

	<p>Tarım Bilimleri Dergisi Tar. Bil. Der.</p> <p>Dergi web sayfası: www.agri.ankara.edu.tr/dergi</p>	<p>Journal of Agricultural Sciences</p> <p>Journal homepage: www.agri.ankara.edu.tr/journal</p>
---	--	---

## Hasıl ve Fermente Mısır Silajlarının Ham Besin Maddesi İçeriği ve Kalitesine Paketleme Basıncı ve Depolama Süresinin Etkileri

Bülent ÇAKMAK<sup>a</sup>, Harun YALÇIN<sup>a</sup>, Hamdi BİLGEN<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, TÜRKİYE

### ESER BİLGİSİ

Araştırma Makalesi – Tarım Teknolojileri

Sorumlu Yazar: Bülent ÇAKMAK, E-posta: bulent.cakmak@ege.edu.tr, Tel: +90 (232) 311 15 05

Geliş Tarihi: 09 Ocak 2012, Düzeltmelerin Gelişi: 25 Ocak 2013, Kabul: 22 Mart 2013

### ÖZET

Bu çalışma silajların ham besin maddeleri miktar ve kalitelerine silaj materyali tipi, paketleme basıncı ve depolama süresinin etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bunun için 2 farklı kıyma boyunda hasıl mısır (A: 13 mm ve B: 17 mm) ve geleneksel siloda 2 ay fermente olmuş mısır (C) bir paketleme tesisinde 130, 150 ve 160 bar basınç altında 40 kg'lık polietilen torbalar kullanılarak paketlenenler sonra 2, 4, 6 ve 12 ay süre depolanmıştır. Her depolama süresi sonunda silajların ham protein (HP), ham selüloz (HS), ham kül (HK), ham yağ (HY), metabolik enerji (ME), kuru madde (KM), asetik asit (AA), bütirik asit (BA) ve laktik asit (LA) düzeyleri, pH değerleri ve Flieg puanları saptanmıştır. Silajların HP ( $P<0.05$ ), HS ( $P<0.01$ ), HK ( $P<0.01$ ), HY ( $P<0.01$ ), ME ( $P<0.01$ ) ve KM ( $P<0.01$ ) düzeyleri silaj materyali tipine bağlı olarak değişmiştir. Depolama süresi HS ve ME düzeylerini etkilememiş, HP ( $P<0.01$ ), HK ( $P<0.01$ ), HY ( $P<0.01$ ) ve KM ( $P<0.01$ ) düzeylerini etkilemiştir. Paketleme basıncının ise silajların HP, HS, HK, HY, ME ve KM düzeylerine etkisi olmamıştır. Silajların AA ( $P<0.01$ ) ve LA ( $P<0.05$ ) düzeyleri ve pH değerleri ( $P<0.01$ ) silaj materyali tipine bağlı olarak değişirken BA düzeylerinde bir farklılık saptanmamıştır. Paketleme basıncı silajların AA, LA ve BA düzeylerini ve pH değerlerini de etkilememiştir. AA ( $P<0.01$ ) ve BA ( $P<0.05$ ) düzeyleri ve pH değerleri ( $P<0.01$ ) depolama süresine bağlı olarak değişmiş, LA düzeyi ise değişmemiştir. Silaj materyali tipi ( $P<0.05$ ) ve depolama süresi ( $P<0.01$ ) Flieg puanlarını etkilemiştir. Bu çalışma, silajlık hasıl mısırın kıyıldıktan sonra 150 bar basınç altında hemen paketlenmesi ve 4 ay depolanması ile yüksek besin içerikli-çok iyi kalitede silaj elde edilebileceğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Mısır; Paketleme; Silaj; Yem Kalitesi; Flieg puanı

## The Effect of Packing Pressure and Storage Duration on the Crude Nutrient Content and the Quality of Silages Made from Green and Fermented Corn

### ARTICLE INFO

Research Article – Agricultural Technologies

Corresponding Author: Bülent ÇAKMAK, E-mail: bulent.cakmak@ege.edu.tr, Tel: +90(232) 311 15 05

Received: 09 January 2012, Received in Revised Form: 25 January 2013, Accepted: 22 March 2013

## ABSTRACT

This study was carried out to determine the effects of silage material type, packing pressure and storage duration on crude nutrients contents and qualities of silages. Therefore, 2 different sized copped green corn (A: 13 mm and B: 17 mm) and 2-month-fermented corn (C) in a conventional silo were packed under the pressures of 130, 150 and 160 bar into 40 kg capacity polythene bags and then stored for 2, 4 and 12 months in a packing plant. Crude protein (CP), crude cellulose (CC), crude ash (CA), crude fat (CF), metabolic energy (ME), dry matter (DM), acetic acid (AA), butyric acid (BA) and lactic acid (LA) levels, pH values and Flieg scores of silages were determined at the end of every storage duration. There were significant differences in CP ( $P<0.05$ ), CC ( $P<0.01$ ), CA ( $P<0.01$ ), CF ( $P<0.01$ ), ME ( $P<0.01$ ) and DM ( $P<0.01$ ) levels of silages at different silage material types. Storage duration affected CP ( $P<0.01$ ), CA ( $P<0.01$ ), CF ( $P<0.01$ ) and DM ( $P<0.01$ ) levels of silages, whereas no significant differences were detected in CC and ME levels of silages between storage durations. Packing pressure did not affect CP, CC, CA, CF, ME and DM levels. AA ( $P<0.01$ ) and LA ( $P<0.05$ ) levels and pH values ( $P<0.01$ ) changed depending on silage material type, whereas silage material type did not affect BA levels. Packing pressure did not also affect AA, LA and BA levels and pH values. Storage duration affected AA ( $P<0.01$ ) and BA ( $P<0.05$ ) levels and pH values ( $P<0.01$ ), whereas no significant differences were found in LA levels between storage durations. Flieg scores were affected by silage material type ( $P<0.05$ ) and storage duration ( $P<0.01$ ). This study demonstrated that the best quality silage with high nutrient content can be obtained from green corn that were packed under 150 bar pressure immediately after copped and stored for 4 months.

Key words: Corn; Packing; Silage; Feed quality; Flieg score

© Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi

## 1. Giriş

İnsanların beslenmesinde et, süt, yumurta gibi hayvansal ürünlerin önemi büyüktür. Ülkemizdeki hayvancılık işletmelerinin ana girdilerinin önemli bir bölümünü (% 50-70) yem giderleri oluşturmaktadır (Görgülü 2012). Özellikle yüksek verimli hayvanların ekonomik beslenmesinde kaliteli kaba yemler önemli bir rol oynamaktadır. Süt sığırlarının günlük toplam yem ihtiyacının yaklaşık yarısı kaba yemlerden karşılanmalıdır. Böylece hayvanın sindirim sisteminin düzgün çalışması ve oluşan besin dengesiyle nitelikli ve bol ürün alınması sağlanabilir.

Kaliteli bir mısır silajı enerji bakımından oldukça zengin olup, diğer yemlere göre lezzetli, sulu ve besleyicidir. Ayrıca ekonomik bir yem olduğundan et ve süt maliyetindeki yem girdisinin payını önemli ölçüde düşürebilir.

Son dönemlerde paket veya balya silajı kullanımı hızla yaygınlaşmaktadır. Paket silaj kullanımı silaj yapma olanağı olmayan küçük ölçekli hayvancılık işletmelerinin ihtiyaçlarını ekonomik bir şekilde karşılamasının yanında, silaj yapımı için tarla,

ekipman ve eleman tahsis etmek istemeyen büyük işletmeler için de cazip görünmektedir. Dünyadaki silaj hazırlama sistemlerindeki eğilimleri inceleyen Muck & Shinnars (2001) balya silajının gelecekte de artarak devam etmesinde, sıkıştırma işleminin etkinliğinin, hava şartlarına bağlı olmayışının ve hasat işlemindeki esnekliğin önemli rolü olduğunu belirtmektedirler.

Kule tipi silaj silolarında yüksek yoğunluk sağlanarak kuru madde oranına bağlı olarak porozite azaltılmaya çalışılmaktadır. Porozitenin yüksek olması durumunda, silo içinde depolama ve yemleme sırasında önemli bozulma ve kayıplar oluşmaktadır (Holmes & Muck 2007). Ruppel (1992) mısır silajında yoğunluk ve kuru madde kayıplarını ölçmüş, yoğunluk arttıkça kuru madde kaybının aynı oranda azaldığını belirlemiştir. Bununla beraber iyi bir sıkıştırma aerobik fazın süresini kısaltmakta ve fermentasyon için daha fazla şeker bırakılmasını sağlamaktadır. Savoie et al (2002) mısır silajı yapımında hasat sırasında mısırın nem düzeyi, kıyma boyutu ve paketleme basıncının silajın pH değeri ve silo suyu çıkışı üzerinde etkili olduğunu vurgulamaktadır.

Czeslaw & Kostyra (2003) sıkıştırma derecesinin nem ve kuru madde oranına bağlı deneysel modellerini geliştirmişlerdir. Bu modellerde nem artışına bağlı olarak ürünün yoğunluğunun arttığı ve materyal boyunun küçülmesinin sıkıştırılmış ürün yoğunluğunun artmasına neden olduğu görülmektedir. Ayrıca kıyılmış, taneli ve başka özelliklere sahip birçok tarımsal ürünün sıkıştırılması, ürünün depolanmasında ve taşınmasında daha az yer kaplamasını ve daha etkin bir şekilde kullanımını sağlamaktadır (Mohsenin 1986).

Silaj yapımında sıkıştırma basıncının az olması kuru madde kayıplarını artırır. Ayrıca düşük sıkıştırma basıncı silaja konulan olgunlaştırma amaçlı katkı maddelerinin etkisini azaltır. İdeal sıkıştırma basıncı değeri olarak  $240 \text{ kg m}^{-3}$  öngörülmektedir (Adesogan & Newman 2010). Mısır silajı için ideal kıyım boyu 9.5-12.5 mm ve kuru madde oranı % 30-35'tir. Sıkıştırmayı etkileyen 5 temel faktör; traktör ağırlığı, sıkıştırma süresi, kuru madde oranı, sıkıştırılan katman kalınlığı ve ürün taşıma hızı olarak belirlenmiştir (Jones et al 2004).

Johnson et al (2005) laboratuvarında 4 farklı vakum değeri ile paket silaj hazırlayıp yoğunluklarını ölçmüş ve fermantasyon döneminde pH değişimini incelemişlerdir. Araştırmacılar vakum uygulaması yapılan örneklerde, yapılmayanlara göre pH değerlerinin daha hızlı bir şekilde düştüğünü ve bir süre sonra stabilize olduğunu belirlemişlerdir.

Charmley & Firth (2004) çarpmalı tip biçme düzenli ve kıyıcı tip makinalarla hasat edilen ürünlerle yüzeysel silaj, silindirik balya makinaları ile de balya silajı olmak üzere 3 değişik biçimde silaj yapmışlardır. Elde edilen silajların et sığırlarının performansına etkisini araştıran Charmley & Firth (2004) sıkıştırma oranları ve birim hacim değerlerinin yüksek olması nedeniyle balya silajlarının sindirilebilirlik ve kilo kazancı açısından yüzeysel siloda elde edilen silajlara göre daha üstün olduklarını belirlemişlerdir.

Hayvan varlığı 3-5 baş arasında olan küçük işletmelerin silajdan yararlanabilmesi için silajın paketlenmesi önemli bir çözüm olarak görülmektedir.

Silajın paketlenmesi ile ilgili çalışmaların 1992 yılında Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde başladığı bildirilmektedir (Çakmak & Yalçın 2005). Bilgen et al (1992) ambalajlanan silajlık kıyılmış mısır materyalinin biyolojik yapısı ve besin değerini araştırmışlar, ambalajlamanın ülkemizde uygulanabilirliğini ortaya koymuşlardır. Bilgen et al (1997) ot balya silajı yapım mekanizasyonu ile ilgili çalışmalar da yürütmüşlerdir. Yakın geçmişte bazı girişimciler ve sivil toplum kuruluşları çeşitli projeler aracılığı ile silajın paketlenerek hedef kitleye ulaştırılmasını sağlamışlardır. Bu konuda yapılan çalışmalardan biri ÖR-KOOP-Nazilli ve Çevresi Tarımsal Kalkınma Kooperatifi bünyesinde işletilen sabit bir silaj paketlenme tesisidir (Çakmak et al 2007).

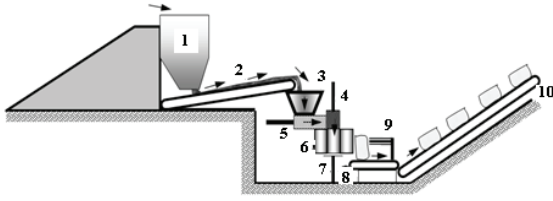
Ege Bölgesi'ndeki mısır balya silajı yapım yöntemlerinden biri geleneksel siloda fermente olan mısır silajının paketlenmesidir. Silajın paketlenme sırasında hava ile temas etmesinin yanı sıra kullanımı sırasında da hava ile teması söz konusu olmaktadır. Bu durumdaki silajın yem kalitesinde nasıl bir değişim olacağı bilinmemektedir. Bu çalışmada bu soruya yanıt aramak amacıyla fermente mısır ve 2 farklı boyda kıyılmış taze mısırın farklı sıkıştırma (paketlenme) basınçları altında paketlenerek olgunlaştırılması ile elde edilen silajların 2, 4, 6 ve 12 aylık depolama süresi sonundaki yem besin maddelerinin düzeyleri ve kaliteleri araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Silaj paketlenme tesisi ve paketlenme malzemesi

Araştırma ÖR-KOOP-Nazilli ve Çevresi Tarımsal Kalkınma Kooperatifi bünyesinde kurulmuş bir tesiste yürütülmüştür. Geleneksel silodaki mısır silajının polietilen torbalara doldurulup sızdırmaz şekilde paketlenmesi amacıyla kurulmuş bu tesisin taze kıyılmış materyalin paketlenmesinde de kullanılabileceği öngörülmüştür.

Sabit bir sistem olarak kurulmuş bu paketlenme tesisi türünün ilk örneklerindedir. Sistem içindeki tüm donanım elektrik enerjisiyle çalışmaktadır. Ürün hattında kesiksiz çalışacak şekilde tasarlanmış tesis temel olarak 10 ana bölümden oluşmaktadır (Şekil 1).



**Şekil 1- Silaj paketleme tesisinin şematik gösterimi: 1, ürün deposu; 2, uzun taşıma elevatörü; 3, tartım ünitesi; 4, sıkıştırma hücresi; 5, itici hazne; 6, sıkıştırma kovanı; 7, hareketli alt destek platformu; 8, kısa taşıma elevatörü; 9, termik yapıştırma ünitesi; 10, yükleme elevatörü (Çakmak et al 2007)**

*Figure 1- Schematic representation of the silage packaging plant: 1, product tank; 2, long transport elevator; 3, weighing unit; 4, compression chamber; 5, driving chamber; 6, compression bucket; 7, movable bottom support platform; 8, short elevator; 9, thermal bonding unit; 10, loading elevator (Çakmak et al 2007)*

Paketlemede kullanılan malzeme alçak yoğunluklu polietilen (PE LD) polimerdir. Film halinde ( $250 \mu\text{m} \pm 10 \mu\text{m}$ ) PE'den üretilen örtünün bir tarafı açık kalacak şekilde üç tarafı termik olarak birbirine yapıştırılarak bir torba oluşturulmuştur. Torbanın açık olan tarafı, tesisdeki doldurma kovanına geçirilmekte ve paket doldurulduktan sonra yine termik olarak veya esnek polimer kaytan kullanılarak hızlı ve sızdırmaz bir şekilde kapatılmaktadır. Üretilen paketler ortalama 40 kg silaj alacak şekilde hazırlanmıştır. Böylece kısa mesafeli taşıma, depolama, aktarma ve açıp boşaltma işlemleri bir kişi tarafından kolayca yapılabilmektedir.

## 2.2. Kıyılmış hasıl mısır (A ve B) ve fermente olmuş mısır (C)

Araştırmanın materyalini oluşturan silajlık mısır bitkileri, ÖRKOOP'a bağlı işletmeden temin edilmiştir. Bu işletmenin üretim tarlasının toprağı tınlı, ortalama organik madde içeriği % 1.4, pH'sı 7.84, porozitesi % 53.4 olup, yörenin yıllık yağış miktarı 611 mm'dir.

Silajlık mısır üretimi için Pioneer 3167 mısır çeşidi kullanılmış, sıra arası 70 cm, sıra üzeri ise 13 cm olacak şekilde ekim gerçekleştirilmiştir. Ekim

öncesi taban gübresi olarak  $50 \text{ kg da}^{-1}$ , 15-15-15 ve üst gübre olarak  $30 \text{ kg da}^{-1}$  Amonyum Nitrat (% 26 N) uygulanmıştır.

İki farklı tarihte hasat olgunluğuna gelen (hamur olum dönemi) mısır bitkileri tek sıralı farklı mısır silaj makineleri ile hasat edilmiştir. Böylece hasıl mısırdaki 13 mm ve 17 mm olmak üzere 2 farklı kıyma boyunda deneme silaj materyali elde edilmiştir. Bu materyaller hasat sonrası hemen paketleme tesisine alınmış ve A ve B harfleriyle (A: 13 mm kıyma boyu ve % 28 KM, ve B: 17 mm kıyma boyu ve % 30 KM) kodlanmışlardır (Çizelge 1). Denemenin üçüncü silaj materyali ise geleneksel olarak hazırlanarak fermentasyon süresini tamamlamış ve tesise yakın yüzeysel silodan alınmış fermente mısır silajı (C)'dir.

## 2.3. Paketleme

Tesise getirilen hasıl ürünler (A ve B) ile fermente mısır (C) bekletilmeden paketlenmiştir. Ürünlerin paketlenmesi işleminde farklı paketleme basıncı değerleri (bar) elde etmek amacıyla tesisin kontrol ünitesi önce 130 bar ( $133 \text{ kgf cm}^{-2} = 13 \text{ MPa}$ ), sonra 150 bar ( $153 \text{ kg cm}^{-2} = 15 \text{ MPa}$ ) ve son olarak 160 bar ( $163 \text{ kgf cm}^{-2} = 16 \text{ MPa}$ ) değerine ayarlanmıştır. İşletmede normal paketleme basıncı değeri olarak 150 bar kullanılırken, tesisin kesintisiz uygulayabildiği en yüksek paketleme basıncı değeri olarak 160 bar araştırmada denenmiştir. 130 bar ise sıkıştırılan ürünün kovan hacminin dışına taşmaması koşuluyla kullanılan en düşük paketleme basıncı değeri olarak seçilmiştir.

## 2.4. Paketleme öncesi ve sonrası yapılan test ve analizler

Paketleme öncesi ve sonrası yapılan test ve analizler, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Paketlenen ürünlerin tamamı araştırma süresince yine aynı bölümdeki kapalı bir ortamda depolanmıştır.

Paketleme öncesi hasıl A ve hasıl B'nin kuru madde içerikleri ölçülmüş ve elek analizleri yapılarak boyut dağılımı belirlenmiştir. Kıyılmış 2 farklı hasıl materyale (A ve B) ait örnekler 6+1

seviyeli eleme düzeninde elenmiştir. Fermente olan silaj materyali ise daha önceden toprak üstü silolarda sıkıştırılıp işlem gördüğünden böyle bir analiz yapılmamıştır. Paketlerin sızdırmazlık testi için 1500 mm çapında, 1000 mm derinliğinde ve 6 mm et kalınlığında PE bir tank kullanılmıştır. Tankın içi su ile doldurulduktan sonra paketler bu tanka tek tek batırılarak su-hava değişimi kontrol edilmiştir. Paketlerin yoğunluğunun belirlenmesi için önce bir elektronik kantar (hassasiyet 50 g) yardımıyla paketler tartılmış daha sonra paket hacimleri belirlenmiştir.

### 2.5. Silajların kimyasal analizleri

Paketlenerek olgunlaşmaya bırakılan ürünler depolamanın 2., 4., 6. ve 12. aylarında açılmış ve paketlerin içinden alınan ürün örneklerinde besin kalitesini belirleyici analizler yapılmıştır. Silajların tüm kimyasal analizleri Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Yem Analiz Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

Kuru madde (KM) yem örneklerinin 105 °C'de kurutulması, ham kül (HK) ise 550 °C'de yakılması sonucu bulunmuştur. Ham protein (HP), Kjeldahl yöntemine göre hesaplanmıştır. Ham yağ (HY) tayininde Weende analiz yöntemi, ham selüloz (HS) tayininde ise Lepper yöntemi kullanılmıştır (Naumann & Bassler 1963, Menke & Huss 1975). Silajların *in vitro* metabolik enerji (ME) değerlerinin hesaplanmasında TSE (1991) tarafından önerilen aşağıdaki regresyon eşitliği kullanılmıştır.

$$ME=3260+(0.455 \times HP)+(3.517 \times HY)-(4.037 \times HS) \quad (1)$$

Burada: metabolik enerji (kcal kg<sup>-1</sup> OM); ham protein (g kg<sup>-1</sup> OM); ham yağ (g kg<sup>-1</sup> OM); ham selüloz (g kg<sup>-1</sup> OM); kuru maddedir.

### Çizelge 1- Paketlenen silaj materyallerin hasat ve paketleme tarihleri ve yoğunlukları

Table 1- The harvesting and packing dates and densities of packed materials

Silaj Materyali	Hasat tarihi	Paketleme tarihi	Yoğunluk** (kg m <sup>-3</sup> )	Paketleme basıncı (bar)	Yoğunluk*** (kg m <sup>-3</sup> )
Hasıl A	15 Ağustos	15 Ağustos	462.17± 3.64 <sup>a</sup>	130	438.34±4.98 <sup>a</sup>
Hasıl B	27 Ekim	27 Ekim	430.36± 4.02 <sup>b</sup>	150	437.82±4.33 <sup>a</sup>
Fermente Mısır	25 Ağustos*	27 Ekim	418.01± 2.67 <sup>c</sup>	160	440.19±6.79 <sup>a</sup>

\*, Silolama tarihi; \*\*, silaj materyali tiplerinin yoğunluk değerleri; \*\*\*, paketleme basıncı etkisi altında yoğunluk değerleridir.

Silaj örneklerinden ekstrakte edilen silaj sularında pH, dijital pH-metre (Hanna) ile ölçülmüştür. Silo asitlerinden asetik asit (AA), bütirik asit (BA) ve laktik asit (LA) düzeyleri destilasyon yöntemi kullanılarak saptanmıştır (Naumann & Bassler 1963).

Silo yemi kalitesi Gross & Riebe (1974) tarafından geliştirilen regresyon eşitliği kullanılarak hesaplanan Flieg puanı (Eşitlik 2; Kılıç 2006) ile belirlenmiştir.

$$Flieg \text{ Puanı} = 220 + (2 \times \% \text{ silo yemi KM'si} - 15) - 40 \times \text{ silo yemi pH içeriği} \quad (2)$$

Silaj materyali tipi, paketleme basıncı ve depolama süresinin ham besin madde ve silaj kalitesine etkisini belirlemek amacıyla faktöriyel deneme deseninde (3 x 3 x 5) yürütülmüş çalışmadan elde edilen veriler varyans analizi (ANOVA) ile analiz edilmiş, grup ortalamalarının çoklu karşılaştırılması Duncan testi ile yapılmıştır. Verilerin istatistik analizinde SPSS (Versiyon 15) paket programı kullanılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Paketlerin yoğunlukları

Elde edilen paketlerin ortalama yoğunlukları Çizelge 1'de verilmiştir. En yüksek yoğunluk 462.17 kg m<sup>-3</sup> ile hasıl A'da elde edilirken B ve C'nin yoğunlukları sırasıyla 430.36 ve 418.01 kg m<sup>-3</sup> bulunmuştur. Hasıl A'nın B ye göre daha yüksek yoğunlukta sıkıştırılabilmesi daha küçük kıyma boyutunda olmasından kaynaklanmaktadır. Paketlerin yoğunlukları silaj materyali tipine göre değişmektedir ( $P < 0.05$ ). Paketlemede kullanılan basınç değerlerinin yoğunluk üzerine etkisi ise önemli bulunmamıştır (Çizelge 1)

### 3.2. Hasılların elek analizleri ve kuru madde değerleri

Hasıl A ve Hasıl B'nin elek analizi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir. A hasılının ağırlıklı ortalama kıyma boyu 13.8 mm, B hasılının ise 17.5 mm bulunmuştur. A hasılının partikül dağılımı incelendiğinde 80 mm'den büyük partikül olmadığı

ve 0-10 mm aralığında % 15.7'lik bir dağılım olduğu görülmektedir. B hasılının 80 mm'den büyük partiküller bulunurken 0-10 mm aralığında ancak % 5.57'lik bir dağılım bulunmuştur. 0-20 mm aralığındaki partikül toplamı A'da % 59.67 iken B'de % 45.70'de kalmıştır. A hasılının ortalama nem düzeyi % 71.4 (% 28.6 KM) iken B hasılının % 69.8 (% 30.2 KM) bulunmuştur.

**Çizelge 2- Hasıl A ve Hasıl B'nin elek analizi sonuçları (%) ve nem değerleri (%)**

*Table 2- The sieve analysis results (%) and humidity values (%) of silage material A and B*

Silaj materyali	Boyut aralığı (mm)					
	80-150	40-80	20-40	10-20	5-10	0-5
A %	0.00	3.26	37.29	43.75	12.70	3.00
B %	0.86	9.16	44.27	40.14	4.80	0.77
Ağırlıklı ortalama çap (mm)	Ortalama nem (%)	Ortalama kuru madde (%)	Partikül dağılımında 0-20 mm aralığındaki örneklerin oranı (%)			
A 13.8	71.4	28.7	59.7			
B 17.5	69.8	30.2	45.7			

### 3.3. Olgunlaşmış ürünlerin kimyasal özellikleri

Silaj materyali tipi, paketleme basıncı ve depolama süresinin ve bunların interaksyonlarının olgunlaşmış silajın besin maddesi içeriklerine etkisi Çizelge 3'te sunulmuştur. Silaj kalitesinin belirlenmesinde kullanılacak en öncelikli kalite kriteri yemin KM içeriğidir. En kaliteli mısır silo yeminin KM'sinin % 25-32 arasında olması gerektiği (Kılıç 1986) göz önüne alındığında her 3 ürünün de oldukça yeterli düzeyde KM (A: % 31.66, B: % 30.50 ve C: % 32.81) içerdiği görülür. Silaj materyali tipi ( $P<0.01$ ) ve depolama süresi ( $P<0.01$ ) KM düzeyini etkilerken, paketleme basıncı KM düzeyini etkilememektedir. Faktörlerin ikili ve üçlü interaksyonları önemli bulunmamıştır (Çizelge 3).

A silajı (% 8.04) ve B silajının (% 7.92) KM'lerindeki HP oranları arasındaki fark önemli değilken, C silajı hem A hem de B silajından önemli düzeyde daha düşük (% 7.43) HP değerine sahip olmuştur (Çizelge 3). Bu değerler Konca et al (2005)'in saptadıkları HP değerleri (% 4.97- % 10.43) ile uyumludur. Paketleme basıncı HP

düzei üzerinde etkili olmamıştır. Depolama süresi ( $P<0.01$ ) ve silaj materyali tipi ( $P<0.01$ ) ise HP düzeyini etkilemiştir. Paketlemede oluşan fermentasyona bağlı olarak ürünlerin HP düzeyinde değişim olmuş, HP 12. ayda en yüksek düzeyine (%8.34) ulaşmıştır. Faktörlerin tüm interaksyonları ise önemli bulunmamıştır (Çizelge 3).

Yemlerde HS düzeyinin fazla olması, yemin değerini düşürmesi nedeniyle istenmeyen bir durumdur. Ancak hayvan besleme fizyolojisi açısından belli düzeyde selüloza gereksinim vardır. HS düzeyi üzerine paketleme basıncı ve depolama süresinin etkisi önemsiz, silaj materyali tipinin ise önemli ( $P<0.01$ ) bulunmuştur. A ürününün HS oranı (% 18.76) ve B ürününün HS oranından (% 19.71) farklı bulunmazken ( $P>0.05$ ), C ürününün HS oranının (% 21.76) hem A hem de B ürününün HS oranından önemli düzeyde yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Silaj materyali tipi x depolama süresi interaksyonu önemli ( $P<0.05$ ) diğer interaksyonlar ise önemsiz bulunmuştur. C ürününün HS değeri Şayan et al (2004)'ün mısır silajları için bildirdikleri ortalama HS değeri ile uyumludur.

Yemlerin HK oranı, OM ile ilişkilidir. OM oranı yüksek olan yemlerde HK oranı nispi olarak azalmaktadır. OM, hayvan tarafından kullanılması gerekli içeriği (protein, yağ, karbonhidratlar vs.) ifade ettiğinden oransal olarak fazla olması istenir. Bu durumda yemin HK oranının düşük olması iyi yönde bir göstergedir. KM'deki HK oranının, silaj materyali tipi ( $P<0.01$ ) ve depolama süresine ( $P<0.01$ ) bağlı olarak değiştiği, paketlenme basıncının ise HK oranını etkilemediği saptanmıştır. HK oranı tüm ürünlerde 6. aya kadar düşmüş, 12. ayda ise tekrar yükselerek en yüksek değere (% 5.60) ulaşmıştır. Faktörlerin ikili ve üçlü etkileşimleri önemli bulunmamıştır (Çizelge 3).

KM'deki HY oranı, silaj materyali tipi ( $P<0.01$ ) ve depolama süresine ( $P<0.01$ ) bağlı olarak değişmiş, paketlenme basıncı ise HY oranını etkilememiştir (Çizelge 3). KM'deki HY oranı bakımından en yüksek değer B (% 2.56) ürününde saptanmış, A (% 2.32) ve C (% 2.34) ürünlerinin HY oranları farklı değilken B ürününün HY oranı hem A hem de B

ürününün HS oranından farklı bulunmuştur. Silaj materyali tipi x depolama süresi etkileşimi önemli bulunurken ( $P<0.01$ ), silaj materyali tipi x paketlenme basıncı, paketlenme basıncı x depolama süresi ve silaj materyali tipi x paketlenme basıncı x depolama süresi etkileşimleri önemsiz bulunmuştur.

Yemlerin ham besin madde içerikleri ve bunlardan yararlanarak hesaplanan *in vitro* ME içerikleri, yemlerin değerlendirilmesinde önemli bir göstergedir. Kaliteli silajda *in vitro* ME değerinin kuru madde bazında  $8 \text{ MJ kg}^{-1}$ 'in üzerinde olması istenir (Brade & Flachowsky 2007). Paketlenen ürünlerin de *in vitro* ME değerlerinin istenilen değerin üzerinde olduğu ( $9.74-10.21 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ KM}$ ) bulunmuştur (Çizelge 3). Bu değerler Alçioğlu et al (1999)'ın saptadıkları  $9.22$  ile  $10.77 \text{ MJ kg}^{-1} \text{ KM}$  değerleri ile de uyumludur. Silajların ME değerleri; silaj materyali tipine göre değişmektedir ( $P<0.01$ ). Paketlenme basıncı ve depolama süresinin ME üzerinde etkisi önemli bulunmamıştır. İkili ve üçlü etkileşimler de önemsizdir.

### Çizelge 3- Farklı paketlenme basıncı ve depolama süreleri altında hasıl ve fermente olmuş mısırdan yapılmış silajların besin maddesi içerikleri ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ )

Table 3- The nutrient content of silages made from green and fermented corn under the conditions of different packing and storage duration ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ )

	Ham protein (%)	Ham selüloz (%)	Ham kül (%)	Ham yağ (%)	Metabolik enerji ( $\text{mJ kg KM}^{-1}$ )	Kuru madde (%)
<i>Silaj materyali tipi</i>						
A	8.04±0.10 <sup>a</sup>	18.76±0.33 <sup>a</sup>	5.56±0.05 <sup>a</sup>	2.32±0.06 <sup>b</sup>	10.21±0.06 <sup>a</sup>	31.66±0.28 <sup>ab</sup>
B	7.92±0.11 <sup>a</sup>	19.71±0.44 <sup>a</sup>	4.93±0.07 <sup>c</sup>	2.56±0.11 <sup>a</sup>	10.18±0.07 <sup>a</sup>	30.50±0.55 <sup>b</sup>
C	7.43±0.14 <sup>b</sup>	21.76±0.44 <sup>b</sup>	5.27±0.08 <sup>b</sup>	2.34±0.09 <sup>b</sup>	9.74±0.08 <sup>b</sup>	32.81±0.45 <sup>a</sup>
<i>Paketlenme basıncı</i>						
130 bar	7.87±0.15 <sup>a</sup>	19.66±0.34 <sup>a</sup>	5.22±0.08 <sup>a</sup>	2.36±0.11 <sup>a</sup>	10.11±0.06 <sup>a</sup>	31.87±0.60 <sup>a</sup>
150 bar	7.66±0.11 <sup>a</sup>	19.75±0.36 <sup>a</sup>	5.20±0.06 <sup>a</sup>	2.31±0.09 <sup>a</sup>	10.09±0.07 <sup>a</sup>	31.21±0.35 <sup>a</sup>
160 bar	7.87±0.10 <sup>a</sup>	20.71±0.60 <sup>a</sup>	5.37±0.08 <sup>a</sup>	2.54±0.07 <sup>b</sup>	9.94±0.07 <sup>a</sup>	31.86±0.46 <sup>a</sup>
<i>Depolama süresi</i>						
Kontrol	7.76±0.12 <sup>a</sup>	20.47±0.23 <sup>a</sup>	5.48±0.04 <sup>b</sup>	2.84±0.04 <sup>b</sup>	10.00±0.04 <sup>a</sup>	32.84±0.38 <sup>a</sup>
2 ay	7.74±0.18 <sup>a</sup>	20.24±0.43 <sup>a</sup>	5.22±0.06 <sup>a</sup>	2.27±0.07 <sup>a</sup>	10.00±0.08 <sup>a</sup>	30.65±0.26 <sup>b</sup>
4 ay	7.80±0.15 <sup>a</sup>	19.36±0.70 <sup>a</sup>	5.13±0.08 <sup>a</sup>	2.31±0.09 <sup>a</sup>	10.16±0.13 <sup>a</sup>	32.43±0.78 <sup>a</sup>
6 ay	7.55±0.14 <sup>a</sup>	20.67±0.51 <sup>a</sup>	5.16±0.10 <sup>a</sup>	2.14±0.11 <sup>a</sup>	9.91±0.08 <sup>a</sup>	32.64±0.58 <sup>a</sup>
12 ay	8.34±0.10 <sup>b</sup>	19.58±0.55 <sup>a</sup>	5.60±0.13 <sup>b</sup>	2.95±0.15 <sup>b</sup>	10.17±0.07 <sup>a</sup>	29.90±0.46 <sup>b</sup>
<i>P değerleri</i>						
Silaj materyali tipi (SMT)	0.015*	0.000**	0.000**	0.002**	0.000**	0.005**
Paketlenme basıncı (PB)	0.915	0.262	0.445	0.074	0.362	0.688
Depolama süresi (DS)	0.007**	0.262	0.004**	0.000**	0.148	0.001**
SMT x PB	0.812	0.318	0.645	0.911	0.410	0.127
SMT x DS	0.153	0.032*	0.307	0.000**	0.105	0.091
PB x DS	0.716	0.157	0.622	0.142	0.204	0.600
SMT x PB x DS	0.139	0.539	0.908	0.392	0.758	0.460

Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (\*,  $P<0.05$ ; \*\*,  $P<0.01$ )

Silo içi fermantasyon düzeyinin belirlenmesinde silajın pH değeri önemli bir parametredir. Pekiyi özellikle bir silajın pH değeri 3.5 ile 4.2 arasındadır (Kılıç 2006, Açıkgoz et al 2002). Buna göre; A (3.53) ve C (3.54) ürünleri pekiyi kalite, B ürünü ise 3.08 pH değeri ile iyi kalite silaj sınıfına girmektedir (Çizelge 4). Silaj materyali tipi ( $P<0.01$ ) ve depolama süresi ( $P<0.01$ ) pH değişimini etkilemiştir. Paketleme basıncının ise pH üzerinde etkisi olmamıştır. pH değişiminde silaj materyali tipi x depolama süresi interaksyonu ( $P<0.01$ ), paketleme basıncı x depolama süresi interaksyonu ( $P<0.01$ ) ve silaj materyali tipi x paketleme basıncı x depolama süresi interaksyonu ( $P<0.01$ ) önemli bulunmuştur.

Silajların AA düzeyleri üzerine silaj materyali tipinin ( $P<0.01$ ), depolama süresinin ( $P<0.05$ ) ve silaj materyali tipi x depolama süresi interaksyonunun ( $P<0.01$ ) etkisinin olmadığı saptanmıştır. B ürünü (% 0.69) ile C ürününün (% 0.70) AA miktarı arasındaki fark önemsizdir. A ürünün asetik asit düzeyi (% 0.43) ise hem B

ürününün hem de C ürününün asetik asit düzeyinden farklı bulunmuştur.

Ürünlerin BA düzeyleri silaj materyali tipi ve paketleme basıncına ve depolama süresine bağlı olarak değişmemiştir. Tüm interaksyonlar BA değişiminde etkili değildir.

Kaliteli bir silajda AA'nın % 0.8'in üzerine çıkması ve BA'nın hiç bulunmaması beklenir (Kılıç 1986, Alçiçek & Özkan 1996). Bu çalışmada tüm ürünlerin AA düzeylerinin %0.8'in altında olmuştur. Diğer bir silaj kalite parametresi olan BA düzeyleri de sifıra çok yakın bulunmuştur. Tüm ürünlerin BA değerlerinin % 0.02-0.06 arasında değiştiği ve istatistik olarak aralarında bir fark olmadığı belirlenmiştir. Ürünlerin LA düzeyleri silaj materyali tipine bağlı olarak değişmiştir ( $P<0.05$ ). Paketleme basıncı, depolama süresi ve diğer tüm interaksyonlar LA düzeyi üzerine etkili değildir (Çizelge 4). Silaj yemlerde olması gereken LA düzeyi % 2 olup (Kılıç 2006) elde edilen tüm ürünlerin bu değere yakın LA içermesi yem kalitesi açısından olumlu bir sonuçtur.

**Çizelge 4- Farklı paketleme basıncı ve depolama süreleri altında hasıl ve fermente olmuş mısırdan yapılmış silajların bazı organik asit ve pH düzeyleri ve Flieg puanları ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ )**

Table 4- Some organic acid and pH levels and Flieg scores of silages made from green and fermented corn under the conditions of different packing pressure and storage duration ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ )

	Asetik Asit (%)	Laktik Asit (%)	Bütirik Asit (%)	pH	Flieg Puanı
<i>Silaj Materyali Tipi</i>					
A	0.43±0.03 <sup>a</sup>	1.35±0.09 <sup>a</sup>	0.06±0.03 <sup>a</sup>	3.53±0.05 <sup>a</sup>	127.12±4.00 <sup>a</sup>
B	0.69±0.06 <sup>b</sup>	1.60±0.05 <sup>b</sup>	0.03±0.02 <sup>a</sup>	3.08±0.07 <sup>c</sup>	142.62±4.31 <sup>b</sup>
C	0.70±0.06 <sup>b</sup>	1.44±0.12 <sup>ab</sup>	0.08±0.04 <sup>a</sup>	3.54±0.08 <sup>b</sup>	129.33±4.57 <sup>a</sup>
<i>Paketleme Basıncı</i>					
130 bar	0.60±0.05 <sup>a</sup>	1.58±0.10 <sup>a</sup>	0.05±0.03 <sup>a</sup>	3.56±0.08 <sup>a</sup>	126.54±4.59 <sup>a</sup>
150 bar	0.59±0.06 <sup>a</sup>	1.41±0.10 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	3.19±0.06 <sup>a</sup>	139.61±4.17 <sup>a</sup>
160 bar	0.60±0.05 <sup>a</sup>	1.38±0.06 <sup>a</sup>	0.07±0.03 <sup>a</sup>	3.38±0.08 <sup>a</sup>	133.70±4.29 <sup>a</sup>
<i>Depolama süresi</i>					
Kontrol	0.38±0.01 <sup>a</sup>	1.38±0.08 <sup>a</sup>	0.03±0.01 <sup>a</sup>	4.12±0.04 <sup>b</sup>	105.88±1.09 <sup>a</sup>
2. ay	0.61±0.05 <sup>b</sup>	1.44±0.12 <sup>a</sup>	0.02±0.01 <sup>a</sup>	3.38±0.06 <sup>a</sup>	131.11±4.26 <sup>b</sup>
4. ay	0.63±0.06 <sup>b</sup>	1.49±0.13 <sup>a</sup>	0.05±0.02 <sup>a</sup>	3.04±0.08 <sup>a</sup>	148.51±2.65 <sup>c</sup>
6. ay	0.48±0.04 <sup>ab</sup>	1.48±0.08 <sup>a</sup>	0.04±0.02 <sup>a</sup>	3.05±0.10 <sup>a</sup>	148.19±4.46 <sup>c</sup>
12. ay	0.79±0.12 <sup>c</sup>	1.45±0.11 <sup>a</sup>	0.06±0.09 <sup>a</sup>	3.95±0.13 <sup>b</sup>	106.84±5.35 <sup>a</sup>
<i>P değerleri</i>					
Silaj Materyali Tipi (SMT)	0.000**	0.072 *	0.538	0.001**	0.042*
Paketleme Basıncı (PB)	0.809	0.371	0.676	0.116	0.275
Depolama Süresi (DS)	0.000**	0.072	0.237	0.000**	0.000**
SMT x PB	0.857	0.771	0.269	0.447	0.722
SMT x DS	0.000**	0.208	0.616	0.009**	0.220
PB x DS	0.179	0.237	0.958	0.006**	0.033*
SMT x PB x DS	0.405	0.426	0.138	0.002**	0.027*

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (\*,  $P<0.05$ ; \*\*,  $P<0.01$ )



Flieg puanına göre tüm ürünlerin kalitesi “pekiyi” sınıfındadır. Flieg puanı silaj materyali tipine ( $P<0.05$ ) bağlı olarak değişmiştir. En yüksek Flieg puanı (142.62) B hasılından yapılan silajda saptanmıştır. Tüm silajların Flieg puanları Yıldız et al (2011)’ın belirlediği değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Paketleme basıncı Flieg puanını etkilememiştir ( $P>0.05$ ). En yüksek Flieg puanı (139.61) 150 bar basınç altında paketlenen üründe saptanmıştır. Flieg puanı depolama süresine de ( $P<0.01$ ) bağlı olarak değişmiştir. Flieg puanı 6. aya kadar yükselmiş, ancak 12. ayda en düşük seviyeye inmiştir. Paketleme basıncı x depolama süresi interaksyonu ( $P<0.05$ ) ve silaj materyali tipi x paketleme basıncı x depolama süresi interaksyonu önemli ( $P<0.05$ ) bulunmuştur.

Fermente mısır (C) geleneksel silodan 2 aylık fermantasyon sonunda alınarak A ve B hasılı

gibi paklendiği için, A ve B hasılına 2 aylık fermantasyon süresi sonundaki besin maddelerinin düzeyleri organik asit düzeyleri ve metabolik enerji değerlerinin fermente mısırın paketlenme anındaki değerleri ile karşılaştırılması gerekli görülmüştür (Çizelge 5). Karşılaştırma sonunda A, B ve C ürünlerinin besin maddelerinin ve organik asitlerin düzeylerinin birbirlerine yakın olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte KM, pH ve Flieg puanı bakımından ürünler arasında fark vardır. En yüksek Flieg puanına sahip B ürününü (135.87) 129.71 puan ile A ürünü ve 103.64 puan ile C ürünü izlemektedir (Çizelge 5;  $P<0.05$ ). pH bakımından ise C ürünü (4.20) hem A (3.44) hem de B (3.19) ürününden daha yüksek pH değerine sahip olmuştur. Bu durum taze kıyılmış materyalin paketlenmesinin silaj kalitesine olumlu etkisi olduğunu ortaya koymaktadır.

#### Çizelge 5- Fermantasyonun ikinci ayında geleneksel silodan alınan fermente mısır (C) ile A ve B hasıllarının fermantasyonun ikinci ayındaki besin maddesi içeriği ve Flieg puanlarının karşılaştırılması ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ )

Table 5- The comparison of fermented corn (C) sampled from conventional silo with green corn A and B at the end of 2 months storage in terms of nutrient contents and Flieg point ( $\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$ )

Silaj materyali tipi	Ham protein (%)	Ham selüloz (%)	Ham kül (%)	Ham yağ (%)	Metabolik enerji ( $mJ kg KM^{-1}$ )	Kuru madde (%)
A	7.96±0.15 <sup>a</sup>	19.92±0.86 <sup>a</sup>	5.44±0.05 <sup>b</sup>	2.48±0.08 <sup>ab</sup>	10.06±0.15 <sup>a</sup>	31.24±0.25 <sup>b</sup>
B	8.26±0.11 <sup>a</sup>	19.53±0.77 <sup>a</sup>	4.94±0.10 <sup>a</sup>	2.33±0.12 <sup>a</sup>	10.17±0.13 <sup>a</sup>	29.25±0.43 <sup>a</sup>
C	7.56±0.00 <sup>a</sup>	21.03±0.19 <sup>a</sup>	5.37±0.03 <sup>b</sup>	2.81±0.01 <sup>b</sup>	9.92±0.05 <sup>a</sup>	33.32±1.15 <sup>c</sup>

Silaj materyali tipi	Asetik asit %	Laktik asit %	Bütirik asit %	pH	Flieg puanı
A	0.46±0.09 <sup>a</sup>	1.54±0.29 <sup>a</sup>	0.02±0.04 <sup>a</sup>	3.44±0.22 <sup>a</sup>	129.71±8.67 <sup>ab</sup>
B	0.61±0.04 <sup>a</sup>	1.37±0.09 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>a</sup>	3.19±0.19 <sup>a</sup>	135.87±7.23 <sup>b</sup>
C	0.42±0.01 <sup>a</sup>	1.58±0.00 <sup>a</sup>	0.01±0.00 <sup>a</sup>	4.20±0.00 <sup>b</sup>	103.64±2.30 <sup>a</sup>

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ( $P<0.05$ )

#### 4. Sonuçlar

Hasıl mısır ve fermente mısırın farklı basınç değerleri altında sıkıştırılıp paketlenmesi ve belirli sürelerde depolanması ile oluşan silajların (yem) ham besin maddeleri ve kalitelerinin karşılaştırıldığı bu çalışma sonucunda;

kıyılmış hasıl mısırın paketlenmesi ile çok kaliteli bir silaj yapılabileceği belirlenmiştir. Kullanılan silaj materyali tipinin yem kalitesi üzerinde belirleyici bir etkisi varken paketleme basıncındaki değişim, ürünün yem kalitesini etkilememektedir.

Mısır bitkisinin fermente olduktan sonra paketlenmesine gerek olmadığı, hasılın kıyılıp paketlenmesiyle kaliteli bir silaj elde edilebileceği, aynı zamanda saklanabileceği ortaya konmuştur. Bu durum Keleş (2011)'in kısıtlı fermantasyona karşın balyalanmış silajların besin değerinin yüksek ve kaliteli olduğu ifadesini desteklemektedir.

Geleneksel silaj yapımındaki ürün iş başarısı ile taze kıyılmış mısırın sıkıştırılıp paketlenmesindeki ürün iş başarısının karşılaştırılması, hangi yöntemin seçileceği noktasında belirleyici olacaktır. Ancak taze ürünün kıyılıp hemen paketlenmesi ile geleneksel silaj yapımı için gerekli olan altyapı, işçilik, yakıt, depolama alanı gibi birçok girdinin ortadan kalkacağı kesindir.

## Teşekkür

Laboratuvar çalışmalarındaki katkılarından dolayı Doç. Dr. Hülya Özkul'a, ürünlerin hazırlanmasındaki katkılarından dolayı Teknisyen Recep Dindar'a ve Makinist Çetin Uyar'a teşekkür ederiz. Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu tarafından 2007 ZRF 010 proje numarasıyla desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- Açıkgöz E, Turgut İ & Filya İ (2002). Silaj Bitkileri Yetiştirme ve Silaj Yapımı, Hasat Yayınları, İstanbul
- Adesogan AT & Newman Y C (2010). Silage harvesting, storing and feeding, University of Florida IFAS Extension SS-AGR-177, <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/AG/AG18000.pdf>
- Alçiçek A & Özkan K (1996). Silo yemlerinde destilasyon yöntemi ile süt asidi, asetik asit, bütirik asit tayini. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* **33**(2-3): 191-198.
- Alçiçek A, Tarhan F, Özkan K & Adışen F (1999). İzmir İli ve Civarında Bazı Süt Sığırcılığı işletmelerinde yapılan silo yemlerinin besin madde içeriği ve silaj kalitesinin saptanması üzerine bir araştırma. *Hayvansal Üretim* **39-40**: 54-63
- Bilgen H, Kaya A & Akkan S (1992). Mısır balya silajı. *Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayın Bülteni* No:12, İzmir

- Bilgen H, Yalçın H & Öz H (1997). Ot balya silajı yapımı üzerinde bir araştırma. *Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı*, 17-18 Eylül, Tokat, s. 585-591
- Brade, W & Flachowsky G (2007). Rinderzucht und Rindfleischerzeugung - Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 313 / Special Issue FAL Agricultural Research
- Charmley E & Firth S (2004). Comparison of flail-harvested, precision-chopped and round-bale silages for growing beef cattle. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* **43**: 43-57
- Czeslaw W & Kostyra K (2003). Compaction of harvested material as a significant parameter characterizing the work of rolling baler. *Annals of Warsaw Agricultural University, Agricultural Engineering* **44**: 29-36
- Çakmak B & Yalçın H (2005). Silaj yemin paketlenmesi mekanizasyonunda kullanılan farklı PE (polietilen) malzemelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* **42**(3): 67-76
- Çakmak B, Yalçın H & Bilgen H (2007). Bir prototip silajlık kaba yem sıkıştırma ve paketleme tesisinin performans değerlendirmesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi* **3**(2): 97-104
- Görgülü M (2012). Süt Sığırlarının Beslenmesi ve Yemler. (Ed: S Kumlu), *AB ve Türkiye'de Danışmanlık Sistemleri ve Süt Sığırcılığı İşletmelerinin Yönetimi, TR0703.01-02/FA, Aydın*, s.123-198
- Holmes B J & Muck R E (2007). Packing bunkers and piles to maximize forage preservation. Sixth International Dairy Housing Conference Proceeding, 16-18 June ASABE Publication Number: 701P0507e. Minneapolis, Minnesota
- Johnson H E, Merry R J, Davies D R, Kell D B, Theodorou M K & Griffith G W (2005). Vacuum packing: a model system for laboratory-scale silage fermentations. *Journal of Applied Microbiology* **98**(1): 106-113
- Jones C M, Heinrichs A J, Roth GW, Ishler V A (2004). From harvest to feed: Understanding silage management. Special Circular. The Pennsylvania State University College of Agricultural Sciences. UD016. <http://pubs.cas.psu.edu/FreePubs/pdfs/ud016.pdf>
- Keleş G (2011). Balyalanmış silajların fermantasyon özelliklerini etkileyen faktörler. *7. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi Bildirileri (CD)*, 14-16 Eylül 2011 Adana, s. 35-40

- Kılıç A (1986). Silo Yemi: Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri. Bilgehan Basımevi, İzmir
- Kılıç A (2006). Kaba Yemlerde Niteliğin Saptanması. Hasat Yayıncılık, İstanbul
- Konca Y, Alçıçek A & Yaylak E (2005). Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Yapılan Silo Yemlerinde Silaj Kalitesinin Saptanması. *Hayvansal Üretim* **46**(2): 6-13
- Menke K H & Huss W (1975). Tierernährung und Futtermittelkunde. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Mohsenin N M (1986). Physical Properties of Plant and Animal Materials. Gordon and Breach Science Publisher, Inc. New York
- Muck R E & Shinnors K J (2001). Conserved forages (silage and hay): Progress and Priorities. In: 29. International Grassland Congress, Proceedings: 753-763, São Pedro
- Naumann C & Bassler R (1963). Die Chemische Untersuchung von Futtermitteln Methodenbuch, Band III. VDLUFA-Verlag, Darmstadt
- Ruppel K A (1992). Effect of bunker silo management on hay crop nutrient management. M.S. Thesis, Cornell University, Ithaca, NY
- Savoie P, Amyot A & Theriault, R (2002). Effect of moisture content, chopping and processing on silage effluent. *Transactions of the ASAE* **45**(4), 907-914
- Şayan Y, Özkul H, Alçıçek A, Coşkuntuna L, Öneç S S & Polat M (2004). Kaba yemlerin metabolik enerji değerlerinin belirlenmesinde kullanılabilecek parametrelerin karşılaştırılması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* **41**(2) 167-175
- TSE (Türk Standartları Enstitüsü) (1991). Hayvan Yemleri-Metabolik (Çevrilebilir) Enerji Tayini (Kimyasal Metot). TS 9610, Ankara
- Yıldız C, Öztürk İ & Erkmen Y (2011). Farklı hasat dönemi, kıyım boyutu ve sıkıştırma basıncının mısır silajının fermantasyon niteliği üzerine etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* **1**(2): 85-90