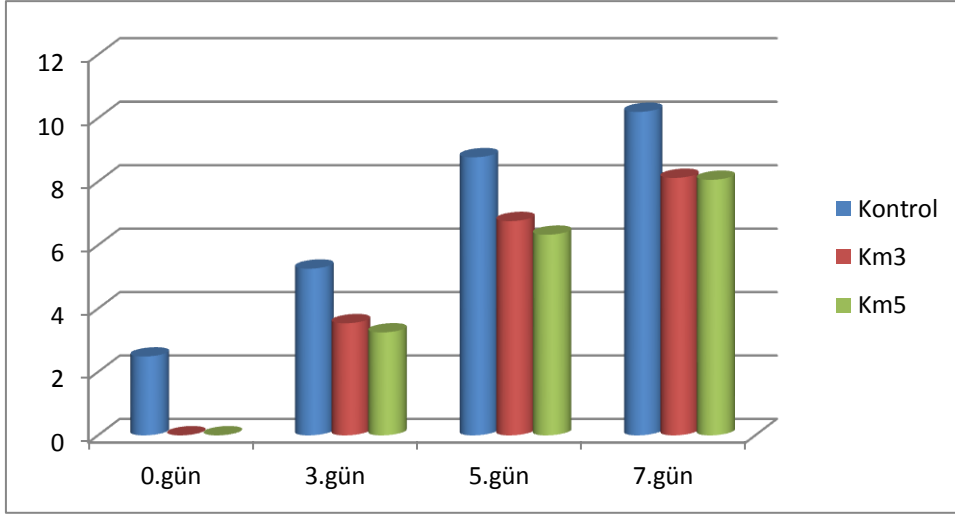
Şekil 4.1. Açımda ve aerobik stabilite testinde belirlenen pH düzeyleri



Şekil 4.2. Aerobik stabilite testinde belirlenen CO₂ düzeyleri g/kg KM



Şekil 4.3. Açımda ve aerobik stabilite testinde belirlenen maya sayıları, log₁₀ cfu/g



Şekil 4.4. Açırda ve aerobik stabilite testinde belirlenen küf sayıları, log₁₀ cfu/g

Kimyon uçucu yağ ilavesi enzimde çözünen organik madde miktarını artırmış, bu etki Km3 grubunda daha da belirginleşmiştir. Km3 grubunun ME içeriklerinin (Çizelge 4.6) bütün regresyon eşitliklerinde en yüksek olduğu bulunmuştur (P<0.05). ADF'den yararlanılarak hesaplanan ME'lerde, kontrol grubunun en düşük ME içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir (P<0.05).

Çizelge 4.6. Silajların EÇOM (% KM) ve ME (Kcal/kg KM) içerikleri

Parametre	EÇOM	ME _{EÇOM}	ME _{HBM}	ME _{NDF}	ME _{ADF}	ME _{ADL}
Kontrol	52,29±0,24 ^c	1032±1,22 ^b	2134±6,66 ^c	2719±1,66 ^c	2573±3,28 ^b	1787±13,57 ^c
Km3	64,06±0,04 ^a	1301±6,02 ^a	2396±0,88 ^a	2818±2,40 ^a	2729±2,08 ^a	2118±23,67 ^a
Km5	59,16±0,14 ^b	1288±4,73 ^a	2286±7,06 ^b	2758±2,40 ^b	2527±7,94 ^c	1878±23,13 ^b
P	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Km3: Kimyon 300 mg/kg, Km5: Kimyon 500 mg/kg, EÇOM: Enzimde çözünen organik madde, ME: Metabolik enerji, HBM: Ham besin maddesi, NDF: Nötr deterjanda çözünmeyen lif ADF: Asit deterjanda çözünmeyen lif, ADL: Asit deterjanda çözünmeyen lignin, ^{a,b,c}: Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05). (ME içerikleri kilokaloriye çevrilmiştir.)

Yoncanın başlangıç materyali ve yonca silajlarının SKM, KMT ve NYD çizelge 4.7' de verilmiştir. Yonca silajlarının SKM değerleri % 68,50 ile % 71,89 arasında bulunmuştur. Kuru madde tüketimleri kontrol, Km3 ve Km5 gruplarında sırasıyla % 3.62, % 4,26 ve % 3,84 olarak bulunmuş ve kimyon uçucu yağ ilave edilen gruplarda daha yüksek olduğu

belirlenmiştir. Yonca silajlarının NYD kontrol grubunda 192.17, Km3 grubunda 236,93 ve Km5 grubunda ise 201,08 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. Yonca silajlarının sindirilebilir kuru madde, kuru madde tüketimi ve nispi yem değerleri

Örnek Adı	SKM,%	KMT,%	NYD
Başlangıç materyali	66.3	3.12	160.31
Kontrol	68,50±0,07 ^b	3,62±0,01 ^c	192,17±0,52 ^c
Km3	71,89±0,04 ^a	4,26±0,02 ^a	236,93±0,87 ^a
Km5	67,50±0,17 ^c	3,84±0,02 ^b	201,08±1,30 ^b
P	0.001	0.001	0.001

^{a,b,c} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir (P<0.05); SKM: sindirilebilir kuru madde; KMT: kuru madde tüketimi; NYD: nispi yem değeri, Km3: Kimyon 300 mg/kg, Km5: Kimyon 500 mg/kg.

5. TARTIŞMA

Hava şartlarının uygun olmadığı ilk ve son biçim yoncaların kurutulması mümkün olmadığından dolayı silaj olarak değerlendirilmesi yoluna gidilmektedir. Yonca, tampon kapasitesi ve protein içeriğinin yüksek, karbonhidrat içeriğinin ise düşük olması nedeniyle güç silolanan yemler sınıfında yer almaktadır (Ergün ve ark. 1999, Güler 2001, Kılıç 1986, McDowell 1989). Bu nedenle yonca silolanırken genellikle ortamın karbonhidrat düzeyini yükseltmeye yönelik çeşitli karbonhidrat kaynakları (Çiftçi ve ark. 2005, Canbolat ve ark. 2010, Kurtoğlu 1998, Lindgren ve ark. 1983) ya da mikrobiyal florayı iyileştirmeye yönelik çeşitli inokulantlar (Kurtoğlu 1998, Kung ve ark. 1991b, Haigh ve ark. 1987, Lindgren ve ark. 1983, Seale ve ark. 1986, Sheperd ve ark. 1995) veya antimikrobiyal katkı maddelerinden (Kung ve ark. 1991a, Martinsson 1991, Haigh ve ark. 1987, Sheperd ve ark. 1995) yararlanılmaktadır. Son yıllarda tüketici organizasyonları gıda kalitesi ve güvenirliliği açısından hayvancılık işletmelerinde kimyasal katkıların yerine doğal ürünlerin kullanımını önermektedirler (Patra 2011). Bu eğilim uzun yıllardır insanların beslenmesinde güvenle kullanılan aromatik bitki ve bileşenlerinin silaj katkısı olarak kullanımını gündeme getirmiştir. Antimikrobiyal etkiye sahip olan uçucu yağların kullanımına yönelik sınırlı sayıda da olsa araştırmalar (Chaves ve ark. 2012, Soycan-Önenç ve ark. 2013) yapılmıştır.

Antimikrobiyal etkili kimyon uçucu yağının, yoncaya ilave edilmesiyle elde edilen silajların 120 gün sonunda kahverengi-yeşil renkte, hoş ve hafif asidik bir kokuya sahip, sap ve yaprak bütünlüğünün bozulmamış olduğu belirlenirken fiziksel değerlendirme sonuçlarına göre tüm silajların 13 puan olarak kalite sınıfının memnuniyet verici olduğu belirlenmiştir. Flieg puanlarının ise kontrol grubunun (74.67) iyi, muamele gruplarının (Km3: 80.64, Km5: 95.21) pekiyi olduğu bulunmuştur. Konca ve ark. (2005) 37 farklı silaj örneği üzerinde yürüttükleri çalışmada, mısır silajlarının flieg puanlarının 29-95 arasında değiştiğini, tritikalede 11-33, bezelye silajında 53, fiğ+yulaf silajında ise 57 olduğunu belirlemiştir. Çiftçi ve ark. (2005) ise yoncaya şeker, arpa ve elma ilave ederek yaptıkları çalışmada, fiziksel özelliklere göre toplam puanların üç grupta da 14, flieg puanlarının ise gruplarda sırasıyla 91.24, 95.48 ve 96.92 olduğunu belirlemiştir. Araştırmada belirlenen fiziksel puanlama Çiftçi ve ark. (2005)'nin bulgularının altında, flieg puanı ise Çiftçi ve ark. (2005)'den düşük olmasına karşın aynı kalite sınıfı içerisinde değerlendirilmektedir.

Silolama sonunda açılan yonca silajlarının ham besin maddeleri ve hücre çeperi içerikleri incelendiğinde, kimyon uçucu yağı ilavesi ham proteinin parçalanmasını önlemiş

özellikle 300 mg/kg ilave edilen Km3 grubunda HP miktarı % 24.52 olarak bulunmuştur (P<0.05). Bu dönemde amonyak azotu düzeyinde 14.50 g/kg TN (P<0.05) en düşük düzeyde belirlenmiş olması bu durumu desteklemektedir. Başka bir çalışmada yem bezelyesine kekik ve tarçın uçucu yağı ilave edilmesi 60 günlük silolama sonunda protein parçalanmasını önemli düzeyde düşürmüştür (Soycan-Önenç ve ark. 2013). Arpa silajına farklı düzeyde tarçın yaprağı ekstraktı ilavesi HP miktarında artmaya neden olmuştur (Chaves ve ark. 2012). Yapılan çalışmada kullanılan kimyon uçucu yağı yonca silajlarının HP miktarına etkisi, Soycan-Önenç ve ark. (2013)'nin kullandığı kekik ve tarçın uçucu yağı ile Chaves ve ark. (2012)'nin kullandıkları tarçın ekstraktına benzer bulunmuştur.

Yonca silajlarında NÖM içerikleri kontrol grubuna göre muamele yapılan gruplarda önemli düzeyde artmıştır (P<0.05). Bu artma hücre çeperi fraksiyonlarındaki düşme ile ilgili olabilir. Kimyon uçucu yağı ilaveli gruplarda ham kül içeriği kontrolden düşük bulunmuştur. Kuru madde içeriği % 21.3 düzeyinde olan yonca-çayır otu (% 60:40) karışımından oluşan silajlık materyalde ham kül oranı KM'de % 8.5 olarak bildirilmektedir (Lindgren ve ark. 1985). Kurtoğlu (1998)'nin yaptığı bir çalışmada % 25.73 KM'li yonca silajında HK'yi % 9.04 olarak bildirmiştir. Bu çalışmada, üç grupta da belirlenen ham kül miktarları Lindgren ve ark. (1985) ile Kurtoğlu (1998)'nin belirledikleri miktarlardan daha yüksektir. Inokulant ilaveli silajlarda ham kül düzeyini bildiren çalışmalardan (Haigh ve ark. 1987, Anderson ve ark. 1989, Lingren ve ark. 1985) elde edilen sonuçlar inokulant ilavelerinin ham kül miktarında önemli düzeyde bir düşme sağlamadığı yönündedir. Silajlarda belirlenen HK düzeylerindeki farklılıkların nedeni silajlık materyallerin farklı düzeylerde inorganik madde (toprak vb.) içermelerinden kaynaklanmaktadır (Kurtoğlu 1998). Araştırmada, kontrol grubunun en son hazırlanmış olmasından dolayı daha fazla toprak vb. içerebileceği, bu nedenle de kimyon uçucu yağı ilave edilen gruplardan daha yüksek ham kül içeriğine sahip olduğu düşünülmektedir. Bu durumda grupların OM değerleri arasındaki fark HK içeriğindeki farklılıktan kaynaklanmış olabilir.

Yemlerin hücre çeperi bileşenlerinden olan ADF ve ADL'nin sindirim düzeyi çok yavaş ve düşük olduğundan rasyonda mümkün olduğunca düşük miktarda olması istenir (Van Soest 1994). Km5 ilavesi HS ve ADF'yi artırırken, NDF ve ADL'yi düşürmüştür. Oysa, Km3 ilavesi HS, NDF, ADF ve ADL'yi azaltmıştır. Kung ve ark. (1991b) laktik asit ve hücre duvarını parçalayan enzim karışımının silajlarda NDF düzeyini düşürdüğünü ancak bu düşüşün istatistiksel olarak önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. Çelebi (2010), çiçeklenme başlangıcında silolanan yonca silajlarının NDF ve ADF içeriklerini kontrol, LAB, enzim ve

LAB+enzim gruplarında sırasıyla % 38.45, % 36.52, % 36.71, % 35.90 ve % 28.50, % 27.03, % 26.81, % 25.89 olarak bulmuştur. Shepherd ve ark. (1995) ortalama % 35 KM içeren yonca silajında bakteri+enzim içeren iki farklı mikrobiyal inokulant uygulamasının NDF miktarını azalttığını ve 177. günde kontrol (% 43.8) grubuna göre iki deneme grubunda (% 40.6, Silage Fresh Plus; % 40.0, Alfazyme) NDF miktarının önemli düzeyde düştüğünü belirlemişlerdir (P<0.05). Bu düşüşü enzimler tarafından parçalanmış hücre duvarı bileşenlerinin laktik asit bakterileri tarafından kullanılabilir hale gelmesi ile ilişkilendirmişlerdir. Kung ve ark. (1991a) yonca silajlarına mikrobiyal inokulant ve antibiyotik ilave ettikleri çalışmada, ADF miktarlarını kontrol, inokulant, inokulant+antibiyotik gruplarında sırasıyla % 33, % 32.6 ve % 32.3 olarak belirlemişlerdir. Antibiyotik ilavesi ADF miktarında çok az bir düşmeye neden olmuştur. Soyacan-Önenç ve ark. (2013)'nin çalışmasında, her bir gruba 400 mg/kg düzeyinde kekik, tarçın ve kekik+tarçın uçucu yağı ilave edilerek 60 ve 120 gün silolanan yem bezelyesi silajlarında kullanılan uçucu yağların NDF ve ADF içeriklerini her iki dönemde de artırıcı etki gösterdiği bulunmuştur. Chaves ve ark. (2012) ise tarçın yapraklarının etanol ekstraktının düşük düzeyde kullanımının söz konusu değerlerde düşmeye yüksek düzeyde kullanımının ise artmaya neden olduğunu, aynı çalışmada kekik ve portakal ekstraktının kullanılan düzeylerinin NDF ve ADF'de artmaya neden olduğunu belirlemişlerdir.

Thymol ve carvacrol gibi fenolik yapıya sahip bileşiklerin fenolik yapılarında bulunan hidroksil grubunun varlığı nedeniyle diğer ikincil bitki bileşenlerine göre antimikrobiyal etkisinin daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Helander ve ark. 1998, Ultee ve ark. 2002). Araştırmada kullanılan kimyon uçucu yağı temel bileşen olarak % 44.47 cuminaldehide, % 12.12 carvacrol ve % 8.82 paracymen içermektedir. Cuminaldehide ve carvacrol seçici antibakteriyal etki göstermiş, yonca silajlarında zararlı mikroorganizma (maya ve küf) sayılarını düşürmüş yararlı mikroorganizmaları (LAB) ise artırmıştır. Bu durum Km3 ve Km5 gruplarında belirlenen düşük pH miktarlarını açıklamaktadır. Silajlardaki düşük pH'nın hemiselülozun asit hidrolizini artırarak hücre duvarı fraksiyonlarını açtığı bildirilmektedir (Bolsen 1996). Enzimatik hücre duvarı hidrolizi sırasında açığa çıkan şekerler laktik asit bakterilerinin laktik asit üretebilmeleri için ek substrat sağlar. Yüksek laktik asit üretimi pH'nın 4.0 civarına düşmesine neden olurken proteolitik aktiviteyi de sınırlandırır (Nadeau ve ark. 2000). Km3 grubunda NDF, ADF ve ADL içeriklerinde belirlenen düşme pH'nın etkisiyle ortaya çıkmış olabilir. Nitekim aynı grupta enzimde çözünen organik madde miktarının da artmış olması bu durumu desteklemektedir. Ayrıca, aynı grupta en yüksek LAB sayısı ve buna paralel LA'nın yüksek SÇK'nın düşük olması, aynı zamanda HP miktarının

yüksek NH₃-N miktarının düşük olması Nadeau ve ark. (2000)'nin bildirişlerini desteklemektedir.

Kung ve ark (1991a) % 44.9 KM içeren soldurulmuş yonca materyali kullanarak yaptıkları bir çalışmada silaj KM düzeyleri kontrol, inokulant ve inokulant+antibiyotik ilaveli silajlarda sırasıyla % 42.3, % 39.6 ve % 39.2 olarak bulmuşlardır. Soldurulmadan (% 20 KM) ve % 43.7 kuru madde düzeyine kadar soldurulmuş yonca materyali kullanılarak yapılan bir çalışmada (Kung ve ark. 1991b) kuru madde düzeylerini soldurulmamış silajlarda kontrol grubunda % 21.3, enzim ilaveli silajlarda % 20.9 ve enzim+inokulant ilaveli silajda ise % 20.5 olarak belirlerken soldurulmuş silajlarda ise sırayla % 43.7, % 43.0, % 44.2 düzeylerinde belirlemişlerdir (P>0.05). Araştırmada KM bakımından kontrol ve muamele grupları arasında bir fark bulunamamıştır. Nitekim, Soycan-Önenç ve ark. 2013'de soldurulmuş yem bezelyesi silajlarının 60. gününde kontrol, kekik, tarçın, kekik+tarçın uçucu yağı ilave edilen gruplarda KM düzeylerini sırasıyla % 23.53, % 22.64, % 25.49 ve % 23.99 olarak belirlemiş, silolamanın 120. gününde açtıklarında ise gruplarda sırasıyla % 22.79, % 25.08, % 25.68 ve % 25.02 olarak belirlemişlerdir. Kimyon uçucu yağı ilavesi KM üzerine etkili olmamış Soycan-Önenç ve ark. (2013)'in bulgularıyla benzerlik göstermemiştir.

Silajların pH'ları kontrol grubuna göre önemli düzeyde düşmüştür. İyi kaliteli bir silajda 3.5-4.0 pH istenirken (Filya 2001), baklagil silajlarında 4.0 ve üzerindeki pH değerlerine çok sık rastlanmaktadır. Bolsen ve ark (1992b)'nin yaptığı bir çalışmada % 30-35 kuru madde içeren 2. biçim yonca silajında kontrol (pH: 5.19) grubuna göre dekstroz (pH:4.99) ve ticari inokulant (Bimate) ilavesinin pH değerini (pH: 4.98) önemli düzeyde (P<0.05) düşürdüğü belirlemiştir. Kung ve ark. (1991a) yonca silajında yaptıkları bir çalışmada 56. günde pH değerlerini kontrol grubunda 4.29, inokulant ilave edilen silajlarda 4.10, inokulant+antibiyotik ilaveli silajlarda 4.10 ve sadece antibiyotik ilavesi yapılan silajlarda ise 4.26 olarak belirlemişlerdir (P<0.01). Antibiyotiklerde olduğu gibi antimikrobiyal etkiye sahip olan kimyon uçucu yağı ilave edilerek yapılan bu çalışmada pH değeri 4.33 olan Km5 grubu Kung ve ark. (1991a)'nın bulgularıyla benzerlik gösterirken tüm grupların pH'ları Bolsen ve ark. (1992)'den daha düşük bulunmuştur. Oysa Soycan-Önenç ve ark. (2013) yem bezelyesi silajlarına kekik ve tarçın uçucu yağı ilavesiyle pH'nın 60. günde 4.4 ve 4.47, 120. günde ise 5.50 ve 5.51 olduğu belirlemiştir.

Silolanan yem materyalleri LA tarafından korunur. Bu nedenle silolanan materyalin bozulmaması için ortamda mutlaka LAB ve bunların LA üretebilmeleri için yeterli miktarda

SÇK içermesi zorunludur. LAB ancak ortamda yeterli miktarda SÇK bulunması durumunda silaj fermentasyonu için gereken laktik asit üretebilmektedir (Filya 2000). Alçıçek ve Özkan (1997) kaliteli silo yemlerinde laktik asit içeriğinin % 2.0'nin üzerinde olması gerektiğini, bildirmektedirler. Verilen sınır değerler göz önüne alındığında araştırmada laktik asit içeriği bakımından tüm gruplarda elde edilen değerler Alçıçek ve Özkan (1997) ile uyumludur. Soycan-Önenç ve ark. (2013) yem bezelyesi silajlarında kekik, tarçın ve kekik+tarçın uçucu yağları ilavesinin 60. ve 120. günlerde açılan silajlarda LA içeriğini düşürdüğünü belirlemişlerdir. Oysa bu araştırmada LA içeriklerinin arttığı belirlenmiştir. Kekik ve tarçın uçucu yağları LAB'ı inhibe ederek LA miktarını düşürücü etki gösterirken, kimyon uçucu yağı LAB'ın aktivitesini teşvik ederek LA miktarının artmasına neden olmuştur. Km3 ve Km5 gruplarının LAB sayılarındaki artma ve SÇK miktarındaki düşme bu düşüncüyü desteklemektedir.

Silajların NH₃-N konsantrasyonları kimyon uçucu yağı kullanımına bağlı olarak düşüş göstermiş olup uçucu yağ katılan silajlar ile kontrol silajı arasında görülen farklılıkların önemli olduğu bulunmuştur (P<0.05). Çok erken biçilen baklagillerde HP içeriğinin yüksek olması (>%23-24) (tamponlama kapasitesinin yüksek olması nedeniyle fermentasyon aşamasında pH'nın düşürülmesi için daha fazla asit gerektiğinden dolayı) fermentasyonu sınırlayıcı etki yapabilmektedir (Kung ve Shaver 2001). Araştırmada kullanılan kimyon uçucu yağı silolama dönemi sonunda yonca silajlarının NH₃-N konsantrasyonlarını düşürmüştür (P<0.05). Bu düşüşün nedeni kimyon uçucu yağı katılan silajlarda proteolisisin önlenmiş olmasıdır. Nitekim Polan ve ark. (1998)'nin yonca silajlarında formik asit kullanarak yaptıkları bir çalışmada NH₃-N konsantrasyonlarını düşürdüğü belirlenerek benzer etki gösterdiğini saptamıştır. Başka bir çalışmada, 400 mg tarçın uçucu yağı ilavesi 60 günlük silolamada yem bezelyesi silajlarının NH₃-N içeriklerini (Kontrol: 99.04 g/kgTN, Tarçın: 40.90 g/kgTN) düşürücü etki göstermiştir (Soycan-Önenç ve ark. 2013). Nitekim uçucu yağlarda formik aside benzer antimikrobiyal etki göstermektedir. Organik asitler özellikle formik asit, yapılarındaki hidrojen iyon konsantrasyonunun ve çözünmemiş asidin seçici bakterisidal etkisi nedeniyle antibakteriyal etki göstermektedir (Henderson 1993). Bitki ekstraktlarının antimikrobiyal aktivitelerinin, pek çok bitki uçucu yağında bulunan terpenoidler (carvacrol, carvone, thymol, terpinen-4-ol) ve phenylpropanoidler (cinnamaldehyde, eugenol, anethol) gibi ikincil bitki bileşenlerinden kaynaklandığı bildirilmektedir (Busquet ve ark. 2005). Araştırmada kullanılan kimyon uçucu yağı % 44.47

cinnamaldehyde içermekte olup antimikrobiyal etki gösteren phenylpropanoidler içerisinde yer almaktadır.

Kuru madde kayıpları incelendiğinde, kimyon uçucu yağı ilave edilen gruplarda azalmış en düşük kuru madde kaybının Km5’de olduğu belirlenmiştir. Başka bir çalışmada Soycan-Önenç ve ark. (2013), 400 mg tarçın uçucu yağı ilavesinin 60 günlük silolamada yem bezelyesi silajlarının kuru madde kaybını (Kontrol: % 1.52, Tarçın: % 1.24) önlemede etkili olduğunu belirlemişlerdir. Kuru madde kayıplarını önlemede kimyon uçucu yağının etkisi Soycan-Önenç ve ark. (2013)’ün tarçın uçucu yağı bulgularıyla uyumludur. Bu durum ortamda yeterli miktarda suda çözünebilir karbonhidrat kaynağı bulan mikroorganizmaların daha iyi gelişerek daha kaliteli silaj elde edilmesini sağladığı ve kuru madde kayıplarını azalttığı şeklinde yorumlanabilir. İdeal bir silaj katkısı, güvenle kullanılmalı ve kuru madde kaybını azaltmalıdır (Henderson 1993). Bu açıdan değerlendirildiğinde kimyonda tarçın uçucu yağı gibi alternatif bir silaj katkı maddesi olabilir.

Silaj fermantasyonunda, LAB silo içerisindeki en önemli mikrofloradır. Silolanan ürün LAB’ın ürettiği laktik asit tarafından korunur. Başta enterobacteria ailesinin üyeleri, *Clostridia* sporları, mayalar ve küfler olmak üzere diğer mikroorganizmalar silaj fermantasyonu üzerine olumsuz etki gösterirler. Bu tür mikroorganizmalar fermente olabilir karbonhidratları ve bunların son ürünlerini kullanarak silaj fermantasyonunu olumsuz yönde etkilemek için LAB ile rekabete girerler (Weinberg ve Muck 1996). Araştırmada kontrol, Km3 ve Km5 silajlarında LAB sayıları sırasıyla 3.51 log₁₀ cfu/g, 6.18 log₁₀ cfu/g ile 7.31 log₁₀ cfu/g bulunmuştur. Yonca silajlarına kimyon uçucu yağı ilavesi LAB üretimini teşvik etmiş bu etki kimyon uçucu yağı miktarının artışına bağlı olarak daha da belirginleşmiştir. Silo içerisinde *Enterobacteria*, *Clostridia*, *Listeria* ve küf gelişimi ile bunların metabolik aktiviteleri silajların hijyenik yapıları üzerinde büyük bir tehlike oluşturmaktadır (Filya 2000). Araştırmada silolama sonunda kontrol grubunda 1.01 log₁₀ cfu/g enterobacter ve 2.49 log₁₀ cfu/g küf gelişiminin olduğu belirlenirken muamele gruplarında ise belirlenememiştir. Bu durum kimyon uçucu yağının *Enterobacteria* ve küfler üzerine antimikrobiyal etki göstermesiyle ilişkilendirilebilir. Başka bir düşünce ise, *Listeria* ve *Enterobacteria* asitliğe karşı *Clostridia* sporlarından daha hassas olmasından dolayı silo ortamının hızlı bir şekilde asit ortama dönüşmesi durumunda *Listeria* ve *Enterobacteria* gelişimi fermantasyon başlangıcında daha baskı altına alınabilmektedir (Filya 2000). Nitekim kimyon uçucu yağı kullanılan doza bağlı olarak LAB sayılarını arttırmıştır. LAB ortamdaki SÇK’yı LA’ya dönüştürmüş, artan LA miktarına bağlı olarak da pH düşmüştür. Düşük pH’da enterobakter ve küf gelişimini

engellemiştir. Yonca silajlarına kimyon uçucu yağı ilavesi maya sayılarını düşürmüş ancak gelişimini engelleyici etki gösterememiştir. Silajlara fermantasyon sırasında herhangi bir şekilde hava girişinin mümkün olmadığından dolayı, silajlarda belirlenen maya popülasyonunun başlangıç (taze) materyalinde bulunan mayalar olabileceği düşünülmektedir. Oysa, Soycan-Önenç ve ark. (2013)' yem bezelyesi silajlarının kekik ve tarçın uçucu yağları ile 60 günlük silolanmasında, maya sayılarının arttığını, küf oluşumunun olmadığını belirlemişlerdir.

Antibiyotik ilaveleri silajlarda aerobik yıkımlanmayı tam olarak engelleyememektedir. pH 4 ve 5'de çeşitli silaj mikroorganizmalarına karşı antibiyotiklerin etkinliğinin incelendiği bir çalışmada pimaricinin en etkili antibiyotik olduğu belirlenmiştir. Antibiyotik uygulamalarında silajlarda total mikroorganizma, LAB ve maya sayıları önemli düzeyde etkilenirken, mantarlar çok düşük düzeylerde etkilenmektedir (Kurtoğlu 2011). Yapılan bir çalışmada, kekik ve tarçın uçucu yağı ilavesinin (60.günlük depolama) yem bezelyesi silajlarının 7 günlük aerobik stabilite testi sonrasında küf oluşumunu kontrole göre düşürdüğü bildirilmiştir (Soycan-Önenç ve ark. 2013). Aerobik şartlara maruz kalmadan önce silajlarda maya ve küf popülasyonlarını, SÇK'lar, LA ve LAB ile pozitif olarak ilişkili olduğu bildirilmektedir (Weinberg ve ark. 1993). Yonca silajlarına kimyon uçucu yağı ilave edilmesi aerobik stabiliteyi arttırmıştır. Ancak, SÇK içeriklerinin çok yüksek oluşu maya ve küf gelişimi için kaynak oluşturmaktadır. Bu nedenle kimyon uçucu yağı maya ve küf gelişimini yeterince baskılayamamıştır. Çelebi (2010) çiçeklenme başlangıcındaki yoncanın 45 günlük depolama sonrası SÇK içeriğini katkısız grupta 16,56 g/kg KM olarak bildirirken bu araştırmada kontrol grubunun SÇK içeriği 79.01 g/kg KM olarak bulunmuştur. Silajların aerobik bozulmasının, aerobik şartlara maruz kalınan gün sayısı ile arttığını bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Rodriguez 1996, Gonzalez ve Rodriguez 2003). Yapılan araştırmada, aerobik dönemin 3. 5. ve 7. gününde belirlenen KM, pH, CO₂ üretimi, değerlendirildiğinde, kimyon uçucu yağı ilavesi aerobik bozulmayı engellemiş ancak sürenin uzamasına ve SÇK içeriklerinin yüksek olmasına bağlı olarak etkisi azalmıştır.

Filya ve ark. (2004)'nin yaptığı bir araştırmada kullanılan formik asit temeline dayalı koruyucu (FAT) mısır silajlarının KM ve OM parçalanabilirliklerini artırmıştır. FAT antimikrobiyal özelliği sayesinde silajlarda başta maya ve küf olmak üzere enterobacteria ve clostridia sporlarının gelişimini engellemiş ve bu da silajların KM ve OM parçalanabilirliklerinin artmasına yol açmıştır. McDonald ve ark. (1991) formik asidin KM tüketimini artırarak ruminantların performanslarını olumlu yönde etkilediğini bildirirken,

Filya (2001) formik asidin silajlarda bozulmaya neden olan mikroorganizma popülasyonlarının gelişip çoğalmasını engellediğini ve bunun sonucunda elde edilen hijyenik açıdan temiz silajların ruminantların verim performanslarını artırdığını bildirmiştir. Nitekim Nadeau ve ark. (2000) formik asit katılarak yapılan domuz ayrığı ve yonca silajlarının ruminantlarda KM sindirilebilirliğini artırdığını belirlemişlerdir. Soycan-Öneç ve ark. (2013) kekik ve tarçın uçucu yağlarının 60. günlük depolamada yem bezelyesinin EÇOM içeriklerini etkilemezken 120 günde rakamsal olarak artırdığını belirlemişlerdir. Araştırmada kullanılan kimyon uçucu yağı formik asite benzer etki göstermiş enzimde çözünen organik madde miktarını kontrol grubuna göre önemli düzeyde artırmıştır ($P<0.05$). Farklı regresyon eşitliklerinden yararlanılarak hesaplanan ME içeriklerinde de artış belirlenmiş olması, kimyon uçucu yağı ilavesinin silajın enerji içeriğini de olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

Yem kalitesi genellikle yemin kimyasal, fiziksel ve biyolojik değerlerinin ölçülmesi ile saptanmaktadır. Amerika Birleşik Devletlerin' de yonca için geliştirilen ve diğer yemler içinde kullanılan nispi yem değeri (NYD; Relative Feed Value, RFV) yemlerin besleme değerini ölçmede yaygın olarak kullanılmaktadır (Ball DM ve ark. 1996). Bu yöntemde NYD'nin hesaplanmasında ADF ve NDF değerlerinden yararlanılmaktadır (Moore JE ve Undersander DJ 2002). Nispi yem değeri tam çiçekteki yonca için 100 olarak alınmakta ve NYD değeri, bu değer altına düştükçe yem kalitesi düşmekte, yükselmesi durumunda ise artmaktadır (Redfearn D ve ark. 2010).

Yonca silajlarının SKM değerleri 68.50 ile 71.89 arasında bulunmuştur. Silajların ADF içeriklerinden yararlanılarak hesaplanan SKM düzeyi Km3 grubunda ADF içeriğinin düşmesi ile artmış, Km5 grubunda ise ADF içeriğinin artması ile düşüş göstermiştir. Kuru madde tüketimleri kontrol, Km3 ve Km5 gruplarında sırasıyla 3.62, 4.25 ve 3.84 olarak bulunmuş ve kimyon uçucu yağı ilave edilen gruplarda daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Nispi yem değeri 100'ün altına düştükçe yem kalitesi düşmekte, yükselmesi durumunda ise artmaktadır (Redfearn ve ark. 2006). Buna göre NYD 75'in altında ise 5. kalite, 75-86 ise 4. kalite, 87-102 ise 3. kalite, 103-124 ise 2. kalite, 125-150 ise 1. kalite ve 150'nin üzerinde ise en iyi kalite olarak kabul edilmektedir (Rohweder ve ark. 1978). Bu çalışmada NYD 150'nin üzerinde bulunmuş ve katkı maddesi kullanımına bağlı olarak da artış göstermiştir. Van soest (1994) ve Yavuz (2005) yemlerin yapısında yer alan ve sindirimi yavaşlatan NDF ve ADF düzeylerinin artmasının, fiziksel olarak hayvanın tokluk hissetmesine neden olarak, yem tüketimini sınırladığını bildirmişlerdir. Yonca silajlarının NYD'si kontrol grubunda 192.16, Km3 grubunda 236.93 ve Km5 grubunda ise 201.07 olarak

belirlenmiştir. Yonca silajlarında sindirimi zorlaştıran hücre duvarı bileşenlerinin (NDF ve ADL) azalması NYD'yi olumlu yönde etkilemiştir. Yonca silajlarında saptanan NYD, normal yonca otu için kabul edilen 100 değeri ile karşılaştırıldığında tüm silajlar yüksek kaliteli kaba yemler arasında yer almaktadır. Silajların NYD'si kimyon uçucu yağı kullanımı ile artmış ve en yüksek değer Km3 grubunda bulunmuştur.

6. SONUÇ

Araştırmada kullanılan kimyon uçucu yağı fermantasyonu geliştirerek, silajların kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini olumlu yönde etkilemiştir. Özellikle 300 mg/kg kimyon ilave edilmesi hücre duvarını parçalayan enzimlerin aktivitelerini uyararak hücre duvarının parçalanmasını sağlamıştır. Laktik asit bakterilerinin gelişimini teşvik ederek LAB sayılarını ve etkinliğini artırmıştır. Buna bağlı olarak şekerlerin laktik aside dönüşümü artmış ortamda yüksek oranda bulunan laktik asit pH'yı düşürerek proteinleri parçalayan enzimleri inhibe etmiş ve proteinlerin amonyağa parçalanmasını düşmüştür. Ayrıca, enzimde çözünene organik madde miktarını artırmış ve buna paralel olarak ME içeriğinin de artmasını sağlamıştır. Benzer şekilde nispi yem değeri ve kuru madde tüketim oranı da artmıştır. Açıldıktan sonra ise üç gün süresince aerobik olarak stabil kalabilmiştir.

Yapılan çalışma, kurutma imkanının olmadığı ekim-kasım aylarında yoncanın 300 mg/kg kimyon uçucu yağı ilave edilerek silolanmasının kontrol grubundan daha avantajlı olduğunu ortaya koymuştur. Yürütölen araştırma konuyla ilgili yapılan ilk çalışmalar arasında yer almasından dolayı bundan sonra yapılacak çalışmalara da ışık tutacaktır. Bundan sonra yapılacak çalışmaların *in vitro* verilerin *in vivo* sindirim denemeleriyle desteklenmesi gerekmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Akyıldız R (1981). Yemler Bilgisi ve Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. 974.
- Akyıldız R (1984). Yemler bilgisi Lab. Klavuzu. A.Ü.Z.F. Yay. No:859, Ankara, 236.
- Alçıçek A, Özkan K (1997). Silo Yemlerinde Fiziksel ve Kimyasal Yöntemlerle Silaj Kalitesinin Saptanması. Türkiye Birinci Silaj Kongresi, 241-246.
- Alçıçek A, Bozkurt M, Çabuk M (2003). The effect on a Essential Oil Combination Derived from Selected Herbs Growing Wild in Turkey on Broiler Performance. South. Afr. J. Anim. Sci. 33(2):89-94.
- Al- Kassi, Galib A M (2010). Effects of Feeding Cumin on the Performance and Some Blood Traits of Broiler Chicks. Pakistan Journal of Nutrition 9 (1): 72-75, 2010 ISSN 1680-5194.
- Anderson R, Gracey HI, Kennedy SJ, Unsworth EF, Steen WJ (1989). Evaluation Studies in The Development of a Commercial Bacterial Inoculant as an Additives for Grass Silage. 1. Using Pilot-Scale Tower Silos. Grass and Forage Science 44:361-369 (abstract).
- Anonim (1986). The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: 427, 428 p, London.
- Ashbell G, Weinberg ZG, Azrieli A, Hen Y, Horev B (1991). A Simple System to Study The Aerobic Deterioration of Silages. Canadian Agricultural Engineering, 33, 391-393.
- Avcıoğlu R, H Geren, A Tamkoç ve Y Karadağ (2009). Yonca (*Medicago* sp. L.). Baklagil Yembitkileri, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, İzmir, Cilt II:290-333.
- Ball DM, Hoveland CS, Lacefield G (1996). Forage Quality in Southern Forages. Publ By the Williams Printing Company, pp.124-132.
- Basmacıoğlu H, Ergül M (2002). Silaj Mikrobiyolojisi. Hayvansal Üretim 43(1): 12-24.
- Bayramoğlu MM, Toksoy D, Şen G (2009). Türkiye’de Tıbbi Bitki Ticareti. II. Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, 19-21 Şubat 2009, SDÜ-Isparta, s. 89-98.
- Bodine AB, O’Dell GD, Moore ME, Wheat CK (1983). Effect of Dry Matter Content and Length of Ensiling on Quality of Alfalfa Silage. J Dairy Sci. 66:2434-2437.
- Bolsen KK, Lin C, Brent BE, Feyerherm AM, Urban JE, Aimutis WR (1992). Effect of Silage Additives on the Microbial Succession and Fermentation Process of Alfalfa and Corn Silages. Journal of Dairy Science 75, 3066-3083.
- Bolsen KK, Ashbell G, Weinberg ZG (1996a). Silage fermentation and silage additives. Feed Conservation Laboratory, Agricultural Research Organization, The Volcani Center, Bet Dagan 50250, Israel.

- Bolsen KK, Ashbell G, Weinberg ZG (1996b). Silage fermentation and silage additives. *Asian-Australian J Anim. Sci.*, 9, 483-493.
- Bolsen KK, Bonilla DR, Young MA, Hart- Thakur RA (1996c). Effect of Bacterial Inoculants on the Fermentation of Alfalfa Silages. *Cattlemen's Day 71-76, Report of Progress 756, Agricultural Experiment Station, Kansas State University.*
- Bozkurt M (2005). Eterik Yağların Kanatlı Hayvan Yemlerine Katılmasının Etkileri. *Infovet*, 18: 40-44.
- Bulgurlu Ş, Ergül M (1978). Yemlerin Fiziksel Kimyasal ve Biyolojik Analiz Metotları. E.Ü. Basımevi, Yayın No. 127, İzmir.
- Busquet M, Calsamiglia S, Ferret A, Kamel C (2005). Effects of Cinnamaldehyde and Garlic Oil on Rumen Microbial Fermentation in a Dual Flow Continuous Culture. *J. Dary Sci.* 88:2508-2516.
- Busquet M, Calsamiglia S, Ferret A, Kamel C (2006). Plant Extracts Affect *In Vitro* Rumen Microbial Fermentation. *J Dairy Sci*, 89: 761-771.
- Canbolat Ö, Kalkan H, Karaman Ş, Filya İ (2010). Üzüm Posasının Yonca Silajlarında Karbonhidrat Kaynağı Olarak Kullanılma Olanakları. *Kafka Üniv. Vet. Fak. Derg.* 16(2): 269-276.
- Cardoza PW, S Calsamiglia, A Ferret, C Camel (2004). Effect of Natural Plant Extracts on Ruminal Protein Degradation and Profiles in Fermentation Continuous Culture. *J. Amin. Sci.* 82:3230-3236.
- Ceylan A (1996). Tıbbi Bitkiler II (Uçucu Yağ Bitkileri), E. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No. 481.
- Ceylan E, Özbek H, Alaoğlu Z (2003). Cuminum Cyminum (Kimyon) Meyvesi Uçucu Yağının Median Lethal Doz Düzeyi ve Sağlıklı ve Diyabetli Farelerde Hipoglisemik Etkisinin Araştırılması. *Van Tıp Dergisi*: 10 (2): 29-35.
- Chaves AV, Stanford K, Gibson LL, McAllister TA, Benchaar C (2008). Effects of Carvacrol and Cinnaldehyde on Intake, Rumen Fermentation, Growth Performance and Carcass Characteristics of Growing Lambs, *Anim. Feed Sci. And Techn.* 145:396-408.
- Chaves AV, Baah J, Wang Y, McAllister TA and Chaouki Benchaar (2011). Effect of Cinnamon Leaf, Oregano and Sweet Orange Essential Oils on Fermentation and Aerobic Stability of Barley Silage. *J. Sci. Food Agric.* 92:906-915.
- Chaves AV, Baah J, Wang Y, McAllister TA, Benchaar C (2012). Effects of Cinnamon Leaf, Oregano and Sweet Orange Essential Oils on Fermentation and Aerobic Stability of Barley Silage. *J. Sci. Food Agric.*; 92:906-915.
- 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 Yayın Ünitesi, Konya.

- Çelebi A (2010). Mikrobiyal İnokulantlar ve Hücre Duvarını Parçalayan Enzimlerinin Yonca Silajında Fermantasyon Özellikleri ve Aerobik Stabilité Üzerine Etkileri. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Çerçi İH, Şahin K, Güler T (1996a). Farklı Oranlarda Silajlık Mısır Yonca Kullanılarak Yapılan Silajların Kalitesinin Belirlenmesi. F. Ü. Sağ. Bil. Derg. 10, (2): 193-200.
- Çerçi İH, Şahin K, Güler T (1996b). Silo Doldurma Süresinin Mısır Silajı Kalitesine ve Koyunlarda Ruminant Fermantasyon ile Ham Besin Maddelerinin Sindirilme Derecesine Etkisi. F. Ü. Sağlık Bil. Derg. 10,(2):237-244.
- Çiftçi M, Çerçi İH, Dalkılıç B, Güler T, Ertaş ON (2005). Elmanın Karbonhidrat Kaynağı Olarak Yonca Silajına Katılma Olanağının Araştırılması. YYÜ Vet. Fak. Derg. 16 (2):93-98.
- De Boever JL, Cottyn BG, Buysse FX, Wainman FV, Vanacker JM (1986). The Use of an Enzymatic Technique to Predict Digestibility, Metabolizable and Net Energy of Compound Feedstuffs for Ruminants. Anim. Feed Sci. Technol. 14: 203-214.
- Edwards RA, McDonald P (1978). The Chemistry of Silage Fermentation. In: Literature Review on Fermentation Of Silage- A Review. Grants-In-Aid Committee. National Feed Ingredients Associations. One Corporate Place, Suite 360 West Des Moines, Iowa 50265,27:60.
- Eren M (2001). Çiftlik Hayvanlarının Beslenmesinde Temel Prensipler ve Karma Yem Üretiminde Bazı Bilimsel Yaklaşımlar, Prof. Dr. H.H. Yavuz (Ed), Verim Artırıcı Yem Katkı Maddeleri. 361-383.
- Ergül M (2002). Yemler Bilgisi. E.Ü. Zir. Fak. Yayın no:487.
- Ergün A, Tuncer ŞD, Çolpan İ, Yalçın S, Yıldız G, Küçükerşan MK, Küçükerşan S, Önal AG, Muğlalı ÖH, Şehu A (1999). Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Basımevi,57-58.
- Evans JD, SA Martin (2000). Effect of Thymol on Ruminant Microorganism. Curr. Microbiol. 41:336-340.
- Filya (2000). Bazı Silaj Katkı Maddelerinin Ruminant Performansı Üzerindeki Etkileri. U. Ü. Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü. Hayvansal üretim 41:76-83.
- Filya İ (2000). Silaj Kalitesinin Artırılmasında Yeni Gelişmeler. International Animal Nutrition Congress 2000. S243-250.
- Filya İ (2001a). Silaj Fermantasyonu. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 32(1),87-93.
- Filya İ (2001b). Silaj Teknolojisi. Hakan Ofset İzmir.
- Filya İ, Sucu E, Hanoğlu H (2004). Biyolojik Silaj Katkı Maddeleri Kullanılarak Yapılan Küçük Plastik Balya Mısır Silajının Kalite Özellikleri, Yem Değeri ve Kuzu Besisinde Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. A.Ü. Zir. Fak. Tarım Bilimleri Dergisi, 10 (2) 158-162.

- Filya İ (2005). Silaj Yapımı Teknolojisi ve Kullanımı. Süt Hayvancılığı Eğitim Merkezi Yayınları Hayvancılık Serisi:2 Yetiştirici El Kitabı Bursa.
- Fraser GR, Chaves AV, Wang Y, McAllister TA, Beauchemin KA, Benchaar C (2007). Assessment of The Effects of Cinnamon Leaf Oil on Rumen Microbial Fermentation Using Two Continuous Culture Systems, *J. Dairy Sci.* 90:2315-2328.
- Golian A, Aami-Azghadi M, Kermanshahi H and Sedghi M (2010). Comparison of Dietary Supplementation with Cumin Essential Oil and Prebiotic Fermacto on Humoral Immune Response, Blood Metabolites and Performance of Broiler Chickens. *Global Veterinaria* 4 (4): 380-387.
- Güler T (2001). Silaj ve Hayvan Beslemede Kullanımı. Konferanslar. F.Ü. Vet. Fak. Elazığ. 27-36.
- Güler T, Dalkılıç B, Çiftçi M, Ertaş ON, Dikici A, Özdemir P, Bozkurt OP (2005). Broyler Rasyonuna Katılan Kekik ve Anason Yağları ile Antibiyotiğin Toplam Sekal Koliform Bakteri Sayısı Uzerine Etkisi. *DAUM, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırma ve Uygulama Merkezi*, 3(3) : 47-52.
- Gonzalez G and Rodriguez AA (2003). Effect of Storage Method on Fermentation Characteristics, Aerobic Stability and Forage Intake of Tropical Grasses Ensiled in Round Bales. *J. Dairy Sci.* 86:926-933.
- Haigh PM and Parker JWG (1985). Effect of Silage Additives and Wilting on Silage Fermentation, Digestibility and Intake and on Liveweight Change of Young Cattle. *Grass and Forage Science.* 40:429-436.
- 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 Science* 42, 405-410.
- Haigh PM (1990). Effect of Hbage Water-Soluble Carbohydrate Content and Weather Conditions at Ensilage on the Fermentation of Grass Silages Made on Commercial Farms. *Grass and Forage Science.* 45:263-271.
- Han KJ, Collins M, Vanzant ES and Dougherty CT (2006). Characteristics of Baled Silage Made from First and Second Harvests of Wilted and Severely Wilted Forages. *Grass and Forage Science.* 61:21-31.
- Hancock, DW, Collins M (2006). Forage Preservation Method Influences Alfalfa Nutritive Value and Feding Characteristics. *Crop Sci.* 46: 688-694.
- Helander IM, H-L Alakomi K, Latva-Kala T, Mattila-Sandholm I, Pol EJ, Smid LGM, Gorris A, Von Wright (1998). Characterization of the Action of Selected Essential Oil Components on Gram-Negative Bacteria. *J. Agric. Food Chem*, 46:3590-3595.
- Henderson N (1993). Silage Additives. *Animal Feed Science and Technology.* 45:35-56.

- Hernandez F, Madrid J, Garcia MV, Orengo J, Megias MD (2004). Influence of Two Plant Extracts on Broiler Performance, Digestibility and Digestive Organ Size. *Poult. Sci.* 83:169-174.
- Honing H (1986). Silage Quality and Losses: Farm Scale Silage Experiments. Proceedings of the Eurobac Conference, 60-64. 12-16 August 1986, Uppsala, Sweden.
- Jamroz D, Wertelecki TJ, Orda J, Wiliczkiwicz A, Skorupinska J (2003). Influence of Phytogenic Extracts on Gut Microbial Status in Chickens. 14th Eur. Symp. *Poult. Nutr.* 176-178. Lillehammer-Norway.
- Jeroch H, W Drochner and O Simon (1999). *Ernährung Landwirtschaftlicher Nutztiere.* Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 525 p.
- Jones R and Gogerddan P (1994). The Importance of Quality Fermentation in Silage Making and Future Trends in Forage Production. Alltech, 8 th Annual European Lecture Tour, February-21. Marc 9. 33:5.
- Jones R (1995). Role of Biological Additives in Crop Conservation. In: *Biotechnology in the Feed Industry.* 465:479.
- Kamel C (2000). A Novel Look at a Classic Approach of Plant Extracts. *Feed Mix Specials:*19-21.
- Karabulut A, Canbolat Ö (2005). Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri. U.Ü. Ziraat Fakültesi.
- Karabulut A, Filya İ (2007). Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi. 4. Basım. Uludağ Üniv Zir Fak Ders Notları No:67.
- Kendall NVG (1978). Anormal Silages and Silage Related Disease Problems. In: *Literature Review on Fermentation of Silage- A Review.* Grants-In-Aid Committee. National Feed Ingredients Association. One Corporate Place, Suite 360 West Des Moines, Iowa 50265, 281:332.
- Kılıç A (1986). Silo Yemi. Bilgehan Basımevi Bornova İzmir. 1986. 68-72.
- Kirchgessner M, Kellner RJ (1977). Zur Schätzung der Umsetzbaren Energie von Grün- und Rauhfutter mit Einfachen Kenndaten. *Tierph Tierernahrung Futter*, 38, 279-301.
- Kirchgessner M, Kellner RJ (1981). Schätzung Des Energetischen Futterwertes von Grün- und Rauhfutter Durch die Cellulasemethode. *Landwirtsch. Forsch*, 34, 276-281.
- Kirchgessner M, Kellner RJ, Roth FX, Ranfft K (1977). Zur Schätzung des Futterwertes Mittels Rohfaser und der Zellwandfraktionen der Detergentien-Analyse. *Landwirtsch. Forsch*, 30, 245-250.
- Konca Y, Alçiçek A, Yaylak E (2005). Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Yapılan Silo Yemlerinde Silaj Kalitesinin Saptanması. *Hayvansal Üretim* 46(2): 6-13.
- Kung LJr, Tung RS, Maciorowski K (1991a). Effect of Microbial Inoculant (Ecosyl-TM) and/ or a Glcopeptide Antibiotic on Fermentation and Aerobic Stability of Wilted Alfalfa Silage. *Animal Feed Science and Technology* 35, 37-48.

- Kung LJr, Tung RS, Maciorowski KG, Buffum K, Knutsen K, Aimutis WR (1991b). Effects of Plant Cell-wall-degrading Enzymes and Lactic Acid Bacteria on Silage Fermentation and Composition. *Journal of Dairy Science* 74, 4284-4296.
- Kung LJr (1993). Use of Additives in Silage Fermentation. In: *Direct-fed Microbial, Enzyme and Forage Additive Compendium*. Miller Publ. Co., Minnetonka, Minnesota pp: 31-38.
- Kung LJr and RD Shaver (2001). Interpretation and Use of Silage Fermentation Analysis Reports. *Focus on Forage* 3(13):1-5. University of Wisconsin.
- Kung LJr, Williams P, Schmidt RJ, Hu W (2008). A Blend of Essential Plant Oils Used as an Additive to Alter Silage Fermentation or Used as a Feed Additive for Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*, 91:4793-4800.
- Kurtoğlu V (1998). Mikrobiyel İnokulant ile Hazırlanan Yonca Silajının Süt İneklerinde Süt ve Bileşimi ile İnokulasyonun Silaj Kalitesi Üzerine Etkisi. Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Konya.
- Kurtoğlu V (2011). Silaj ve Silaj Katkıları. Aybil Yayınevi Konya.
- Lindgren S, Lingvall P, Kaspersson A, Kartzow A, Rydberg E (1983). Effect of Inoculants, Grain and Formic Acid on Silage Fermentation. *Swedish Journal of Agricultural Research* 13, 91-100.
- Lindgren S, Pettersson K, Jonsson A, Lingvall P, Kaspersson A (1985). Silage Inoculation- Selected Strains, Temperature, Wilting and Practical Application. *Swedish Journal of Agricultural Research* 15, 9-18.
- Martinsson K (1991). A Comparison Between Formic Acid and an Inoculant for the Preservation of Grass Silage for Dairy Cows. *Swedish Journal Agricultural Research* 21, 121-130.
- McCullough EM (1978). Silage- Some General Considerations. In: *Literature Review on Fermentation of silage- A review*. Grants-In-Aid Committee. National Feed Ingredients Association. One Corporate Place, Suite 360 West Des Moines, Iowa 50265, 1:26.
- McDowell LR (1989). *Vitamins in Animal Nutrition*. Academic Press. INC. Santiago, California, 57-67.
- McDonald (1981). *The Biochemistry of Silage*. John Wiley, Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto.
- Mc Donald P, Henderson AR, Heron SJE (1991). *The biochemistry of silage* (2nd ed) Chalcombe Publ., Churchlane, Kingston, Canterbury, Kent, UK.
- McDonald P, Edward RA, Dreenhalgh and Morgan CA (2002). *Animal Nutrition*. Printed by Ashford Colour Pres Ltd., Gosport.

- McIntosh M, Williams P, Losa R, Wallace RJ, Beever DA, Newbold CJ (2003). Effects of Essential Oils on Ruminal Microorganisms and their Protein Metabolism, *Applied Environmental Microbiology*, Vol. 69 (8), 5011-5014.
- Meeske R, Ashbell G, Weinberg ZG, Kipnis T (1993). Ensiling Forage Sorghum at Two Stages of Maturity with the Addition of Lactic Acid Bacterial Inoculants. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 43,165-175.
- Moore JE, Undersander DJ (2002). Relative Forage Quality: Alternative to Relative Feed Value and Quality Index. *Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*, 16-32.
- Muck RE (1988). Factors Influencing Silage Quality and Their Implications for Management. *J Dairy Sci.* 71:2992:3002.
- Muck RE, Filya I, Contreras- Govea FE (2007). Inoculant Effects on Alfalfa Silage: In vitro Gas and Volatile Fatty Acid Production. *J Dairy Sci*, 90, 5115-5125.
- 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). *Methoden Buch, B. III. Die Chemische Untersuchung von Futtermitteln.* VDLUFA- Verlag, Darmstadt.
- Oh HK, Sakai T, Jones MB, Longhurst WM (1967). Effect of Various Essential Oils Isolated from Douglas Fir Needles upon Sheep and Deer Rumen Microbial Activity. *Appl. Microbiol.* 15:777-784.
- O'Kiely P (1992). Silage Production as a Pollutant: New ways to reduce its environmental impact. In: *Biotechnology in The Feed Industry.* Edit By T.P. Lyons, 151:161.
- Oude Elferink, S.J.W.H., Driehuis F, Gottschal, Jan C and Spoelstra, Sierk F (2000). Silage Fermentation Process and Their Manipulation. *FAO Electronic Conference on Tropical Silage.*
- Oktay E, Olgun H, Ünal S (1990). Çeşitli Koşullarda Kurutulan Yoncannın Besin Değeri Kaybı Üzerine Bir Araştırma. *Lalahan Hay. Araş. Derg.* 35-45.
- Özhatay N, Koyuncu M (1998). Türkiye’de Doğal Bitkilerin Ticareti, XII. Bitkisel İlaç Ham Maddeleri Toplantısı 20-22 Mayıs 1998 Özet Kitabı, 5.
- Patra AK (2011). Effects of Essential Oils on Rumen Fermentation, Microbial Ecology and Ruminant Production. *Asian J. Anim. and Veterinary Advances.* 6(5):416-428.
- Playne MJ, McDonald P (1966): The Buffering Constituent of Herbage and Silage, *J. Sci. Fd. Agric*, 17, 264-268.
- Polan CE, DE Stieve and JL Garrett (1998). Protein Preservation and Ruminant Degradation of Ensiled Forage Treated with Heat, Formic Acid, Ammonia, or Microbial Inoculant. *J. Dairy Sci.* 81:765-776.

- Raurama AL, Setala JJ and Tommila AEA (1991). The Effect of Glucose Oxidase on The Preservation of Grass Silage. *Grass Forage Sci.* 46:359.
- Redfearn D, Zhang H, Caddel J (2010). Forage Quality Interpretations. Oklahoma Cooperative Extension Service Pss- 2117. <http://pods.dasn.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Version-7111/PSS-22117web.pdf>. 2010. Accessed: 28.02.2010.
- Rohweder DA, Barnes RF and N Jorgensen (1978). Proposed Hay Grading Standards Based on Laboratory Analyses for Evaluating Quality. *Journal of Animal Science* 47:747-759.
- Rodriguez AA (1996). Studies on The Efficacy of a Homofermentative Lactic Acid-Producing Bacteria Inoculant and Commercial, Plant Cell-Wall-Degrading Enzyme Mixtures to Enhance the Fermentation Characteristics and Aerobic Stability of Forages Ensiled in Temperate and Tropical Environments. Ph. D. Dissertation. Michigan State University.
- Seale DR, Henderson AR, Petterson KO, Lowe JF (1986). The effect of Addition of Sugar and Inoculation with Two Commercial Inoculants on The Fermentation of Lucerne Silage in Laboratory Silos. *Grass and Forage Science* 41, 61-70.
- 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.
- Sheperd AC, Maslanka M, Quinn D, Kung LJr (1995). Additives Containing Bacteria Enzymes for Alfalfa Silage. *Journal of Dairy Science* 78, 565-572.
- Soycan-Önenç S, Akkan S (2008). Bazı Aromatik Bitkilerin Rumen Uçucu Yağ Asitleri Üzerine Etkileri. V. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 30 Eylül-03 Ekim, Çorlu/Tekirdağ.
- Soycan-Önenç S, Fisun Koç, Levent Coşkuntuna, M. Levent Özdüven, Tuncay Gümüş (2013). Kekik ve Tarçın Uçucu yağlarının Yem Bezelyesi Silajlarında Alternatif Katkı Maddesi Olarak Kullanımının Araştırılması (Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu, NKÜBAP.00.24.AR.11.04 nolu araştırma projesi).
- Soysal Mİ (1998). *Biyometrinin Prensipleri (İstatistik I ve II Ders Notları)*, Yayın No:95, Ders Kitabı No:64, T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, s.331, Tekirdağ.
- Şahin K, Çerçi İH, Güler T, Şahin N, Kalander H, Çelik S (1999). The Effects of Different Silage Additives on The Quality of Sugar Beet Pulp Silage. *Tr. J. Vet. Anim. Sci.* 23: 285-292.
- TSE (1991). *Hayvan Yemleri- Metabolik (Çevrilebilir) Enerji Tayini (kimyasal metod)*. TS 9610, Aralık 1991, Ankara.
- Tuncer İK (1984). Çukurova bölgesinde yonca kurutmada pratik güneş kolektörü uygulaması üzerine bir araştırma. *Ç.Ü. Ziraat Fak. Yay.* 1-55.

- Ultee A, Bennik HJ ve Moezelaar R (2002). The Phenolic Hydroxyl Group of Carvacrol is Essential for Action Against the Food-borne Pathogen, *Bacillus cereus*. Appl. Environ. Microbiol., 2002; 3: 1561-1568.
- Van Dyke NJ, Anderson PM (2000). Interpreting a Forage Analysis. Alabama Cooperative Extension. Circular ANR-890.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991). Method for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber and Nostarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. J Dairy Sci. 74:3583-3597.
- Van Soest PJ (1994). Nutritional Ecology of the Ruminant (2nd Ed.).p. 528. Cornell University Press. Ithaca, N. Y.
- Yang WZ, Ametaj BN, Benchaar C, Beauchemin KA (2010). Dose Response to Cinnamaldehyde Supplementation in Growing Beef Heifers:Ruminal and Intestinal Digestion, J. Anim. Sci. 88:680-688.
- Yavuz M (2005). Bazı Ruminant Yemlerinin Belirlenmesi. GOÜ Zir Fak Der, 22 (1): 97-101.
- Yeşilbağ D (2007). Hayvan Beslemede Fitobiyoikler. IV. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, Bursa.
- Yıldırım İ, Özcan M (2001). Use of Oregano and Cumin Essential Oils as Disinfectant on Hatching Quail Eggs. Hayvancılık Araştırma Dergisi, 11(2), 61-63.
- Wallace RJ, McEwan NR, McIntosh FM, Teferedegne B, Newbold CJ (2002). Natural Products as Manipulators of Rumen Fermentation. Asian-Austr.j. Anim. Sci. 10. 1458-1468.
- Wallace RJ (2004). Antimicrobial Properties of Plant Secondary Metabolites, Proc. Nutr. Soc.,63:621-629.
- Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y, Azriell A (1993). The Effect of Applying Lactic Acid Bacteria at Ensiling on the Aerobic Stability of Silage J. Appl. Bacteriol 75, 512-518.
- Weinberg ZG, Muck RE (1996).New Trends and Opportunies in The Development and Use of Inoculants for Silage. FEMS Microbiology Reviews. 19:53-68.
- Woolford MK (1984). The Silage Fermentation. Microbiology Series 14. Marcel Dekker Inc. New York.

8. ÖZGEÇMİŞ

07.05.1990 tarihinde Lüleburgaz' da doğdu. İlkokul, ortaokul ve liseyi Lüleburgaz' da tamamladı. 2008 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesini kazandı. 2013 yılında Zootekni bölümünden mezun oldu. Ardından 2013 yılında Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı ve halen yüksek öğrenimine devam etmektedir.