

Sorgum ve Bazı Bitkilerin İle Farklı Oranlarda Karışımlarından Hazırlanan Silajların Kalite Özellikleri

Mehmet ARSLAN^{1,*}

Cengiz ERDURMUŞ²

Mehmet ÖTEN²

Bilal

AYDINOĞLU¹ Sadık ÇAKMAKÇI¹

¹Tarla Bitkileri Bölümü, Ziraat Fakültesi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye

²Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya, Türkiye

Sorumlu Yazar: mehmetarslan@akdeniz.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 21.04.2016

Kabul Tarihi (Accepted): 20.09.2016

Bu çalışma sorgumun (*Sorghum bicolor* L.) değişik yem bitkileri ile karışımlarından hazırlanan silajların ham besin maddesi içeriklerini ve kalite özelliklerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Bu amaçla sorguma soya (*Glycine max* L.), kapari (*Capparis spp.*), *Leucene leucocephala* L. ve çayır düğmesi (*Sanguisorba minor* Scop) bitkileri %0 (kontrol), %20, %40, %60 oranında karıştırılarak silolanmıştır. Silajlarda yapılan analizler sonucunda, en yüksek ham protein (HP) %16.50 ile %40 sorgum+%60 *L. leucocephala* (S40+L60) silajından elde edilirken, en düşük HP (%3.71) %100 sorgum (S100) silajından elde edilmiştir. Bununla beraber, sorgum ile bazı yem bitkilerinin karıştırılarak silolanmasıyla kuru madde (KM; %25.45 ile 39.85), ham yağ (HY; %2.10 ile 4.07 arasında), ham kül (HK; %1.77 ile 4.48 arasında), suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK; %1.08 ile 2.09 arasında), kalsiyum (Ca; %0.40 ile 2.56 arasında) ve fosfor (P; %0.11 ile 0.43 arasında) içeriklerinde önemli artışlar; ham selüloz (HS; %18.18 ile 23.81 arasında), nötr deterjan lif (NDF; %30.52 ile 43.35 arasında) ve asit deterjan lif (ADF; %17.42 ile 22.23 arasında) içeriklerinde ise önemli azalmalar tespit edilmiştir (P<0.01). Sonuç olarak, sorgum bu 4 bitki ile karıştırılarak silolandığında başta protein içeriği olmak üzere besin maddeleri yönünden daha kaliteli silajlar elde edilebileceği ve bu bitkilerinde silaj yapılarak değerlendirilebileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Sorgum silajı, yem bitkileri silajı, silaj fermantasyonu, besleme değeri

Quality Charecteristics of Sorghum and Some Plants Silages Mixed at Different Rates

This study was conducted to determine the crude nutrient contents and quality characteristics of silages prepared from sorghum (*Sorghum bicolor* L.) (S100) and the mixture of sorghum and soybean (*Glycine max* L.), *Capparis spp.*, lesser burnet (*Sanguisorba minor* Scop), *Leucene leucocephala* L. at the rates of 20%, 40%, 60% respectively. As a result of this experiment, among all silages, while highest crude protein (16.50%) were determined from 40% sorghum + 60% *L. leucocephala* (S40+L60) silage, the least crude protein (3.71%) determined from 100% sorghum (S100) silage. In addition, in legume mixed sorghum silages, dry matter (between 25.45% with 39.85), crude fat (between 2.10% with 4.07), crude ash (between 1.77% with 4.48), water soluble carbohydrate (between 1.08% with 2.09), calcium (between 0.40% with 2.56) and phosphor (between 0.11% with 0.43) showed significant increase, however; crude cellulose (between 18.18% with 23.81), notr detegent fiber (between 30.52% with 43.35) and acid detergent fiber (between 17.42% with 22.23) decreased significantly (P<0.01). As a result of this study, on mixing sorghum with these 4 crops could possibly result in a high quality silages notably for protein, and these crops could be evaluated for silage.

Key Words: Sorghum silage, forage crops silage, silaj fermentation, nutritive value

Giriş

Silaj, taze ve suca zengin bitkisel materyallerin sıkıştırılıp, havasız ortamda laktik asit oluşturarak saklanmasıyla hazırlanan bir kaba yem kaynağıdır (McDonald ve ark., 1991). Bitki besin maddeleri bakımından çok az kayıp olması, hava şartlarından fazla etkilenmemesi, mekanizasyona uygun olması, tarla ve taşıma kayıplarının azlığı, iyi yapılmış silajların uzun süre korunabilmesi,

hayvanlar tarafından iştahla tüketilmesi ve yeşilken otlatılması riskli yem bitkilerinin yem olarak değerlendirilmesine olanak tanınması gibi avantajları nedeniyle silaj kullanımını hızla artmaktadır (Kılıç, 1986; Açıkgoz, 2001; Filya, 2001).

Kaliteli, maliyeti düşük ve hayvanlar tarafından sevilerek tüketilen silajlarda bitki materyali çok önemlidir. Bu anlamda, silaj yapımı açısından

sorgum (*Sorghum bicolor* L.) önemli bir bitkidir. Sorgum ekim alanı ve üretim miktarı yönünden tahıllar içerisinde, buğday, çeltik, mısır ve arpanın arkasından 5. sırada yer almaktadır. Yarı kurak tropik bölgelerde sulanmadan gelişebilen sorgum, hemen her türlü toprakta yetiştirilebilir (Fageria ve ark., 1997; Çakmakçı ve ark., 1999; Çeçen ve ark., 2005).

Sorgum silajlarının protein içerikleri düşük, buna karşılık karbonhidrat içerikleri yeterlidir. Protein eksikliğini gidermek için hayvanlara ek protein yemlerinin verilmesi veya silajların proteince zenginleştirilmesi gerekmektedir (Açıkgöz, 2001). Bu amaçla yürütülen ve ciddi başarılar elde edilen çalışmalarda, bazen azot kaynakları, bazen de laktik asit bakterileri içeren inokulantlar kullanılmıştır (Filya, 2003). Fakat, gerek bu inokulantların zor temin edilebilir olması, gerekse çok pahalı olmaları kullanabilme imkanlarını sınırlamaktadır. Günümüzde inokulantların yerine bazı bitkileri kullanarak fermentasyon güvence altına alınıp silaj kalitesi arttırılabilmektedir (Canbolat ve ark., 2013; Arslan ve Çakmakçı, 2011). Bu sayede hem silolanması zor olan bitkilerden silajlar yapılabilen, hem de çoğu atıl durumda olan bu bitkilerin değerlendirilmesi mümkün olmaktadır (Arslan ve ark., 2016).

Sorgum silajlarında kalitenin arttırılması amacıyla soya (*Glycine max* L. Merr.), % 20 veya % 30 oranında karıştırılarak değerlendirilmektedir (Esmail ve ark., 1991; Titterton ve Maasdorp, 1997). Diğer yandan, tohumlarında ortalama %21-24 yağ ve % 40 protein bulunan soyanın, tane oluşum döneminde biçilerek hayvanlara yedirilebileceğini ve bu dönemde % 15 ham protein, % 14.88 ham selüloz içerdiğini bildirmektedir (Kara ve Okçu, 2003).

Sorgum ile karışım halinde silolanabilen bir diğer bitkide, tropik bölgelerde yayılmış, küçük ağaç tipinde, yaz periyodunda gelişen, çok yıllık bir baklagil olan *Leucaena leucocephala* bitkisidir (Evangelista ve ark., 2005). *L. leucocephala* değişik bölgelerde deniz seviyesinden başlayarak 1800 m yüksekliklere kadar olan yerlerde yetişebilmektedir. Çok lezzetli bir otu olan *L. leucocephala* yetişme bölgelerine göre değişimle birlikte % 11.6 ham protein içermektedir (Skerman ve ark., 1988; Garcia ve ark., 1996).

Kapari (*Capparis spinosa* L.) ise, Akdeniz ikliminin hakim olduğu bölgelerde doğal olarak yetişen, kuraklığa dayanıklı bir bitki olarak kıraç, eğimli ve dağlık arazilerde kolaylıkla yetişebilmekte ve

derine inebilen bir kök sistemine sahip olması nedeniyle, erozyon bitkisi olarak da önerilmektedir (Yıldırım ve ark., 2003). Kaparinin çiçek tomurcuğu, kök, meyve, tohum, taze sürgünleri hayvan beslemede kullanılmakta olup, birçok türü peyzaj mimarlığı, erozyon kontrolü ve hayvancılıkta özellikle süt verimini arttırmak için kullanılmaktadır (Özcan, 1999). Belirtilen bu amaçlarla tesis edilen kapari bitkisi, zaman zaman budanarak taze dal ve yaprakları atılmaktadır.

Çok yıllık bir diğer yem bitkisi olan çayır düğmesi (*Sanguisorba minor* Scop.) ülkemiz doğal meralarının yerli bir bitkisidir. Olumsuz çevre koşullarında birçok yem bitkisinden daha yüksek verim sağlayabilmekte, sulanan ve gübrelenen koşullarda kuru ot verimi 3.5 ton/da, yeşil ot verimi de yılda 5-11 kez biçim yapılarak 7-8.4 ton/da'a çıkmaktadır (Sevimay, 1997; Tansı ve Anlarsal 1991).

Bu çalışmada, karbonhidrat içeriği yeterli fakat protein içeriği düşük olan ve hayvanlar tarafından sevilerek tüketilen sorgum silajlarına, yetiştiriciliği ve tesisi kolay olan yukarıda tanımlanmış yem bitkileri ilave edilerek, bu eksikliğini gidermek amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bitkisel Materyal Temini ve Silaj Yapımı

Bu çalışmada kullanılan bitki materyallerinden sorgum, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (BATEM) tarlalarında yetiştirilmekte olan; *Sorghum bicolor* L. türüne ait Rox sorgum çeşidinin hamur olum döneminde (Çakmakçı ve ark., 1999); soya yine BATEM tarlalarında yetiştirilmekte olan *Glycine max* L. Merr. türüne ait Derry soya çeşidinin alttan birkaç baklanın belirginleşmeye başladığı zamanda (Açıkgöz, 2001); çayır düğmesi de (*Sanguisorba minor* Scop) BATEM tarlalarında üretim amaçlı yetiştirilen bitkilerin yaklaşık % 60'ında kömeçlerin görüldüğü dönemde (İpek ve Sevimay, 2002) biçilerek elde edilmiştir. Diğer yandan, Antalya florasında ve Akdeniz Üniversitesi Yerleşkesinde doğal olarak yetişmekte olan kapari (*Capparis spp.*) ve *Leucaena leucocephala* L. bitkileri de üzerindeki taze dal ve yapraklar hasat edilerek silaj yapımı için hazırlanmıştır. Elde edilen bu bitkisel materyaller yaklaşık olarak 2 cm boyunda parçalanıp küçültülerek her bir silaj grubundan 6 paralel olacak şekilde, 1.5 litre kapasiteye sahip sadece gaz çıkışına izin veren özel cam kavanozlara (Weck, Wher-Oftlingen, Germany) sıkıştırılarak doldurulmak suretiyle silolanmıştır.

Tablo 1. Hazırlanan Silajlar

Table 1. Prepared Silages

Silaj Adı	Silaj içerikleri
S80+ÇD20	Sorgum(%80) + Ç.Düğmesi (%20)
S60+ÇD40	Sorgum(%60) + Ç.Düğmesi (%40)
S40+ÇD60	Sorgum(%40) + Ç.Düğmesi(%60)
S80+L20	Sorgum (%80) + <i>L. leucocephala</i> (%20)
S60+L40	Sorgum (%60) + <i>L. leucocephala</i> (%40)
S40+L60	Sorgum (%40) + <i>L. leucocephala</i> (%60)
S80+K20	Sorgum (%80) + Kapari (%20)
S60+K40	Sorgum (%60) + Kapari (%40)
S40+K60	Sorgum (%40) + Kapari (%60)
S80+SY20	Sorgum (%80) + Soya (%20)
S60+SY40	Sorgum (%60) + Soya (%40)
S40+SY60	Sorgum (%40) + Soya (%60)
S100	Sorgum (% 100)

Kimyasal ve Mikrobiyolojik Analizler

Silolar 60 gün boyunca laboratuvar koşullarında (24±4 °C) tutulduktan sonra açılarak kimyasal analizleri yapılmış, fermantasyon özellikleri ile mikrobiyolojik özellikler incelenmiştir. Silajlar etüvde 65 °C'de 48 saat süreyle tutulduktan sonra 1 mm elek çapına sahip değirmende öğütülerek gerekli analizler yapılmıştır. Silajların KM, HK, HP içeriklerinin saptanmasında Kjeldahl metodu kullanılmıştır (Akyıldız 1984). Silajlarda hücre duvarının yapısında bulunan NDF ve ADF ise Van Soest ve ark.(1991), tarafından bildirilen yöntemlere göre belirlenmiştir. Bunun yanında laktik, asetik ve bütirik asit değerleri de Lepper'in kısaltılmış yöntemine (Akyıldız 1984) göre bulunmuştur. SÇK içerikleri ise fenol sülfirik asit yöntemine göre belirlenmiştir. LAB, maya ve küf sayımları da Seale ve ark. (1990),nin bildirdiği yöntemine göre yapılmıştır. Ekim ortamı olarak LAB için MRS agar, maya ve küfler için ise Malt Ekstrat agar ile oluşturulmuştur. Silaj örneklerindeki LAB, maya ve küf sayımları 30 °C de 3 günlük inkübasyon süresi sonunda gerçekleştirilmiştir. Elde edilen değerler logaritma koliform ünite/g olarak verilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde, "Tesadüf Parselleri Deneme Desenine" göre varyans analizi yapılmış, önemli farklılıkların ortaya çıktığı durumlarda, ortalamaları karşılaştırmak için Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Bu amaçla SPSS paket programı kullanılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Silajların Kimyasal Bileşimleri

Sorgum ile 4 farklı bitkinin %20, 40, 60 oranlarında karıştırılmasıyla hazırlanmış silajların kimyasal özellikleri belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2 incelendiğinde, sorgumun 4 farklı yem bitkisi ile karıştırılarak silolanmasının, silajların kimyasal içeriklerinde önemli düzeyde farklılığa neden olduğu saptanmıştır (p<0.01). Örneğin, KM içeriği bakımından en yüksek değer (% 39.85) kapari ile karışım halinde olan silajlardan elde edilmiştir. Sorgum silajını zenginleştirmek için kullanılan soya, *L. leucocephala* ve çayır düğmesi %30'un üzerinde KM'ye sahip olurken en düşük KM değeri (% 25.45) ise S100 silajından elde edilmiştir. Benzer şekilde silajların HP içeriği de, % 3.71 (S100) ile % 16.50 (S40+L60) arasında değişim göstermektedir. HP sonuçları incelendiğinde, protein içeriği yüksek yem bitkilerinin sorgum silajına katılma oranları ile doğru orantılı olarak HP içeriğinin de arttığı ve % 16.50'ye kadar yükseldiği görülmektedir. Bu sonuçlar baklagillerin yüksek protein içeriklerinden dolayı (Açıkgöz 2001) beklenen bir durumdur. Kaplan (2011) sorgum+yonca karışımı silajlarda KM'yi %23.70 ile %24.71 arasında HP'de %11.40 ile %18.93 arasında bildirirken; Paviz ve ark. (2011), sorgum silajına farklı inokulantlarının etkisini araştırdıkları çalışmalarında KM'yi %26.55 ile %27.75 arasında, HP'de %6.20 ile %6.53 arasında değişen oranlarda bildirmişlerdir. Bununla birlikte sorgumun protein içeriği yüksek bitkilerle zenginleştirilerek silolanması birçok araştırmacı (Koç ve ark., 1999;

Carruthers ve ark., 2000; Evangelista ve ark., 2005; Demirel ve ark., 2009; Karakozak ve Ayaşan, 2010; Serbester ve ark., 2015) tarafından silaj kalitesini artırabilmek amacıyla uygulanan bir yöntemdir. Evangelista ve ark. (2005) sorgum silajını zenginleştirmek için *L. leucocephala* ile birlikte siloladıkları çalışmalarında %40 oranında karıştırmanın silajların kimyasal özelliklerini iyileştirdiğini saptamışlardır. Ayaşan (2011) yaptığı araştırmasında soya silajlarının ortalama %18 HP içerdiğini, dolayısıyla mısırla karıştırılan soya silajının HP içeriğinin yükselmesi buna bağlı olduğunu bildirmiştir. Karakozak ve Ayaşan (2010), ortalama %18 HP içeren soya silajının hayvanlara yalnız verildiğinde tercih edilmediğini, ancak kaliteli bir fermantasyonun oluşabilmesi için karbonhidrat içeriği yüksek bir bitkiyle karıştırılarak silolanmasının daha iyi bir fermantasyon oluşturacağını, böyle bir silajın da ortalama %10 HP içeriğine sahip olacağını bildirmektedir.

Silajların HY ve HK içeriklerine bakıldığında da (Tablo 2) sorguma ilave edilen bitkilerin önemli artışlar sağladığı ve özellikle *L. Leucocephala*'nın en yüksek katkıyı verdiği tespit edilmiştir. HY bakımında en düşük değeri %2.10 ile S60+ÇD40 silajı verirken, en yüksek değeri de %4.07 ile S80+L20 silajı vermiştir. HK'da ise %1.77 ile S100 silajı en düşük, %4.48 ile S60+ÇD40 silajı en yüksek değere sahip olmuştur. Benzer konularda çalışma yürüten Spanghero ve ark. (2015) soya silajlarında HK'yı %6.3-7.1 arasında; Serbester ve ark. (2015) soya+mısır karışımı silajlarda HK'yı %6.6-11.9 arasında; Esmail ve ark. (1991) sorgum+soya silajlarında HK'yı %6.0 ile %11.0, HY'yi de %2.8 ile %3.7 arasında bildirmiş olup çalışmada elde edilen HK ve HY değerleri ile yakınlık göstermektedir.

Diğer yandan, silajların HS, NDF ve ADF içerikleri de uygulamalar arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir. Sorgum silaj içerisinde oransal olarak ne kadar fazla ise bu değerlerde aynı oranda yüksek bulunmuştur. Diğer bir ifade ile sorgum ile karıştırılan yem bitkileri silajların HS, NDF ve ADF içeriklerini düşürmüştür. HS bakımından en düşük değerleri *L. Leucocephala*'nın bulunduğu S40+L60 (%18.18), S60+L40 (%18.94) ve S80+L20 (%18.91) silajları vermiştir. Kontrol olarak planlanmış olan S100 silajı ise %23.81 HS içeriğine sahip olmuştur. Silajların NDF içerikleri ise %43.35 (S100) ile

%30.52 arasında, ADF içerikleri de %22.15 (S100) ile %17.42 (S60+ÇD40) arasında değişmektedir. Bu durum sorguma ilave edilen bitkilerin katkısıyla silo içerisinde oluşan karbonhidrat kaynağının, ortamdaki laktik asit bakteri faaliyetini hızlandırdığını ve sonuç olarak hücre duvarı bileşenlerinin parçalanabilirliklerinin artmasında etkili olduğunu göstermektedir. Silajların NDF ve ADF içeriklerindeki azalma, karbonhidrat kaynaklarının silaj ortamındaki laktik asit bakterileri ile birlikte bazı anaerobik bakterilerin miktarının artmasıyla ham selüloz, NDF ve ADF parçalanabilirliğinin hızlanmasından kaynaklanmaktadır (Bolsen ve ark., 1996; Filya, 2001; Weinberg ve Ashbell, 2003). Diğer yandan, her ne kadar NDF ve ADF'nin yemlerde fazla oranda bulunması istenmese de, bunlar ruminantlarda tükürük salgısını teşvik ederek rumen pH'sının uygun sınırlar içinde kalmasını sağlayarak mikrobiyal sindirimde görev alan selülotik ve amilolitik bakteriler ile protozoa ve mayalar için uygun ortamın sağlanmasına katkı sunmaktadırlar. Böylece birçok metabolik hastalık da önlenmiş olmaktadır (Tekce ve Gül, 2014).

Esmail ve ark. (1991) sorgum+soya silajlarında NDF düzeylerini %51.1 ile %62.4, ADF düzeylerini de %24.8 ile %37.6 arasında bildirirken; Kaplan (2011) sorgum+yonca silajlarının NDF düzeylerini %46.24 ile %56.18, ADF düzeylerini ise %35.76 ile %41.08 arasında tespit etmiştir. Benzer şekilde Contreras-Govea ve ark. (2011), sorgum ile bir baklagil olan *Lablab purpureus* (L.) Sweet ile karışımından yaptıkları silajlarda NDF içeriklerini %41.1 ile %42.5, ADF içeriklerini de %26.8 ile %31.1 arasında saptamışlardır. Bu denemede elde edilen HS, NDF ve ADF içerikleri bildirilen değerler ışığında ele alındığında büyük oranda uyumluluk göstermektedir.

Silajların Ca ve P içerikleri arasında farklılıklar istatistiksel olarak önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Ca içerikleri %0.40 ile %2.56 arasında değişirken, P içerikleri %0.11 ile %0.43 arasında değişmektedir. Benzer bir şekilde, Serbester ve ark. (2015) Ca'yı %0.31 ile %0.65; P'yi de %0.30 ile %0.33 arasında değişen oranlarda tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Ca ve P'nin hayvanların besleneceği yemlerde yeterli düzeyde bulunması başta iskelet gelişimi olmak üzere birçok açıdan önemlidir (Özen, 1999; Açıkgöz, 2001).

Tablo 2 . Sorgum ve bazı bitkilerin farklı oranlardaki karışımlarından elde edilen silajlarının kimyasal analiz sonuçları, %

Silajlar	KM	HP	HY	HK	HS	NDF	ADF	SÇK	Ca	P
S80+ÇD20	34.43 d*	5.98 j	2.84 ef	2.55 f	20.11 ef*	41.96 ab	21.73 a	1.08 f	0.40 h	0.12 d
S60+ÇD40	32.25 e	8.59h	2.10 h	4.48 a	19.86 efg	38.38 cd	17.42 e	1.20 def	0.80 ef	0.12 d
S40+ÇD60	33.52 d	11.89d	3.43bc	3.00 d	22.91 ab	40.72 bc	21.16 ab	1.38 c	1.06 d	0.15 cd
S80+L20	37.52 b	10.31f	4.07 a	2.96 d	18.91 gh	36.84 de	19.75 cd	2.09 a	0.53 g	0.14 cd
S60+L40	31.83 e	13.33c	3.59 b	2.92 d	18.94 gh	35.49 e	21.68 a	1.63 b	1.09 cd	0.18 bcd
S40+L60	35.93 c	16.50a	3.56 b	2.28 c	18.18 h	34.70 e	22.23 a	1.11 f	1.10 cd	0.15 cd
S80+K20	38.12 b	7.72ı	2.69 fg	2.81 e	20.48 def	34.93 e	21.42 a	1.35 cd	0.56 g	0.11 d
S60+K40	39.85 a	9.46g	2.20 h	3.25 c	20.76 de	40.36 bc	19.96 bc	1.33 cde	0.81 e	0.14 cd
S40+K60	39.85 a	10.96e	3.31bcd	3.90 b	19.37 fg	36.00 de	20.93 abc	1.20 def	2.56 a	0.34 ab
S80+SY20	35.86 c	5.47k	3.64 b	2.20 h	21.36 cd	32.26 f	21.68 a	1.22 def	1.19 c	0.23 bcd
S60+SY40	33.71 d	8.51h	2.99 def	2.52 fg	22.68 b	30.52 f	18.57 de	1.14 f	1.02 d	0.32 abc
S40+SY60	29.90 f	15.09b	3.09 cde	2.45 g	22.32 bc	41.50 ab	18.29 e	1.19 ef	1.63 b	0.43 a
S100	25.45 g	3.71 l	2.44 gh	1.77 ı	23.81 a	43.35 a	22.15 a	1.21 def	0.69 f	0.22 bcd
Önem Düzeyi	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

*: Sütun içerisinde aynı harfleri alan ortalamalar arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık yoktur (p<0.05).

** : Farklılıklar 0.01 seviyesinde önemlidir.

KM: kuru madde; HP: ham protein; HY: ham yağ; HK: ham kül; HS: ham selüloz; NDF: nötr deterjan lif; ADF: asit deterjan lif; SÇK: suda çözünebilir karbonhidrat; Ca: kalsiyum; P: fosfor.

Silajların Fermantasyon Özellikleri

Fermantasyon süresi sonunda açılan silaj örneklerinde fermantasyon özellikleri belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 3'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar farklı karışımlarla oluşturulan silajların bazı uçucu yağ asidi ve pH değerlerinin önemli düzeyde farklı olduğunu ortaya koymaktadır (p<0.01). Tablo 3'de de görüldüğü gibi, kapari ve *L. Leucocephala*'nın karıştırıldığı silajlarda kontrol silajı olan S100 silajına göre daha az, fakat özellikle çayır düğmesinin karıştırıldığı silajlarda ise daha yüksek laktik asit değerleri elde edilmiştir. S40+ÇD60 silajı %2.80 laktik asit içerirken S40+K60 silajı %1.43 ile en düşük oranda laktik asit içeren silaj olmuştur. Nitekim yüksek bir laktik asit içeriği sağlıklı bir fermantasyonun güvencesidir (Johnson ve Harrison, 2001). Diğer yandan silajların asetik asit içeriği ise sorgum ile karışıma giren bütün bitkilerin etkisi ile azalmış ve bu azalma istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (p<0.01). Asetik asit içeriği bakımından ise en yüksek değere %1.42 ile S100 sahip olurken, en düşük değere %0.41 ile S40+L60 sahip olmuştur. Bununla beraber, bütirik asit bazı silajlarda az miktarlarda da olsa tespit edilmiştir (Tablo 3). Silajlarda Uçucu yağ asitleri içeriği bakımından elde edilen değerler, Demirel ve ark. (2001)'nin sorgum+macar fiği karışımı silajlarında elde ettiği pH (4.65 ile 5.20 arasında), laktik asit (%1.59 ile

%2.46 arasında) ve asetik asit (%0.78 ile %0.93 arasında) değerleri ile benzerlik göstermektedir. Diğer yandan Titterton ve Maasdorp (1997), Geren ve Kavut (2009), Paviz ve ark. (2011) ve Weinberg ve ark. (2011)'nin bildirdiği benzer bitkilerle yapılan silajlarda elde ettikleri sonuçlarda bu çalışma sonuçlarıyla uyum içerisindeydi.

Esasen, silo içerisinde gerçekleşen fermantasyon silajların besleme değerini, açıldıktan sonraki dayanımını ve hayvanlar tarafından sevilmek üzere tüketilmesini etkilemektedir. Fermantasyon sürecince ortamdaki pH, amonyak ve organik asitlerin miktarı son derece önemli olduğu için silaj fermantasyonu ve kalitesi değerlendirilirken kullanılan kriterlerdendir (Canbolat ve ark 2010, Filya 2001). Sorgum ile karışıma giren her 4 yem bitkisi de silajların pH'sını önemli oranda yükseltmiştir (p<0.01). Bu durumun SÇK içeriği düşük ve tamponlama kapasitesi yüksek olan baklagillerin (Filya 2001, Açıkgöz 2001) silaja girmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Silajlardaki organik asit miktarı ile silaj kalitesi yakından ilişkilidir. İyi gerçekleşmiş bir fermantasyon sonucunda oluşan silo yeminde, laktik asit miktarının %2'nin üzerinde olması, asetik asit miktarının %0.8'in altında olması beklenirken, bütirik asitin ise hiç istenmemesine rağmen %0.1-0.7 arasında olması normal karşılanmaktadır (Weinberg ve Ashbell 2003).

Tablo 3. Sorgum ve bazı bitkilerin farklı oranlardaki karışımlarından elde edilen silajlarının fermantasyon özellikleri

Silajlar	pH	Laktik asit (%)	Asetik asit (%)	Bütirik asit (%)
S80+ÇD20	4.06 bcd ^x	2.15 cd	0.79 c	0.21 e
S60+ÇD40	4.25 abc	2.44 c	0.72 cd	0.14 f
S40+ÇD60	4.29 a	2.80 a	0.73 cd	0.40 c
S80+L20	4.14 abcd	3.25 b	0.63 de	0.53 b
S60+L40	4.00 d	2.61 c	0.52 f	0.53 b
S40+L60	4.15 abcd	1.63 e	0.41 g	0.69 a
S80+K20	4.26 ab	1.66 e	0.62 e	0.49 b
S60+K40	4.12 abcd	2.24 cd	0.83 c	0.33 d
S40+K60	4.25 abc	1.43 e	0.79 c	0.27 de
S80+SY20	4.20 abcd	1.58 e	0.80 c	0.26 de
S60+SY40	4.25 abc	1.92 de	0.72 cd	0.21 e
S40+SY60	4.20 abcd	2.56 c	1.18 b	0.00 g
S100	4.03 cd	2.27 cd	1.42 a	0.00 g
Önem Düzeyi	*	**	**	**

*: Sütun içerisinde aynı harfleri alan ortalamalar arasında istatistik olarak önemli bir farklılık yoktur ($p < 0.05$).

*: Farklılıklar 0.05 seviyesinde önemlidir. **: Farklılıklar 0.01 seviyesinde önemlidir.

Silajların Mikrobiyolojik Özellikleri

Sorgum silajına 4 farklı yem bitkisinin ilave edilmesinin silajların mikrobiyolojik özellikleri üzerine etkisine ait sonuçlar Tablo 4'de sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar sorgumun diğer bitkilerle karıştırılarak silolanmasının LAB üretimini önemli düzeyde ($p < 0.01$) arttırdığını ve artış miktarının özellikle çayır düğmesi ile kapari bitkilerinde, karışıma girme oranlarıyla doğru orantılı olarak yükseldiğini göstermektedir. Öte yandan, en yüksek LAB değeri ($5.30 \log_{10} \text{cfu/g}$) çayır düğmesinin ilave edildiği silajlardan, en düşük değerler ise 2.11 ile S80+L20, 2.13 ile S80+K20, 2.18 ile S100, 2.26 ile S40+SY60 ve 2.28 ile S60+L40 silajlarından elde edilmiştir. Baklagillerin silaja ilavesi ile birlikte HP oranı artarken NDF ve ADF oranları düşmüştür (Tablo 4). Aslında LAB için daha fazla besin imkanı sağlanmış ve silo içerisindeki LAB üretimi arttırılmıştır. Diğer yandan maya ve küf değerleri de kontrol olarak kullanılan S100 silajına göre bazı silajlarda daha yüksek tespit edilmiştir. Bu durum baklagillerin zor silolanabilen bitkiler olmasıyla açıklanabilir (Açıkgöz 2001). Silajların mikrobiyolojik özellikleri kapsamında elde edilen bütün bu değerler, Esmail ve ark. (1991), Titterton ve Maasdorp (1997),

Geren ve Kavut (2009), Paviz ve ark. (2011) ve Weinberg ve ark. (2011)'nin bildirdiği benzer bitkileri kullanarak hazırladığı silajların değerleriyle örtüşmektedir.

LAB konservatif bir etkinliğe ve özelliğe sahip olmaları sebebiyle silolamada arzu edilen mikroorganizma grubudur. Bu bakteriler bitkisel materyalde bulunan SÇK'yı başta laktik asit olmak üzere asetik asit, etanol ve karbondioksit parçalarlar. Silolanacak olan yem bitkisinin SÇK içeriği silaj fermantasyonu sırasında LAB tarafından hızla parçalanarak laktik aside dönüştürüldüğünden bitkinin bu bakımdan yeterince zengin olması istenir. SÇK'nın yetersiz olduğu durumlarda LAB grubu dominant hale geçemez ve dolayısıyla pH istenilen düzeye düşmez (Basmacıoğlu ve Ergül 2002). Özdüven ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada mısır silajlarının LAB sayılarını 4.03 ile 5.38 arasında; Filya ve Sucu (2010) ise mısır bitkisi ile hazırladıkları silajlarda 5.52 ile 8.76 arasında tespit etmişlerdir. Koç ve ark. (1999), mısır+soya karışımı ile hazırladıkları silajlarda, LAB sayısını 3.77 ile 5.08 arasında bulmuşlardır. Bu çalışmada elde edilen değerler diğer araştırmacılarının sonuçları ile uyum içerisindeyken Filya ve Sucu (2010)'nun bildirdiği değerlerden daha az sayıda LAB tespit edilmiştir.

Tablo 4. Sorgum ve bazı bitkilerin farklı oranlardaki karışımlarından elde edilen silajların mikrobiyolojik özellikleri, log₁₀cfu/g

Silajlar	LAB	Maya	Küf
S80+ÇD20	5.30 a ^x	1.04 ef	0.24 g
S60+ÇD40	3.08 c	1.76 cd	0.43 f
S40+ÇD60	3.28 c	2.65 a	0.79 bcd
S80+L20	2.11 d	0.54 g	0.40 f
S60+L40	2.28 d	0.99 ef	0.64 de
S40+L60	3.03 c	1.72 cd	0.90 bc
S80+K20	2.13 d	0.52 g	0.39 fg
S60+K40	4.00 b	1.06 e	0.74 cd
S40+K60	3.06 c	2.13 b	0.95 ab
S80+SY20	3.46 c	0.68 fg	0.49 ef
S60+SY40	3.28 c	1.44 d	0.79 bcd
S40+SY60	2.26 d	2.06 bc	1.10 a
S100	2.18 d	0.41 g	0.16 h
Önem Düzeyi	**	**	**

*: Sütun içerisinde aynı harfleri alan ortalamalar arasında istatistik olarak önemli bir farklılık yoktur (p<0.05).

** : Farklılıklar 0.01 seviyesinde önemlidir. LAB: laktik asit bakterisi.

Sonuç

Bu çalışmada, tek başına silolandığı zaman da iyi fermente olan ve hayvanlar tarafından sevilerek tüketilen yüksek ot verimli sorgumun, temin edilmesi zor olmayan ve hatta silaja katılarak iyi değerlendirilmiş olacağı düşünülen bitkiler ile silolanmasının KM, HP, HY ve HK gibi besin içerikleri açısından daha iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Çayır düğmesi, kapari, soya ve *L. leucocephala* tek başlarına zor silolanabilen bitkiler olduğundan, sorgum ile %40 veya %60 oranda karıştırılması özellikle silajların kuru madde ve protein içerikleri olmak üzere besleme değerlerini arttırmıştır. Bununla birlikte karışıma giren bitkilerin silolanmasında yaşanan sıkıntılarda elde edilen değerlere yansımıştır. Diğer yandan, bu bitkilerin silaja katılan bitkisel kısımlarını değerlendirmek ekonomik açıdan da üreticiye katkı sağlayacaktır. Bunun yanında *L. leucocephala*'nın otlatıldığı dönemlerde mimosine adlı bazı hayvanlarda rahatsızlıklara sebep olabilen bir amino asit içerdiği de bilinmektedir (Garcia ve ark. 1996). Bu silajlar açısından beslenme ile ilgili herhangi bir olumsuzlukla karşılaşmamak için hayvan deneylerinin de dahil edildiği yeni araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenen 2012.01.0104.001 nolu projenin bir kısmıdır.

Kaynaklar

- Açıkgöz, E., 2001. Yembitkileri., 3. Baskı, 584 s., 7-025-0210, Uludağ Üniversitesi Basımevi Bursa.
- Akyıldız, R., 1984. Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. Ank Üniv Zir Fak Yayınları, No:358, Uygulama Kılavuzu: 122, s:174-185.
- Arslan, M. ve Cakmakci, S., 2011. Mısır (*Zea mays*) ve sorgumun (*Sorghum bicolor*) farklı bitkilerle birlikte yapılan silajlarının karşılaştırılmaları. *Akdeniz Üniv Ziraat Fak Derg*, 24(1): 47-53.
- Arslan, M., Erdurmuş, C., Öten, M., Aydınoglu, B. ve Çakmakçı, S., 2016. Mısırın (*Zea mays* L.) Çayır Düğmesi (*Sanguisorba minor Scop*) ile Farklı Oranlarda Karıştırılmasıyla Hazırlanan Silajların Ham Besin Madde İçerikleri ve Kalite Özellikleri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 3(1): 98–104.
- Ayaşan, T. 2011. Soya Silajı ve Hayvan Beslemede Kullanımı. Erciyes Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi, 8(3): 193-200.
- Basmacioğlu, H. ve Ergül, M., 2002. Silaj mikrobiyolojisi. *Hayvansal Üretim* 43(1): 12-24.
- Bolsen, K.K., Ashbell, G., Weinberg, Z.G., 1996. Silage fermentation and additives. *Asian Austral J Anim Sci*, 9(5): 483-493.
- Canbolat, Ö., Kalkan, H., Karaman, Ş. ve Filya, İ., 2010. Üzüm posasının yonca silajlarına karbonhidrat kaynağı olarak katılma olanakları. *Kafkas Üniv Vet Fak Derg*, 16(2): 269-276.
- Canbolat, O., Kalkan, H. ve Filya, İ., 2013. Yonca silajlarında katkı maddesi olarak gladiçya meyvelerinin (*Gleditsia Triacanthos*) kullanılma olanakları. *Kafkas Üniv Vet Fak Derg*, 19(2): 291-297.
- Carruthers, K., Prithiviraj, B., Cloutier, Q.FeD., Martin, R.C., Smith, L.D., 2000. Intercropping of corn with

- soybean, lupin and forages: sialge yield and quality. *Journal of Agronomy and Crop Science* 185: 177-185.
- Contreras-Govea, F., Marsalis, M., Angadi, S., Smith, G., Lauriault, L.M. and VanLeeuwen, D., 2011. Fermentability and Nutritive Value of Corn and Forage Sorghum Silage When in Mixture with Lablab Bean. *Crop Science*, 51: 1307-1313.
- Çakmakçı, S., Gündüz, İ., Aydınoglu, B., Çeçen, S. ve Tüsüz, M.A., 1999. Sorgum (*Sorghum bicolor* L.)'un silajlık kullanımında farklı biçim devrelerinin verim ve kalite üzerine etkileri. *Tübitak-Tr J of Agriculture and Forestry* 23 (3): 603-613.
- Çeçen, S., Öten, M. ve Erdurmuş, C. 2005. Batı Akdeniz sahil kuşağında sorgum (*Sorghum bicolor* L.), sudanotu (*Sorghum sudanense* Staph.) ve mısırın (*Zea mays* L.) ikinci ürün olarak değerlendirilmesi, Akdeniz Üniv. Zir. Fak. Derg., 18(3):337-341.
- Demirel, M., Celik, S., Temur, C., Guney, M., and Celik, S., 2009. Determination of Fermentation Properties and Digestibility Characteristics of Combination of Corn-Soybean and Corn Silages. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8 (4): 711-714.
- Demirel M, Cengiz F, Erdoğan S ve Çelik S., 2009. Van Ekolojik Koşullarında Yetiştirilen Sorgum ve Macar Fiği Karışımlarının Silaj Kaliteleri ve Besin Maddelerinin Rumende Parçalanabilirlikleri Üzerine Bir Araştırma. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7(3): 94-101.
- Esmail, S.H.M., Bolsen, K.K. and Pfaff, L., 1991. Maturity effects on chemical composition, silage fermentation and digestibility of whole plant grain sorghum and soya-bean silages fed to beef cattle. *Anim Feed Sci Technol*, 33: 79-85.
- Evangelista, A.R., Abreu, J.G., Amaral, P.N.C., Pereira, R.C., Salvador, F.M., Lopes, J. and Soares, L.Q. 2005. Chemical composition of sorghum silage (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) enriched with leucaena forage (*Leucaena leucocephala* (LAM.) DEWIT). *Cienc. Agrotec.*, 29(2):429-435.
- Fageria, N.K., Baligar, V.C., Jones, C.A., 1997. Growth and Mineral Nutrition of Field Crops. 2 nd Ed.; Marcel Dekker, Inc., New York.
- Filya, İ., 2001. Silaj Fermantasyonu. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 32 (1): 87-93.
- Filya, İ., 2003. The Effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the Fermentation, Aerobic Stability, and Ruminant Degradability of Low Dry Matter Corn and Sorghum Silages. *Journal of Dairy Science*, 86(11): 3575-3581.
- Filya, İ. and Sucu, E., 2010. The effects of lactic acid bacteria on the fermentation, aerobic stability and nutritive value of maize silage. *Grass and Forage Science*, 65, 446-455.
- Garcia, G.W., Ferguson, T.U., Neckles, F.A., Archibald, K.A.E., 1996. The nutritive value and forage productivity of *Leucaena leucocephala*. *Animal Feed Science Technology* 60: 29-41.
- Geren, H. ve Kavut, Y.T., 2009. İkinci ürün koşullarında yetiştirilen bazı sorgum (*Sorghum sp.*) türlerinin mısır (*Zea mays* L.) ile verim ve silaj kalitesi yönünden karşılaştırılması üzerine bir araştırma. *Ege Üniv Ziraat Fak Derg*, 46(1): 9-16.
- İpek, A. ve Sevimay, C.S., 2002. Çayır düğmesinde (*Sanguisorba minor Scop.*) azotlu gübrelemenin yem verimine ve verim özelliklerine etkisi. *Ankara Univ Zir Fak Tar Bil Derg*, 8 (4): 274-279.
- Johnson, L.M. and Harrison, J.H., 2001. Scientific aspects of silage making. *proceedings. 31st California Alfalfa&Forage Symposium*, 12-13 December, Modesto.
- Kaplan, M., 2011. Effect of Ensiling of Alfalfa with Sorghum on the Chemical Composition and Nutritive Value of Silage Mixtures. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10 (18): 2368-2371.
- Kara, K. ve Okçu, M., 2003. Erzurum şartlarında soyanın (*Glycine max* L.) farklı olgunlaşma dönemlerinde hasadının ot verimi ve otun kalitesi üzerine etkileri. *Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi*, 13-17 Ekim, Diyarbakır. s: 649-654.
- Karakozak, E. ve Ayaşan, T. 2010. Değişik Yem Bitkileri ve Karışımlarından Hazırlanan Silajlarda İnokulant Kullanımının Flieg Puanı ve Ham Besin Maddeleri Üzerine Etkileri. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 16(6): 987-994.
- Kılıç, A., 1986. Silo Yemi (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri). Bilgehan Basımevi, İzmir.
- Koç, F., Özdüven, M.L. ve Yurtman, İ.Y. 1999. Tuz ve mikrobiyal katkı maddesi ilavesinin mısır-soya karışımı silajlarda kalite ve aerobik dayanıklılık üzerindeki etkileri. *Hayvansal Üretim*, 39-40: 64-71.
- McDonald, P., Henderson, A.R., Heron, S.J.E., 1991. Microorganisms. In: McDonald, P., Henderson, A.R. and Heron, S.J.E. (eds) *The Biochemistry of Silage* pp. 81-151. UK: Abersywyth.
- Özdüven, L., Koç, F., Polat, C., Coşkuntuna, L., Başkavak, S. ve Şamlı, H.E. 2009. Bazı Mısır Çeşitlerinde Vejetasyon Döneminin Silolamada Fermantasyon Özellikleri ve Yem Değeri Üzerine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 6(2): 121-129.
- Özcan, M., 1999. Ham ve salamura kapari (*Capparis spp.*) meyvelerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri ve yağ asitleri bileşimi. *Tr J of Agriculture and Forestry*, 23 (3): 771-776.