

## Kekik ve Tarçın Uçucu Yağlarının Yem Bezelyesi Silajlarının Fermantasyon Kalitesi ile *In Vitro* Metabolik Enerji İçerikleri Üzerine Etkileri

Sibel SOYCAN ÖNENÇ<sup>1\*</sup>, Levent COŞKUNTUNA<sup>1</sup>, Fisun KOÇ<sup>1</sup>, Mehmet Levent ÖZDÜVEN<sup>1</sup> Tuncay GÜMÜŞ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı, 59030, Tekirdağ

<sup>2</sup> Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, 59030, Tekirdağ

\*İletişim (correspondence): e-posta: [ssonenc@nku.edu.tr](mailto:ssonenc@nku.edu.tr); Tel: +90 (282) 250 21 86; Faks: +90 (282) 250 99 29

Gönderim tarihi (Received): 27 Temmuz 2017; Kabul tarihi (Accepted): 12 Ekim 2017

### Öz

Bu araştırma kekik (KK) ve tarçın (TRN) uçucu yağlarının, organik asit (OA) alternatifi olarak yem bezelyesi silajlarının fermantasyon kalitesi ve *in vitro* metabolik enerji (ME) içerikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada kullanılan yem bezelyesi bakla oluşum döneminde hasat edilmiş (48 saat soldurma) ve yaklaşık 1.5-2.0 cm boyutunda parçalanmıştır. Parçalanmış taze materyale 5g/kg düzeyinde organik asit, 400 mg/kg kekik uçucu yağı, 400 mg/kg tarçın uçucu yağı ve 400+400 mg/kg kekik+tarçın uçucu yağı (KKTRN), kontrol (KON) grubuna ise saf su katılmıştır. Yaklaşık 2 kg örnek plastik torbalara konularak vakumla içindeki hava alınmış ve 2-3 kat streç filmle kaplanmıştır. Silolamadan 120 gün sonra açılmıştır. Araştırmada kullanılan kekik ve tarçın uçucu yağı, yem bezelyesi silajlarının asetik asit (AA) ve Enzimde Çözünen Organik Madde (EÇOM) içeriklerini olumlu yönde etkilemiştir. Ancak, bütün sonuçlar birarada ele alınarak değerlendirildiğinde, silajların sarıldığı kat sayılarının artırılarak çalışmanın tekrarlanmasının gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Yem bezelyesi, silaj fermantasyonu, uçucu yağ, metabolik enerji

### Effects of Essential Oils of oregano and Cinnamon on Fermentation Quality and *In Vitro* Metabolic Energy of Field Pea Silages

#### Abstract

This study was performed to determine the effect of field pea silages which are the organic acid alternative of Oregano and cinnamon essential oils on fermentation quality and metabolic energy (ME). Whole field pea was harvested at full pod stage and wilted in the laboratory at the 48 h. The chopped pea was mixed and divided into equal portions for application of five treatments: CON; distilled water, denoted as treatment control; treatment OA; organic acid, 5 g/kg of fresh forage, treatment ORE; *origanum onites* L. essential oil at 400 mg, treatment CIN; *cinnamon* essential oil at 400 mg, treatment ORECIN; ORE + CIN, a mixture of ORE and CIN applied at an equal rate of 400 mg of fresh forage. The oregano and cinnamon essential oil used in the research affected the acetic acid and Enzymatic solubility of organic matter (ESOM) positively in the 120 day silage of the field pea silages. However, when all the results of the research were evaluated together, it was concluded that it is necessary to repeat the work by increasing the number of layers in which the silages are wrapped.

**Keywords:** Field pea silage, silage fermentation, essential oil, metabolic energy

#### Giriş

Baklagiller, ruminantların beslenmesinde kuru ot, silaj ya da otlatılarak kullanılan çok önemli yem kaynaklarıdır (Fernandese et ark., 2013). Akdeniz bölgesi ve özellikle Anadolu da yem bezelyesi (*Pisum arvense* L.) genellikle ot ya da dane üretimi amacıyla kullanılmaktadır. Ancak, bu bitki bazen tek başına ya da kışlık-yazlık tahıllarla tam daneli kaba yem olarak da yetiştirilmektedir (Ateş, 2012).

Güç silolanan yeşil yemlerden olan yem bezelyesi silolandığında, mutlaka katkı maddesi kullanılması

zorunluluğu vardır. Bu grupta yer alan yemlerde şeker içeriği çok düşüktür. Şeker içeriğinin düşük olması, fermantasyonun oluşumunu geciktirdiği gibi ortamdaki proteinin bazı özellikteki parçalanma ürünlerinin de silo içerisindeki pH'nın düşmesini engelleyerek, istenmeyen mikroorganizmaların gelişiminin hızlanmasına neden olur (Ergül, 2002). Silajların aerobik bozulması besin madde kaybının yanında hijyenik kaliteyi de olumsuz yönde etkileyerek, patojenik ya da diğer istenmeyen mikroorganizmaların hızla çoğalma riskini artırır (Woolford, 1990).

Silajın aerobik bozulmasının kontrol edilmesinin amacı, bu sürecin başlamasından sorumlu mikroorganizmaların (çoğunlukla mayalar) büyümesini azaltmak ya da önlemektir (Driehuis ve ark., 1999). Silaj fermentasyonunda kullanılmak üzere, çok sayıda kimyasal ve biyolojik kökenli katkı maddeleri geliştirilmiş durumdadır (Filya, 2000). Silajlardaki maya ve küf gelişimini önlemek, aerobik stabiliteyi artırmak için OA temeline dayalı koruyucu özellikteki katkı maddeleri geniş bir kullanım alanı bulmuştur (Henderson, 1993).

Son yıllarda doğal ürünlere olan ilginin artması, aromatik bitki ve bunlardan elde edilen ürünlerin gıda, hayvan besleme ve tıp alanında kullanımını gündeme getirmiştir. Pek çok bitki ekstraktının mikrobiyal aktiviteyi etkilediği (Covan, 1999) bilinmesine karşın, bunların silaj katkı maddesi olarak kullanımına yönelik sınırlı sayıda (Kung ve ark., 2008; Chaves ve ark., 2012; Soycan-Önenç ve ark., 2015; Turan, 2015) araştırma bulunmaktadır.

Bu araştırmanın amacı, kekik ve tarçın uçucu yağlarının organik asit alternatifleri olarak yem bezelyesi silajına ilavesinin, fermentasyon kalitesi ve *in vitro* ME içerikleri üzerine etkilerini belirlemektir.

## Materyal ve Yöntem

Araştırmada, silaj materyali olarak Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama

Merkezi'nde yetiştirilen, Töre çeşidi yem bezelyesi (*Pisum arvense L.*) kullanılmıştır. Yem bezelyesi Haziran ayının 2. haftasında bakla oluşum döneminde hasat edilmiştir. KM içeriğinin düşük olması nedeniyle 48 saat soldurma yapılmıştır. Katkı maddesi olarak SİLOFARM® LIQUID (Farmavet), KK ve TRN uçucu yağları kullanılmıştır. SİLOFARM® LIQUID formik asit temeline dayalı bir koruyucu olup bileşiminde %60 formik asit, %20 sodyum formiyat ve %20 su içermektedir. Kekik ve tarçın uçucu yağları, su destilasyonu yöntemini kullanan ticari bir firmadan temin edilmiş, kimyasal bileşenleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Soldurma işleminin sonunda silaj makinesinde yaklaşık 1.5-2.0 cm boyutlarında parçalanan yem bezelyesine saf su (KON), OA, KK ve TRN uçucu yağları ilave edilmiştir. Organik asit yem bezelyesine 5 g/kg, kekik uçucu yağı 400 mg/kg, tarçın uçucu yağı 400 mg/kg ve kekik+tarçın uçucu yağı 400+400 mg/kg düzeyinde katılmıştır. Denemede, organik asit, kekik ve tarçın uçucu yağları 1x4 m alanda 6 kg taze materyale eşit oranda sprey edilmiş ve karıştırılmıştır. Silaj materyali yaklaşık 2 kg plastik torbalara konularak sıkıştırılmış ve vakumla içindeki hava alınmıştır. Torbalar streç filmle 2-3 kat sarılarak toplam 15 paket silaj oluşturulmuş ve laboratuvar koşullarında (25-30 °C) 120 gün boyunca fermentasyona bırakılmıştır.

Çizelge 1. Uçucu yağların kimyasal bileşenleri, %

Kekik		Tarçın	
Bileşen adı	Miktar	Bileşen adı	Miktar
Carvacrol	59.03	Cinnamaldehyde propilene glycol acetal	41.50
Thymol	12.04	Cinnamaldehyde	35.28
Para Cymen	6.37	Propilene glycol	2.76
Γ- Terpinen	3.86	Tanımlanamayan	19.66
Diğerleri	18.32		
Tanımlanamayan	0.32		
Toplam	100		100

Amonyak azotu (NH<sub>3</sub>-N), suda çözülebilir karbonhidrat (SÇK) ve pH değerleri Anonymous, (1986)'ya göre, laktik asit (LA) ve AA içerikleri Barker ve Summerson (1941) tarafından geliştirilen spektrofotometrik yöntemle göre belirlenmiştir. Başlangıç materyalinin tampon kapasitesi Playne ve McDonals (1996)'a göre belirlenmiştir. Uçucu yağların kimyasal bileşenleri ise gaz kromatografisi-kütle spektrofotometresi (GC/MS, HP 6890 GC/5973 MSD) ile E. Ü. İlaç Geliştirme & Farmakokinetik Araştırma-Uygulama Merkezi (ARGEFAR) laboratuvarında belirlenmiştir.

Weende analiz yöntemine göre silajların yapısındaki ham besin madde içerikleri olan kuru madde (KM), ham protein (HP), ham yağ (HY), ham selüloz (HS), ham kül (HK) ve

organik madde (OM) Bulgurlu ve Ergül (1978)'e göre belirlenmiştir. Van Soest ve ark. (1991)'na göre yemlerin hücre duvarı bileşenlerini oluşturan nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve asit deterjanda çözünmeyen lignin (ADL) içerikleri belirlenmiştir. Hemiselüloz ve selüloz hesap yolu ile bulunmuştur. Selülaz yöntemiyle (Naumann ve Bassler, 1993) örneklerin EÇOM miktarları bulunmuştur. Kimyasal analizler sonunda elde edilen sonuçlara göre aşağıdaki eşitlikler kullanılarak *in vitro* ME içerikleri hesaplanmıştır.

ME<sub>EÇOM</sub> \*\*MJ/kg KM=0.54+0.001987 HP+0.01537 EÇOM+0.000706 HY x HY-0.00001262 EÇOM x HK-0.00003517 EÇOM x HP (Jeroch ve ark, 1999)

HP, HY, HK, EÇOM değerleri g/kg KM içinde.  
ME<sub>HBM</sub>, ME, kcal/kg OM= 3260 + (0.455 x HP\* + 3.517 x HY\*)-4.037 x HS\* (TSE, 1991)

\*Değerler g/kg OM'dir.

ME<sub>NDF</sub>, kcal/kg KM=3381.9-19.98 x NDF\* (Kirchgessner ve ark., 1977)

ME<sub>ADF</sub>, \*\*MJ/kg KM= 14.70-0.150 x ADF\* (Kirchgessner ve Kellner, 1981)

ME<sub>ADL</sub>, kcal/kg KM=2764.4-102.73 x ADL\* (Kirchgessner ve ark., 1977)

\* NDF, ADF ve ADL değerleri % olarak alınmıştır \*\* ME içerikleri kilokaloriye çevrilmiştir.

Araştırma sonunda elde edilen veriler SPSS v.16 istatistik paket programının (SPSS Inc., 2007) GLM prosedüründe değerlendirilmiştir. Grup ortalamaları arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında Duncan testi kullanılmıştır (Efe ve ark., 2000).

## Araştırma Bulguları

Silajlara OA, KK, TRN ve KKTRN katılması HP oranını KON'a göre düşürürken (P<0.01) HS, NDF ve ADF içeriklerini artırmıştır (P<0.01). Yem bezelyesine katkı maddesi ilavesi KM içeriğini KON' a göre önemli

(P<0.01) düzeyde artırmıştır (Çizelge 2). Bu artış en yüksek TRN silajında % 25.68 belirlenirken bunu OA (%25.53) silajı takip etmiştir. KON'da ise KM içeriği %22.79 olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Bu dönemde silajların pH değerleri 5.18-5.70 arasında bulunmuştur. Silajlara OA, KK ve KKTRN ilavesi kuru madde kaybını (KMK) önlemede etkili olmamıştır. En düşük KMK %1.72 oranında KON grubunda, en yüksek ise %3.43 ile KKTRN grubunda gerçekleşmiştir (P<0.01). Bunun yanı sıra tüm silajlarda SÇK içeriklerinin önemli düzeyde farklı olduğu bulunmuştur (P<0.01).

KK, TRN ve KKTRN fermantasyonun son ürünleri olan LA ve AA konsantrasyonlarını önemli düzeyde düşürürken (P<0.01), NH<sub>3</sub>-N düzeyini artırmıştır (P<0.01).

Yem bezelyesine Kekik, Tarçın ve Kekik-tarçın katılması EÇOM miktarını artırmıştır (Çizelge 4). EÇOM miktarından yararlanılarak hesaplanan ME içerikleri OA, KK, TRN ve KKTRN silajlarında KON göre önemli düzeyde (P<0.01) yüksek bulunmuştur. Çizelge 4'den de görüldüğü gibi, farklı regresyon eşitlikleri kullanılarak hesaplanan ME içeriklerinin ME<sub>ADL</sub>'de dışında KON'da en yüksek olduğu belirlenirken ME<sub>ADL</sub>'de en yüksek KK grubunda belirlenmiştir (P<0.01).

Çizelge 2. Başlangıç materyali ve silajların ham besin maddesi ve hücre çeperi içerikleri, % KM

Grup	OM	HP	HY	HS	NÖM	HK	NDF	ADF	ADL	Hemiselüloz	Selüloz
BM	92.64	23.37	1.98	22.20	45.09	7.36	39.95	25.08	8.98	14.87	16.10
KON	92.04±0.01 <sup>A</sup>	22.60±0.02 <sup>a</sup>	2.71±0.06 <sup>b</sup>	23.66±0.09 <sup>a</sup>	43.07±0.04 <sup>c</sup>	7.96±0.01 <sup>B</sup>	37.67±0.08 <sup>c</sup>	26.36±0.06 <sup>d</sup>	8.94±0.13 <sup>c</sup>	11.31±0.14 <sup>d</sup>	17.42±0.08 <sup>c</sup>
OA	91.83±0.08 <sup>B</sup>	21.46±0.10 <sup>c</sup>	2.45±0.02 <sup>d</sup>	24.66±0.08 <sup>c</sup>	43.26±0.04 <sup>b</sup>	8.17±0.08 <sup>A</sup>	40.86±0.38 <sup>b</sup>	27.99±0.02 <sup>b</sup>	10.09±0.21 <sup>b</sup>	12.87±0.38 <sup>b</sup>	17.90±0.23 <sup>c</sup>
KK	91.82±0.02 <sup>B</sup>	21.91±0.04 <sup>b</sup>	2.58±0.22 <sup>c</sup>	24.15±0.01 <sup>d</sup>	43.17±0.01 <sup>bc</sup>	8.18±0.02 <sup>A</sup>	40.74±0.03 <sup>b</sup>	29.28±0.07 <sup>a</sup>	6.99±0.21 <sup>d</sup>	11.46±0.09 <sup>d</sup>	22.29±0.15 <sup>a</sup>
TRN	92.05±0.02 <sup>A</sup>	21.85±0.03 <sup>b</sup>	2.85±0.01 <sup>a</sup>	25.15±0.06 <sup>b</sup>	42.21±0.05 <sup>d</sup>	7.95±0.02 <sup>B</sup>	41.51±0.07 <sup>a</sup>	27.16±0.24 <sup>c</sup>	11.89±0.17 <sup>a</sup>	14.34±0.16 <sup>a</sup>	15.27±0.41 <sup>d</sup>
KKTRN	92.11±0.10 <sup>A</sup>	20.59±0.02 <sup>d</sup>	2.32±0.01 <sup>e</sup>	25.59±0.01 <sup>a</sup>	43.61±0.09 <sup>a</sup>	7.89±0.10 <sup>B</sup>	41.00±0.10 <sup>ab</sup>	28.86±0.19 <sup>a</sup>	9.33±0.09 <sup>c</sup>	12.14±0.14 <sup>c</sup>	19.52±0.10 <sup>b</sup>
P	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

BM:Başlangıç materyali, OA:Organik acid, KK:Kekik, TRN:Tarçın, KKTRN:Kekik+tarçın, OM: Organik madde, HP:Ham protein, HY:Ham yağ, HS:Ham selüloz, NÖM:N'siz öz madde, HK:Ham kül, NDF:Nötr çözünürde çözünmeyen lif, ADF:Asit çözünürde çözünmeyen lif, ADL:Asit çözünürde çözünmeyen lif. <sup>a,b,c</sup>: Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05).

Çizelge 3. Başlangıç materyali ve silajların kimyasal analiz sonuçları

Grup	KM (%)	pH	SÇK (g/kg DM)	LA (g/kg KM)	AA (g/kg KM)	NH <sub>3</sub> -N (g/kg TN)	KMK (%)
BM	31.17	6.06	38.02	-	-	-	-
KON	22.79±0.16 <sup>d</sup>	5.18±0.01 <sup>B</sup>	6.94±0.00 <sup>d</sup>	45.26±1.13 <sup>a</sup>	26.96±0.20 <sup>a</sup>	99.08±0.28 <sup>d</sup>	1.72±0.20 <sup>b</sup>
OA	25.53±0.13 <sup>ab</sup>	5.70±0.14 <sup>A</sup>	6.43±0.06 <sup>c</sup>	32.93±1.48 <sup>b</sup>	24.11±0.19 <sup>b</sup>	89.16±0.30 <sup>c</sup>	3.40±0.23 <sup>a</sup>
KK	25.08±0.23 <sup>bc</sup>	5.50±0.01 <sup>A</sup>	7.45±0.06 <sup>c</sup>	30.52±2.18 <sup>b</sup>	19.63±0.41 <sup>d</sup>	131.21±0.21 <sup>c</sup>	3.41±0.24 <sup>a</sup>
TRN	25.68±0.06 <sup>a</sup>	5.49±0.06 <sup>A</sup>	9.28±0.06 <sup>a</sup>	23.99±0.97 <sup>c</sup>	22.95±0.10 <sup>c</sup>	136.85±0.10 <sup>b</sup>	1.93±0.07 <sup>b</sup>
KKTRN	25.02±0.10 <sup>c</sup>	5.51±0.03 <sup>A</sup>	8.51±0.30 <sup>b</sup>	28.09±1.31 <sup>bc</sup>	19.24±0.22 <sup>d</sup>	144.13±0.23 <sup>a</sup>	3.43±0.01 <sup>a</sup>
P	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

BM:Başlangıç materyali, OA:Organik acid, KK:Kekik, TRN:Tarçın, KKTRN:Kekik+tarçın, KM:Kuru madde, SÇK:Suda çözülebilir karbonhidrat, LA:Laktik asit, AA:Asetik asit, NH<sub>3</sub>-N:Amonyak azotu, KMK: Kuru madde kaybı., <sup>a,b,c</sup>: Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.01), <sup>A,B,C</sup>: Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05).

Çizelge 4. Başlangıç materyali ve silajların EÇOM ve ME içerikleri, Kcal/kg KM

Grup	EÇOM (% DM)	ME <sub>EÇOM</sub>	ME <sub>HBM</sub>	ME <sub>NDF</sub>	ME <sub>ADF</sub>	ME <sub>ADL</sub>
BM	64.36±0.23 <sup>B</sup>	1348±6.36 <sup>c</sup>	2244±5.49 <sup>a</sup>	2629±1.69 <sup>a</sup>	2569±2.04 <sup>a</sup>	1846±12.89 <sup>b</sup>
KON	64.31±0.17 <sup>B</sup>	1376±5.46 <sup>b</sup>	2182±6.25 <sup>c</sup>	2566±7.56 <sup>b</sup>	2510±0.75 <sup>c</sup>	1727±21.64 <sup>c</sup>
OA	65.26±0.16 <sup>A</sup>	1380±5.24 <sup>b</sup>	2209±0.40 <sup>b</sup>	2568±0.52 <sup>b</sup>	2464±2.38 <sup>d</sup>	2046±21.11 <sup>a</sup>
KK	64.41±0.14 <sup>AB</sup>	1398±2.31 <sup>b</sup>	2185±2.87 <sup>c</sup>	2553±1.49 <sup>c</sup>	2540±8.43 <sup>b</sup>	1543±17.53 <sup>d</sup>
TRN	65.64±0.86 <sup>A</sup>	1436±15.93 <sup>a</sup>	2145±3.20 <sup>d</sup>	2563±1.90 <sup>bc</sup>	2479±6.70 <sup>d</sup>	1805±9.69 <sup>b</sup>
P	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

BM:Başlangıç materyali, OA:Organik acid, KK:Kekik, TRN:Tarçın, KKTRN:Kekik+tarçın, <sup>abc</sup>: aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.01), <sup>A,B,C</sup>: Aynı sütunda bulunan farklı harfler önemlidir (P<0.05).

## Tartışma

Formik ve propiyonik asit fermantasyon inhibitörü olarak silaj yapımında en çok kullanılan silaj katkı maddeleridir. Bunlar silo içerisinde ya aerobik ya da anaerobik dönemde mikroorganizmaların gelişmesini inhibe ederek etki gösterirler (Kurtoğlu, 2011). Farklı dönemlerde hasad edilen yem bezelyesine 2/1 oranında formik ve propiyonik asit karışımı ilave eden Rondahl ve ark., (2011), 102 günlük silolama sonunda açılan silajlarda pH'nın 3.8-4.7 arasında değiştiğini bildirmektedir. Bizim bulgularımız (5.18-5.70) Rondahl ve ark., (2011)'nin bildirdiği değerlerin üzerindedir. Baklagiller gibi SÇK bakımından fakir olan bitkilerde, süt asidi oluşumu için koşullar elverişli olmadığı gibi proteince zengin ve parçalanma ürünleri bazik reaksiyonlu olduğundan, siloda pH'nın düşerek ortamın asidik olması zorlaşır.

Rondahl ve ark., (2011) yem bezelyesi silajlarının KM içeriğinin %14.5-18.5 arasında değiştiğini belirlerken, araştırmada %20.59-22.60 arasında belirlenmiştir. Bulgularımızın Rondahl ve ark., (2011)'dan yüksek olması, vejetasyon dönemi farkından ya da yapılan soldurmadan kaynaklanmış olabilir. KON ve TRN silajlarının KM kayıplarının benzer bulunması, diğer muamelelerde ise yüksek oluşu paketlemeden kaynaklanmış olabilir. Rondahl ve ark., (2011) OA katılan yem bezelyesi silajlarında SÇK içeriklerinin 0.7-104.0 g/kg KM arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmada belirlenen SÇK içerikleri Rondahl ve ark., (2011)'nin bildirişleriyle uyumludur.

Rondahl ve ark. (2011)'nin çalışmasında, yem bezelyesine katılan OA miktarındaki artmaya paralel olarak AA ve NH<sub>3</sub>-N düzeyinde düşme ortaya çıkmıştır. Formik asit kaba yemlerdeki azotlu bileşiklerin proteolizisi ve deaminasyonunda azalmayla etki gösterir (Mc Donald ve ark., 1991). Timol ve karvakrol gibi fenolik yapılu 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). Ancak, araştırmada kullanılan kekik uçucu yağında temel bileşen olarak %59.03 karvakrol ve %12.04 oranında timol bulunmasına karşın, silolamanın 120. gününde açılan silajlarda pH ve NH<sub>3</sub>-N düzeyinin KON'a göre yüksek oluşu söz konusu bileşenlerin depolamaya bağlı olarak antimikrobiyal aktivitesinde düşme olmasından kaynaklanmış olabilir. Bununla birlikte, paketleme sırasında streç film katının yetersizliği (2-3) ve son olarak bir kat da bant geçilmemiş olması, uçucu yağların silajdan uçmasına neden olmuş olabilir. KON

grubunun KMK'sının muamelelerden düşük olması da bu olasılığı güçlendiriyor.

Silajlarda sarılan streç kat sayısını artırmanın örtü materyalinin gaz geçirmezliğini artırarak, daha etkin bir silaj fermantasyonunun oluşmasına yardımcı olduğu, üretilen silajın içerdiği maya ve küf sayılarının da düşük olduğu bilinmektedir. Yonca balyaları ile yapılan bir çalışmada, 2 kat streçlenmiş film ile sarmanın Amerika koşullarında 5 aylık silolama süresince yetersiz, 4 ya da 6 kat sarmanın ise fermantasyon özelliklerini benzer şekilde etkilemiştir (Hancock ve Collins, 2006). Başka bir çalışmada, 286, 321 ve 434 g/kg KM'li çayır silajlarını 2 kat sarma ile KM sindirilebilirliğinin düşerek silaj kalitesinin bozulduğu, 4 ve 6 kat sarılanlarda fermantasyon özelliklerinin birbirine benzer olduğu, 6 kat sarılanların ise bozulmuş silaj yüzeylerinin daha az olduğu bildirilmiştir (Keleş ve ark., 2009).

Rondahl ve ark., (2011) formik ve propiyonik asit katılarak 103 günlük silolanan bezelye silajlarında HP içeriğinin %24.6-27.3, HK %5.4-13.6 arasında değiştiğini bildirmektedir. Bizim çalışmamızda silolamanın 120. gününde açılan silajlarda belirlenen HP miktarları Rondahl ve ark., (2011)'nin altında, HK miktarları ise benzer bulunmuştur.

Kolay çözülebilir karbonhidratça zengin yemlerde formik asidin kullanımı ile laktat fermantasyonu şekillenmektedir. Asetik asit üretiminin azalması sonucu istenilen düzeyde bir fermantasyon gerçekleşmektedir. Yüksek düzeyde formik asidin kullanılmasıyla karbonhidrat içeriği yüksek silajlarda, polisakaritlerin hidrolizi sonucu şeker artışı olmaktadır (Mc Donald ve ark., 1991). Oysa bu araştırmada muamele gruplarının NDF, ADF ve SÇK içerikleri KON'a göre yüksek bulunurken, LA ve AA içerikleri düşük bulunmuştur.

Filya ve ark. (2004) formik asit temeline dayalı koruyucuların (FAT) mısır silajlarının KM ve OM parçalanabilirliklerini artırdığını, araştırmacılar bu durumu FAT'ın antimikrobiyal etkisiyle silaj mikroorganizmalarının (maya, küf, enterobacter ve clostridia) gelişimini engellemesinden kaynaklanmış olmasıyla açıklamıştır. Başka bir çalışmada formik asitin domuz ayrığı ve yonca silajlarının KM sindirilebilirliğini artırdığı bildirilmiştir (Nadeau ve ark., 2000). Soycan-Önenç ve ark. (2015) kekik ve tarçın uçucu yağlarının 60. günlük depolamada yem bezelyesinin EÇOM içeriklerini etkilemediğini, bu araştırmada ise TRN ve KKTRN'in EÇOM'u arttırdığı bulunmuştur. Turan (2015) kimyon uçucu yağının formik asite benzer etki gösterdiğini ve EÇOM'un kontrol grubuna göre arttığını bildirmiştir. Bu

araştırmada, EÇOM miktarından yararlanılarak hesaplanan ME içerikleri OA, KK, TRN ve KKTRN silajlarında KON'a göre, Turan (2015)'in çalışmasıyla benzer şekilde yüksek bulunmuştur.

Farklı regresyon eşitlikleri kullanılarak hesaplanan ME içeriklerinin ME<sub>ADL</sub>'nin dışında KON'da yüksek oluşu, Turan (2015)'nin bulgularından farklıdır. Bunun nedeni kullanılan uçucu yağların, ME eşitliklerinde kullanılan ham besin madde içeriklerini özellikle de NDF, ADF ve ADL gibi hücre çeperi fraksiyonlarına olan etkisiyle açıklanabilir.

Silajlarda kullanılan katkı maddelerinin etkisi genellikle silajın pH, NH<sub>3</sub>-N, LA, AA ve bütirik asit içeriği gibi fermentasyon kriterlerine bakılarak belirlenir (Spoelstra, 1991). Söz konusu kriterlere bakılarak kullanılan katkı maddesi fermentasyon uyarıcı, fermentasyon ve aerobik bozulmayı engelleyici, substrat yani besin maddesi ya da absorbanlar grubunda değerlendirilir (Mc Donald ve ark., 1991). Bu araştırmada kullanılan kekik ve tarçın uçucu yağının silaj katkıları arasında hangi grup içerisinde değerlendirilebileceğini söylemek henüz mümkün değildir. Bilindiği gibi formik asit fermentasyonu engelleyici etki gösterirken propiyonik asit aerobik bozulmayı engelleyici etki göstermektedir (McDonald ve ark., 1991). Bir fenol olan timol hücre membranlarındaki membran proteinlerini parçalar, H<sup>+</sup> ve K<sup>+</sup> gibi katyonların geçirgenliğini değiştirerek hücrenin temel görevlerinin aksamasına neden olur. Hücre içi öğelerin hücre dışına çıkmasını sağlar, su dengesinin bozulması sonucu hücre ölür. Bu etki yolu nedeniyle fenollere direnç gelişemez (Ultee ve ark., 2002). Uçucu yağların etki mekanizmaları dikkate alındığında, fermentasyonu ya da aerobik bozulmayı engelleyici gruplardan birinde yer alacaktır.

## Sonuç

Araştırmada kullanılan kekik ve tarçın uçucu yağı, yem bezelyesi silajlarının 120 gün silolanmasında AA ve EÇOM içeriklerini olumlu yönde etkilemiştir. Ancak, araştırmanın bütün sonuçları birarada değerlendirildiğinde, silajların sarıldığı kat sayılarının arttırılarak çalışmanın tekrarlanması gerektiği olduğu sonucuna varılmıştır.

## Teşekkür

Bu araştırma Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Projeleri NKUBAP.00.24.AR.11.04. no lu projeye desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- Anonymous, 1986. The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: 427- 428 p, London.
- Ateş E. 2012. The mineral, amino acid and fiber contents and forage yield of field pea (*Pisum Arvense* L.), fiddleneck (*Phacelia Tanacetifolia* Benth.) and their mixtures under dry land conditions in the Western Turkey. Romanian Agricultural Research 29:237-244.
- Barker SB, Summerson WH. 1941. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. Journal of Biological Chemistry 138:535-554.
- Bulgurlu Ş, Ergül M. 1978. Yemlerin fiziksel kimyasal ve biyolojik analiz metotları. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Baskı Yayın No: 127, İzmir.
- 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. Journal of Science Food Agriculture 92:906-915.
- Covan MM. 1999. Plant products as antimicrobial agents. Clinal Microbiology Reviews 12:564-582.
- Driehuis F, Oude Elferink SJWH, Spoelstra S F.1999. Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. Journal of Applied Microbiology 87:583-594.
- Efe E, Bek Y, Şahin M. 2000. SPSS'te çözümleri ile istatistik yöntemler II. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Yayın No:73, Ders Kitabı Yayın No:9.
- Ergül M. 2002. Yemler bilgisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Baskı Yayın No: 487, İzmir.
- Fernandes GM, Possentib RA, Mattosc WT, Schammasd EA, Juniore EF. 2013. *In situ* degradability and selected ruminal constituents of sheep fed with peanut forage hay. Archives of Animal Nutrition 67(5):393-405.
- Filya İ. 2000. Silaj kalitesinin artırılmasında yeni gelişmeler. International Animal Nutrition Congress 2000. S243-250.
- Filya İ, Sucu E, Hanoğlu H. 2004. A research on the quality characteristics and nutritive value of small plastic bale maize silages ensiled with biological silage additives and their use in lamb fattening. Ankara Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 10(2):158-162.

- Jeroch H, Drochner W, Simon O. 1999. Nutrition on farm livestock. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart. 525 p.
- Hancock DW, Collins M. 2006. Forage preservation method influences alfalfa nutritive value and feeding characteristics. *Crop Science* 46: 688-694.
- Helander I M, Alakomi H-L, Latva-Kala K, Mattila-Sandholm T, Pol I, Smid EJ, Gorris LGM, Von Wright A. 1998 Characterization of the action of selected essential oil components on gram-negative bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46:3590-3595.
- Henderson N. 1993. Silage additives. *Animal Feed Science and Technology* 45: 35-56.
- Kirchgessner M, Kellner RJ, Roth FX, Ranfft K. 1977. Zur schätzung des futterwertes mittels rohfaser und der zellwandfraktionen der detergentien-analyse. *Landwirtschaft Forschung*. 30:245-250.
- Kirchgessner M, Kellner RJ. 1981. Schätzung des energiegehaltes futterwerttest von grün-und rauhfutter durch die cellulase methode. *Landwirtschaft Forschung* 34 (4):276-281.
- Keles G, O'Kiely P, Lenehan JJ, Forristal PD. 2009. Conservation characteristics of baled grass silages differing in duration of wilting, bale density and number of layers of plastic stretch-film. *Irish Journal of Agricultural Food Research* 48: 21-34.
- Kung JL, 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. *Journal of Dairy Science* 91:4793-4800.
- Kurtoğlu V. 2011. Silaj ve silaj katkıları. Aybil Yayınevi, Konya.
- McDonald P, Henderson AR, Heron SJE. 1991. The biochemistry of silage. sekond edition p.340, Chalcombe publication, Marlow, England.
- Nadeau EMG, Buxton DR, Russell JR, Allison MJ, Young JW. 2000. Enzyme, bacterial inoculant, and formic acid effects on silage composition of orchardgrass and alfalfa. *Journal of Dairy Sci* 83:1487-1502.
- Naumann C, Bassler R. 1993. Methoden Buch, B. III. Die chemische untersuchung von futtermitteln. VDLUFA- Verlag, Darmstadt.
- Playne MJ, McDonald P. 1966. The buffering constituent of herbage and silage. *Journal of Science Food Agriculture* 17: 264-268.
- Rondahl T, Bertilsson J, Martinsson K. 2011. Effects of maturity stage, wilting and acid treatment on crude protein fractions and chemical composition of whole crop pea silages (*Pisum sativum* L.). *Animal Feed Science and Technology* 163:11-19.
- Soycan-Önenç S, Koç F, Coşkuntuna L, Özdüven ML, Gümüş T. 2015. The effect of oregano and cinnamon essential oils on fermentation quality and aerobic stability of field pea silages. [Asian-Austrasian Journal of Animal Science](#) 28(9):1281-1287.
- Spoelstra SF. 1991. Chemical and biological additives in forage conservation. Eds: Pahlow G. and Honig H. In *Forage Conservation Towards 2000*. Institut Grassland Forage Research, Braunschweig, Germany. pp. 48-70.
- SPSS Inc., 2007. SPSS for Windows, Version 16.0. Chicago, SPSS Inc.
- TSE 1991. Hayvan yemleri- metabolik (çevrilebilir) enerji tayini (kimyasal - metod). TS 9610, Aralık 1991, Ankara.
- Turan A. 2015. Kimyon uçucu yağının yonca silajının fermantasyon kalitesi ve aerobik stabilitesi üzerine etkisi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Ultee A, Bennik HJ, Moezelaar R. 2002. The phenolic hydroxyl group of carvacrol is essential for action against the food-borne pathogen. *Bacillus cereus*. *Applied Environmental Microbiology* 3: 1561-1568.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Method for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583-3597.
- Woolford MK. 1990. A review, the detrimental effects of air on silage. *Journal of Applied Bacteriology* 68:101-106.