

ADANA KOŞULLARINDA BAZI TATLI SORGUM GENOTİPLERİNİN POSA VERİMİ VE SİLAJ KALİTE ÖZELLİKLERİ

BAGASSE YIELDS AND SILAGE QUALITIES FROM BAGASSE OF SOME SWEET SORGHUM GENOTYPES UNDER ADANA CONDITIONS

Celal YÜCEL

Prof. Dr. Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Şırnak/Türkiye,

<https://orcid.org/0000-0001-6792-5890>

İlker İNAL

Dr., Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana/Türkiye,

<https://orcid.org/0000-0002-5891-8004>

Feyza GÜNDEL

Ziraat Yük. Müh., Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana/Türkiye,

<https://orcid.org/0000-0002-7435-4130>

Celile Aylin OLUK

Dr., Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana/Türkiye,

<https://orcid.org/0000-0001-8939-3610>

Hatice YÜCEL

Ziraat Müh., Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü,

<https://orcid.org/0000-0003-2813-5639>

Rüştü HATİPOĞLU

Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Adana/Türkiye,

<https://orcid.org/0000-0002-7977-0782>

Özet

Araştırma, biyoetanol üretimi için özsuyu alınmış tatlı sorgum sapının (posa) silaj yapılarak kalite değerlerinin saptanması amacıyla yürütülmüştür. Denemede materyal olarak, değişik kaynaklardan temin edilen yirmi bir tatlı sorgum (*Sorghum bicolor* var. *saccharatum* (L.) Mohlenbr.) hat ve çeşidi kullanılmıştır. Tarla denemeleri, Adana Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Araştırma Alanında, 2016 ve 2017 yıllarında, ikinci ürün koşullarında, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Her genotip 70 cm sıra aralıklı, 5 m uzunluğundaki 4 sıradan oluşan parsellere, sıra üzeri 15 cm olacak şekilde elle ekilmiştir. Bitkiler, salkımdaki tanelerin süt-hamur olum dönemi arasında, genotiplere göre farklı tarihlerde hasat edilmiştir. Yaprak ve salkımları alınan saplar, özsuyunu çıkarmak için makinede sıkılmış ve kalan posa silaj yapılarak yem kalite değerleri saptanmıştır. İki yıllık ortalamalara göre; posa veriminin 4259-11378 kg/da, kuru madde veriminin 1158-4004 kg/da, ham protein oranının 29.79-50.84 g kg KM, nötral deterjan lif oranının 525.1-694.8 g kg KM, asit deterjan lif oranının 351.2-486.8 g kg KM, nispi yem değerinin 68.7-109.5 ve laktik asit değerinin 21.8-46.44 g kg KM ve potasyum oranının %1.10-1.58 arasında değiştiği saptanmıştır. Araştırma sonuçlarına dayanarak, Adana ikinci ürün koşullarında yetiştirilen tatlı sorgumun biyoetanol üretimi için özsuyu çıkarıldıktan sonra geriye kalan posasının verim ve silaj kalite özellikleri açısından önemli ve kaliteli bir kaba yem olma potansiyeline sahip olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tatlı Sorgum, Posa Verimi, Silaj Kalitesi.

Abstract

The research was carried out with to determine bagasse yields and silage qualities from bagasse of some genotypes of sweet sorghum. Experiment materials consisted of twenty one sweet sorghum lines and varieties obtained from various sources. The field experiment was conducted according to randomized complete block design with four replications in the research area of Eastern Mediterranean Agricultural Research Institute (Adana, Turkey 36°51' 35" K and 35° 20' 43" D) during the second crop season in 2016 and 2017. Each genotype was sown in 4 rows with 5 m length and 0.7 m apart. Plants were harvested at different dates between milk and dough stages according to genotypes. The stems which were removed from leaves and panicles were squeezed in the machine and the remaining sap-extracted plants (bagasse) were silaged and investigated in terms of silage quality properties. According to the two years averaged values, bagasse yield, dry matter yield, crude protein, neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), relative feed value (RFV), lactic acid and potassium value were ranged from 42.6 to 113.9 t ha⁻¹, 11.6 to 40.0 t ha⁻¹, 29.79 to 50.84 g kg DM, 525.1 to 694.8 g kg DM, 351.2 to 486.8 g kg DM, 68.7 to 109.5, 21.8 to 46.44 g kg KM, and 1.103 to 1.579 %, respectively. From the results of the study, it was concluded that bagasse of sweet sorghum grown for the bioethanol production as second crop under Adana conditons could be an alternative resource of silage for the high quality roughage production.

Keywords: Sweet Sorghum, Bagasse Yield, Silage Quality.

1. GİRİŞ

Yıllara göre değişmekle birlikte Türkiye’de yaklaşık 14 milyon büyük baş ve 44-45 milyon küçükbaş hayvanın kaba yem ihtiyacı 63 mil. ton olduğu bildirilmektedir (BÜGEM, 2017). Bu hayvanların kaba yem gereksinimi doğal çayır-mera alanlarından ve yem bitkileri üretiminden karşılanmaya çalışılmaktadır. Tarla tarımı içerisinde 1.9 mil. ha ekim alanında yaklaşık 45 mil. ton yeşil ot veya 11-12 mil. ton kuru ot üretilmektedir (TÜİK, 2017). Çayır mera alanlarının 14.6 mil. ha olduğu ve yılda yaklaşık 12-15 milyon ton kuru ota eşdeğer yem elde edildiği bildirilmektedir (Altın ve ark., 2005). Hâlihazırda mevcut kaynaklardan sağlanan yem üretiminin 23-27 milyon ton (10 mil ton sapsaman gibi hasat artıkları sayılmazsa) olduğu ve yaklaşık 35-40 milyon ton kaba yem açığının olduğu bilinmektedir. Kaba yem kaynaklarını oluşturan çayır mera alanlarının önemli bir kısmının bitki örtüsünden yoksun ve verimleri düşük olduğu için, ülkemizde kaba yem açığının kısa sürede kapatılmasında tarla tarımı içerisinde yetiştirilecek yem bitkileri önemli rol oynayacaktır. Tarım ve Orman Bakanlığının ürünü destekleme planlaması sonucu yem bitkileri ekim alanlarında son yıllarda önemli artışlar (%10 seviyelerinde) olmuştur. Ancak bu artışlar, kaba yemin karşılanmasında yetersiz olup hala kaliteli kaba yem açığımız devam etmektedir. Sorgum türlerinin abiyotik stres koşullarına mısır göre daha toleranslı olmaları nedeniyle ileride muhtemel olumsuz çevre koşullarının oluşabileceği bölgelerde silajlık mısırın yerini alabilecek potansiyele sahiptir. Ayrıca tatlı sorgumun, mısır göre daha geniş adaptasyon alanına sahip olması, yani marjinal alanlarda tarımının yapılabilir olması, yem üretimini artırarak kaba yem açığının kapatılmasına katkı sağlayacak bir tür olduğunu ortaya koymaktadır. Tatlı sorgum, sap özsuyunda yüksek oranda şeker içermesi nedeniyle, sanayi ham maddesi (şeker, etanol, selüloz) olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca, saplarda özsuyu alındıktan sonra geriye kalan küspe etanol (Jacques ve ark., 1999) ve hayvan beslemede (Jafarinia ve ark., 2005) kullanılmaktadır. Fakat şu anda küspeden etanol üretiminin ekonomik olmayacağı (Drapcho ve ark., 2008), bundan dolayı yem amaçlı olarak kullanılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir. Bitki özsuyu alınan tatlı sorgum sapsaları, silaj yapılarak yem maddesi olarak değerlendirilmektedir. Sorgum, fotosentetik yol (C4) bakımından mısır ile benzer yolu izleyen bir bitkidir, ancak doku yapısı ve dağılımı (sap, yaprak ve başaklanma) iki bitkide farklılık göstermektedir. Olgunlaşma ile birlikte yapraklardaki ADF konsantrasyonu (%34.6 KM süt olum ve %40.3 KM sert hamur dönemi) artmakta iken, sapsalarda (%38-39 KM) sabit kalmakta ya da azalmaktadır (Contreras-Govea ve ark., 2010). Kalitesi yüksek yeni sorgum çeşitlerinin geliştirilmesi ve uygun yetiştirme teknikleri uygulamaları ile (uygun biçim dönemi ve azot dozu uygulamaları gibi),

sorgumdan kaynaklanan olumsuz etkiler giderilerek, sorgumun ekim alanları artırılabilir. Yemlik sorgumun kalite bakımından kompozisyonu olgunlaşma dönemi, çeşit, iklim, hasat koşulları ve diğer birçok faktöre bağlı olarak değişebilmektedir. Birçok yem bitkisinde olduğu gibi protein içeriği ve besleme değeri olgunlaşma ile birlikte azalmaktadır. Sorgum için en uygun silolama dönemi, tanelerin orta hamur dönemi (bitki neminin %65-70) olduğu, sığırlar için kullanılacaksa birkaç gün daha geç hasat edilebileceği bildirilmektedir (Undersander ve ark., 2003).

Araştırmada, farklı tatlı sorgum genotiplerinin Adana/Çukurova ikinci ürün koşullarında (buğday hasadında sonra) yürütülen adaptasyon çalışmaları sonucu, etanol üretimi için özsuğu alınmış sapların silaj yapılarak genotiplerin yem kalite potansiyelleri ortaya konulması hedeflenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal: Araştırmada yer alan genotiplerin adları ve materyalin temin edildiği kaynaklar; **1)** Cowley, Dale, Grassi, M81-E, Menonita, Nebraska sugarcane, PI579753, Ramada, Roma, Rox Orange, Smith, Sugar Drip, Theis, Topper 76, Tracy, UNL-Hybrid -3 (26297xM81 E), Williams (Prof. Dr. İsmail Dweikat, Nebraska Üniversitesi, Lincoln, ABD); **2)** no:2 USDA orijin Çin, no91 USDA orijin Tayvan, no5 USDA orijin Güney Afrika (BATAEM, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya); **3)** Lokal çeşit Gülseker (Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa).

Tarla denemelerinin yürütüldüğü topraklar, Arıklı toprak serisi olup, 0-15 ve 15-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerinde yapılan analizler sonucunda; pH'nın 7.0-7.50 arasında, toplam tuz %0.22-0.27, N % 0.10-0.19, organik karbon (OC) % 0.63-0.90, fosfor (P) 0.63-0.90 mg/kg, kireç içeriği (CaCO₃) %32.5-35.0, kum; %24-28, silt % 41-43, kilin ise %30-33 arasında değiştiği ve toprak tekstür sınıfının killi-tın (CL) yapısında olduğu saptanmıştır.

Araştırmanın yürütüldüğü Haziran-Ekim döneminde ortalama sıcaklık 2016 ve 2017 yıllarında sırasıyla 25.1 °C ve 24.8 °C olarak, aynı dönemdeki ortalama nispi nem %79.0 ve %79.6 olmuş ve söz konusu dönemdeki toplam yağış miktarı ise 46.2 ve 48.2 kg/m² olarak kaydedilmiştir. Bu dönemdeki yağışın bitki yetiştiriciliği için yeterli olmaması nedeniyle, ihtiyaç duyulduğu kadar sulama yapılmıştır.

Yöntem: Tarla denemeleri, 2016 ve 2017 yıllarında Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün (DATAEM) Doğankent'deki Araştırma Alanında (36° 51' 35" K ve 35° 20' 43" D) 4 tekrarlamalı, tesadüf blokları deneme desenine uygun olarak yürütülmüştür. Ekim, buğday hasadından sonraki döneme rastlayan Haziran ayının ortasında yapılmıştır. Ekim öncesi dekara saf olarak 5 kg/da azot ve fosfor gelecek şekilde taban gübresi verilmiştir. Her genotip 70 cm aralıkla, sıra üzeri mesafesi 15 cm olacak şekilde 5 m uzunluğunda 4 sıra halindeki sırtlara elle ekilmiştir. Bitkiler 40-50 cm'ye ulaştığı dönemde, elle sıra arasına üst gübre olarak 5 kg/da saf azot verilerek sulamaya başlanılmıştır. Denemede, parsellerdeki bitkilerde salkımdaki tanelerin süt olum ile hamur olum dönemi arasındaki dönemde hasat yapılmıştır. Biçilen alandaki materyal tarlada tartılarak yaş ağırlıklıları saptanmıştır. Ayrıca her parselde rastgele salkımlı 10'ar bitki seçilmiş ve laboratuvar/ambara taşınmıştır. Ambarda 10 bitkinin sap, yaprak ve salkım alındıktan sonra, özel tasarlanmış bir makineden sıkılarak özsuğu alınıp, özsuğu oranına göre posa verimi saptanmıştır. Sıkılan saplar tekrardan yaprak dal öğütme makinesinde parçalandıktan sonra silaj yapılmıştır. Ekstraksiyon ile öz suyu alınan saplardan (posa) alınan 1000 g sıkılmış örnek yaprak/dal öğütme aletinde parçalandıktan sonra (4-5 cm uzunluğunda), özel hazırlanmış 1 kg vakumlu poşetlere konulmuş ve vakum aletinde vakumlanmıştır (%95 havası alınmakta). Vakumlanan silaj materyali etiketlenerek oda koşullarında muhafaza edilmiş ve 60 gün sonra silaj kalite analizlerinin yapılması için bekletilmiştir. Silaj örneklerinde pH analizlerinin yapılmasında dijital pH metreten yararlanılarak ölçümler 20 g silajın 180 ml saf suda 30 saniye yüksek hızda karıştırılmasından sonra alınan süzüklerde saptanmıştır. Açılan silajların tamamı 60 °C kurutma dolabında ağırlığı sabitleşince kadar tartılıp KM oranları saptanarak, KM verimleri

hesaplanmıştır. Kurumuş olan örneğin tamamı 1-2 mm elek çapına sahip değirmende öğütülerek analize hazırlanmıştır. Örneklerin azot (N) içeriğinin belirlenmesinde Kjeldahl metodu kullanılmıştır. Ham Protein oranı ise $N \times 6.25$ formülü ile belirlenmiştir (AOAC, 1990). Yemlerin hücre duvarı bileşenlerini oluşturan % NDF ve ADF içerikleri Van Soest ark. (1991) tarafından açıklanan yöntemle göre ANKOM lif analiz cihazı (*Fiber analyzer*) ile saptanmıştır. SKM oranı ve KMT, Schroeder (1994) tarafından açıklanan formüle göre hesaplanmıştır. Buna göre, $SKM = 88.9 - (0.779 \times \%ADF)$; $KMT = 120 / \%NDF$. Örneklerin nispi yem değerleri ise, $NYD = (\%SKM \times \%KMT) / 1.29$ eşitliğine göre hesaplanmıştır. Net Enerji (NEL) ($Mcal/kg$) = $1.892 - (0.0141 \times ADF)$ formülünden hesaplanmıştır.

Silaj kuru maddesindeki mineral elementler, NIRS (Near Reflectance Spectroscopy, Foss XDS Rapid Content Analyser with ISIscan Software) cihazında saptanmıştır.

Organik Asit Analizleri: HPLC ile organik asit analizleri saptamak amacıyla (laktik asit, asetik asit, propiyonik asit, bütirik asit) silaj sonrası alınan örnekler 0.45 µm'lik filtreden (Milipore Millex-HV, Hidrofilik PVDF filtre) geçirilmiş ve **Shimadzu LC-20AD model SPD-20A UV ve RID 10A** refraktif indeks dedektörlü HPLC cihazına enjekte edilmiştir. Kolon olarak IC Sep ION-300 (300 x 7.8 mm) marka kolon ve taşıyıcı faz olarak 5 mM'lik sülfürik asit çözeltisi kullanılmış ve akış hızı 0.6 mL/dak olarak ayarlanmıştır. Örneklerdeki organik asit konsantrasyonlarının belirlenmesinde dış standart yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla standartlardan 5 farklı konsantrasyonda kalibrasyon çözeltileri hazırlanıp HPLC'de analiz edilmiş ve elde edilen verilere doğrusal regrasyon analizi uygulanarak eğriyi tanımlayan eşitlik hesaplanmıştır. Bu eşitlik kullanılarak örneklerdeki organik asit miktarları belirlenmiştir. Organik asit analizleri, Çukurova Üniversitesi iş paketinde etanol analizleri için alınmış olan HPLC cihazında yapılmıştır.



Şekil 1. Tatlı sorgum posasında silaj yapımı ve kalite analizleri

3. BULGULAR

Çukurova koşullarında 2016 ve 2017 yılında sürdürülen denemelerde yer alan tatlı sorgum çeşit ve hatlarına ait bitkilerin, yaprak ve salkımları alındıktan sonra yaş sap sıkılarak özsuğu alınmıştır. Geriye kalan saplar (posa) silaj yapılarak kaba yem amacıyla değerlendirilmiştir.

İki yıllık ortalamalara göre çeşitlerin; posa veriminin 4259-11387 kg/da arasında değiştiği ve ortalama 7472 kg/da olduğu, kuru madde veriminin 1158-4004 kg/da arasında değiştiği ve ortalama 2266 kg/da olduğu, kuru madde oranının %27.33-37.86 arasında değiştiği ve ortalama %32.86 olduğu, sindirilebilir kuru madde veriminin 719-2235 kg/da arasında değiştiği ve ortalama 1292 kg/da olduğu saptanmıştır (Çizelge 1).

İki yıllık ortalamalara göre çeşitlerin ham protein oranının 29.79-50.84 g kg KM arasında değiştiği ve ortalama 40.75 g kg KM olduğu, pH değerlerinin 3.02-3.34 arasında değiştiği ve ortalama 3.11 olduğu, ham protein veriminin 49.5-167.5 kg/da arasında değiştiği ve ortalama 91.6 kg/da olduğu, net enerji değeri 1.206-1.397 Mcal kg KM arasında değiştiği ve ortalama 1.322 Mcal kg KM olduğu,

sindirilebilir kuru madde oranı %50.98-61.54 arasında değiştiği ve ortalama %57.42 olduğu saptanmıştır (Çizelge 1).

İki yıllık ortalamalara göre çeşitlerin hücre çeperi bileşenlerinden asit deterjan lignin oranının 49.30-91.40 g kg KM arasında değiştiği ve ortalama 65.60 g kg KM olduğu, nötral deterjan lif oranının 525.1-694.8 g kg KM arasında değiştiği ve ortalama 599.2 g kg KM olduğu, asit deterjan lif oranının 351.2-486.8 g kg KM arasında değiştiği ve ortalama 404.2 g kg KM olduğu saptanmıştır (Çizelge 1).

İki yıllık ortalamalara göre çeşitlerin ham kül içeriğinin 37.0-65.6 g kg KM arasında değiştiği ve ortalama 52.3 g kg KM olduğu, kuru madde alımının %1.74-2.33 arasında değiştiği ve ortalama %2.06 olduğu, nispi yem değerinin 68.7-109.5 arasında değiştiği ve ortalama 92.5 olduğu saptanmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Tatlı sorgum posasının silajında incelenen özelliklere ait iki yıllık ortalamalara göre minimum, maksimum ve ortalama değerleri (n:1680).

Sıra No	İncelenen Özellik	Birimi	Min.	Max.	Ortalama
1	Posa Verimi	Kg/da	4259	11387	7472
2	Kuru Madde (KM) Verimi	Kg/da	1158	4004	2266
3	Kuru Madde Oranı	%	27.33	37.86	32.86
4	Sindirilebilir KM. Verimi	Kg/da	719	2235	1292
5	pH	---	3.02	3.34	3.11
6	Ham Protein (HP) Oranı	g kg KM	29.79	50.84	40.75
7	Ham Protein Verimi	Kg/da	49.5	167.5	91.6
8	Net Enerji (NE)	Mcal kg KM	1.206	1.397	1.322
9	Sindirilebilir KM. Oranı	%	50.98	61.54	57.42
10	Asit Deterjan Lignin (ADL)	g kg KM	49.30	91.40	65.60
11	Nötr Deterjan Lif (NDF)	g kg KM	525.1	694.8	599.2
12	Asit Deterjan Lif (ADF)	g kg KM	351.2	486.8	404.2
13	Ham Kül (HK) İçeriği	g kg KM	37.0	65.6	52.3
14	Kuru Madde Alımı (KMA)	%	1.74	2.33	2.06
15	Nispi Yem Değeri (NYD)	---	68.7	109.5	92.5
16	Fleig Puanı	Skala	78.9	84.8	81.8
17	Kalsiyum (Ca)	%	0.182	0.234	0.210
18	Potasyum (K)	%	1.103	1.579	1.338
19	Magnezyum (Mg)	%	0.144	0.190	0.137
20	Fosfor (P)	%	0.133	0.228	0.176

21	Laktik Asit (LA)	g kg KM	21.80	46.44	35.89
22	Asetik Asit (AA)	g kg KM	4.75	11.57	6.97
23	Propiyonik Asit (PA)	g kg KM	0.00	2.60	1.34
24	Bütrik Asit (BA)	g kg KM	0.16	1.51	0.50

n: her çeşit için 10 bitki x 4 tekrar x 21 çeşit x yıl=1680)

İki yıllık ortalamalara göre çeşitlerin Fleig puanı 78.9-84.8 arasında değiştiği ve ortalama 81.8 olduğu saptanmıştır.

İki yıllık ortalamalara göre çeşitlerin mineral elementlerden Kalsiyum (Ca) değeri % 0.182-0.234 arasında değiştiği ve ortalama %0.210 olduğu, Potasyum (K) değeri % 1.103-1.579 arasında değiştiği ve ortalama %1.338 olduğu, Magnezyum (Mg) değeri % 0.144-0.190 arasında değiştiği ve ortalama %0.137 olduğu ve Fosfor (P) değeri % 0.133-0.228 arasında değiştiği ve ortalama %0.176 olduğu saptanmıştır (Çizelge 1).

İki yıllık ortalamalara göre çeşitlerin organik asit içeriklerinden laktik asit içeriği 21.80-46.44 g kg KM arasında değiştiği ve ortalama 35.89 g kg KM olduğu, asetik asit içeriği 4.75-11.57 g kg KM arasında değiştiği ve ortalama 6.97 g kg KM olduğu, propiyonik asit içeriği 0.00-2.60 g kg KM arasında değiştiği ve ortalama 1.34 g kg KM olduğu ve bütrik asit içeriği 0.16-1.51 g kg KM arasında değiştiği ve ortalama 0.50 g kg KM olduğu saptanmıştır (Çizelge 1).

4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bitki boyu uzun olan ve biyokütle verimi yüksek olan genotiplerin genelde posa verimleri de yüksek olmaktadır. Farklı ekolojilerde ve genotiplerle yapılan çalışmalarda posa veriminin 2-6 ton arasında değiştiği bildirilmiştir (Negro ve ark., 1999; Korpos ve ark., 2008; Khalil ve ark., 2015).

Posa verimi yüksek olan genotiplerin kuru madde verimleri de yüksek olmaktadır. Çeşitlere göre değişmekle birlikte sorgumun kuru madde veriminin 1.6-2.3 t/da arasında değiştiği bildirilmektedir (Mahmood ve ark., 2013). Chakravarthi ve ark. (2017), tatlı sorgumda kuru madde içeriğinin %11.82 ile 38.19 arasında değiştiğini ve ortalama % 26.30 olduğunu bildirmişlerdir.

Farklı ekolojilerde ve genotiplerle yapılan çalışmalarda sıkılan tatlı sorgum posasının silaj HP değerinin %6.02-7.26 arasında değiştiği (Kumari ve ark., 2013), Vidya ve ark. (2016) yapraklı sıkılmış tatlı sorgum posası ile yapılan silajların HP oranının %7.48 olduğunu bildirmektedirler. Ayrıca, sorgum silajının HP oranının % 4.10-7.78 arasında değiştiği bildirilmektedir (Rodrigues ve ark., 2006; Junior ve ark., 2015). Cattani ve ark. (2017), mısır ve sorgum silajını karşılaştırdıkları araştırmada, mısır ve sorgumun HP oranlarını sırasıyla 76.8 ve 73.7 g kg KM olarak belirlemişlerdir. Gomes-Rocha ve ark. (2018). Farklı tatlı sorgum çeşitlerinin posa HP oranın %5.53-7.14, ve pH'nın 3.40-3.63 arasında değiştiğini bildirmektedir.

Sorgum silajının sindirilebilirliğinin %56.96 ile 66.30 arasında değiştiği bildirilmektedir (Junior ve ark., 2015; Karthikeyan ve ark. (2017). Sorgum saplarındaki şeker içeriğinin artması hazım olabilirliği ve yem kalitesini de artırmaktadır (Poehlman, 1994; Blümmel ve ark., 2009).

Yemin kalitesini ve sindirilebilirliğini etkileyen hücre çeperi bileşenleri (ADL, ADF ve NDF) önemli özelliklerdir. Khalil ve ark. (2015), Mısır ülkesinde farklı tatlı sorgum çeşitlerinde yaş küspenin ham selüloz oranının % 21.15-38.43, hemiselüloz oranının %11.73-17.20, selüloz oranının %20.18-26.14 ve lignin içeriğinin ise 5.34-11.30 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kumari ve ark. (2013), sıkılan tatlı sorgum posasının silaj NDF değerlerinin %75.4 ile 73.54 arasında değiştiğini, Vidya ve ark. (2016) yapraklı sıkılmış tatlı sorgum posası ile yapılan silajların NDF içeriğini %71.81 olduğunu

bildirmektedir. Sorgum küspesinin %27-48 selüloz, %19-24 hemiselüloz ve %9-32 lignin içerdiği saptanmıştır (Yu ve ark. 2014). Kumari ve ark. (2013), sıkılan tatlı sorgum posası ile yapılan silajların ADF değerinin %45.9-46.82 arasında değiştiğini, Vidya ve ark. (2016), yapraklı sıkılmış tatlı sorgum posası ile yapılan silajların ADF oranının %46.75 olduğunu bildirmektedirler. Ávila ve ark. (2013) sorgum genotiplere ait posanın NDF değerini %63 ve ADF oranını %41.4 olarak belirlemişlerdir. Gomes-Rocha ve ark. (2018). Farklı tatlı sorgum çeşitlerinin posa NDF oranını %39.23-55.28 ve ADF % 19.16-28.44 arasında değiştiğini bildirmektedir.

Tatlı sorgum posası ile yapılan silajların kuru madde alımı iyi olup ancak bu değerlerin daha da yükseltilmesi istendiğinde, silajlara değişik katkı maddeleri ilave edilmektedir. Bu konuda yapılan birçok araştırma aşağıda gibi özetlenmiştir. Protein kaynaklı değişik katkı maddeleri (balık unu), azot kaynaklı katkı maddelerinin sığırlarda yem alımını artırdığı bildirilmiştir (Kim ve ark., 2000; Pereira ve ark., 2008). Silaj fermantasyon kalitesinin ruminatlarda yem alımı, besin kullanımı ve süt üretimi üzerine önemli etkiye bulunduğu bildirilmektedir (Huhtanen ve ark., 2002; 2003). Karthikeyan ve ark. (2017), sorgumda kuru madde alımının çeşitlere göre değişmekle birlikte %1.67 ile 2.20 arasında değiştiğini, ortalama %1.93 olduğunu bildirmektedirler.

Tatlı sorgumun yüksek oranda suda çözülebilir karbonhidrat içeriği nedeniyle enerji içeriğinin de yüksek olduğu bildirilmektedir (Kaiser ve ark., 2004). Cattani ve ark (2017), sorgum silajının NE enerji içeriğinin 1.82-0.92 Mcal kg KM arasında değiştiğini bildirmektedirler.

Neto ve ark. (2017), tatlı sorgum çeşitlerinin düşük kül içeriğinin, muhtemelen bu çeşitlerin sap oranının fazla olmasından kaynaklandığını ve farklı sorgum çeşitlerinin kül içeriğinin %7.76 ile 10.94 arasında değiştiğini bildirmektedirler. Tatlı sorgum çeşitlerinin kül içeriğinin %5.62 ile 13.08 arasında değiştiği (Kumari ve ark., 2013; Mahmood ve ark., 2013; Chakravarthi ve ark. (2017). Önceki çalışmalarda elde edilen ham kül değerleri ile elde edilen bulguların benzerlik gösterdikleri görülmektedir.

Negro ve ark. (1999), tatlı sorgum posasının mineral elementlerden Ca değerinin %0.19, potasyum içeriğinin %0.20 olduğu, fosfor içeriğinin %0.08 olduğunu bildirmektedirler.

Durul (2016), saf tatlı sorgum silajının laktik asit değerinin % 1.09-2.79 arasında, AA değerinin %0.09- 0.21 arasında değiştiğini saptamıştır.

5. SONUÇ

Araştırmada, bazı genotiplerin posa verimlerinin 10 ton/da'ın üzerinde verime sahip oldukları ve söz konusu materyalin silaj yapılması sonucu özellikle yüksek kalitede kaba yem potansiyeli oluşturduğu saptanmıştır. Araştırma sonuçlarına dayanılarak, Ülkemizin Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü bölgelerinde uygulanmakta olan ekim nöbeti sistemlerinde tatlı sorgum bitkisine yer verilerek bu bitkiden hem bioetanol elde edilebileceği ve hem de ülkemiz hayvancılığının kaliteli kaba yem gereksiniminin karşılanmasına önemli katkı sağlanabileceği sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Tübitak tarafından desteklenen 114O945 nolu projenin bir bölümüdür. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK' teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Altın, M., Gökkuş A., Koç A. 2005. Çayır Mera Islahı. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Gen. Müd., Çayır Mera Yem Bitkileri ve Havza Geliştirme Daire Başkanlığı, 468s., Ankara.

- AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemists. Official method of analysis. 15th ed. Washington, DC. USA, 66-88.
- Avila, S.C., Martins, A.A., Kozloski, G.V., Orlandi, T., Mezzomo, M.P., Stefanello, C.M., Hentz, F. Castagnino, P. 2013. Sunflower meal supplementation to wethers fed sorghum bagasse silage. *Ciência Rural*, 42 (7):1245-1250.
- Blümmel, M., Rao, S.S., Palaniswami, S., Shah, L., Reddy, B.V.S. 2009 . Evaluation of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) used for bio-ethanol production in the context of optimizing whole plant utilization. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 9:1-10.
- BÜGEM, (2017). <http://www.tarim.gov.tr/BUGEM/Menu/9/Veriler>, Son erişim tarihi, 8 Ağustos 2017.
- Cattani, M., Guzzo, N., Mantovani, R., Bailoni, L. 2017. Effects of total replacement of corn silage with sorghum silage on milk yield, composition, and quality. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 8:15 DOI 10.1186/s40104-017-0146-8.
- Chakravarthi, M.K., Reddy, Y.R., Rao, K.S., Ravi, A. Punyakumari, B., Ekambaram, B. 2017. A study on nutritive value and chemical composition of sorghum fodder, *International Journal of Science. Environment and Technology*, 6 (1): 104-9.
- Contreras-Govea, F.E., Marsalis, M.A., Lauriault, L.M., Bean, B.W. 2010. Forage sorghum nutritive value: A review. *Forage and Grazinglands*, 25 January 2010.
- Drapcho, C.M., Nhuan, N.P, Walker, T.H. 2008. *Biofuels Engineering Process Technol*, The McGraw-Hill companies, Inc, USA.
- Durul, G. 2016. Farklı Biçim Zamanlarının Tatlı Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench var. *saccharatum*) ve Fasulye (*Phaseolus vulgaris*) Silaj Karışımlarında Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri ABD, Y. Lisans Tezi*, 72 s.
- Gomes-Rocha, F. M., Evangelista, A. R., Rocha, N. S., Silva, T. O. Da, Abreu, L. R. A., Ortêncio, M. O., Guimarães, C. G., Bonfa, C. S. 2018. Fermentation characteristics and bromatological composition of sweet sorghum bagasse silages. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, 19 (2):157-165. abr./jun. <https://doi.org/10.1590/s1519-99402018000200002>
- Huhtanen, P., Khalili, H., Nousiainen, J.I., Rinne, M., Jaakkola, S., Heikkilä, T., Nousiainen, J. 2002. Prediction on the relative intake potential of grass silage by dairy cows. *Livestock Production Science*, 73: 111-130.
- Huhtanen, P., Nousiainen, J.I., Khalili, H., Jaakkola, S., Heikkilä, T. 2003. Relationship between silage fermentation characteristics and milk production parameters: analyses of literature data. *Livestock Production Science*, 81:57-73.
- Jacques, K., Lyons, T.P., Kelsall, D.R. 1999. *The Alcohol Textbook*. 3rd Eds. P.388
- Jafarinia, M., Almodares, A., Khorvash, M. 2005. Using sweet sorghum bagasse in silo. In: *Proceeding of the 2nd Congress of Using Renewable Sources and Agric. Wastes* (Eds. M Jafarinia, A Almodares & M Khorvash). Khorasgan Azade University, Isfahan, Iran.
- Junior, M.A.P.O., Retore, M., Manarelli, D.M., De Souza, F.B., Ledesma, L.L.M., Orrico, A.C.A. 2015. Forage potential and silage quality of four varieties of saccharine sorghum. *Pesquisa Agropecuária Brasileira Brasília*, 50 (12):1201-7.
- Kaiser, A.G., Plitz, J.W., Burns, H.M., Griffiths, N.W. 2004. *Successful Silage*. Dairy Australia NSW Department of Primary Industries, 468p.
- Karthikeyan, B.J., Babu C., Amalraj J.J. 2017. Nutritive Value and Fodder Potential of Different Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Cultivars. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(8):898-911.

- Khalil, S.R.A., Abdelhafez, A.A., Amer, E.A.M. 2015. Evaluation of bioethanol production from juice and bagasse of some sweet sorghum varieties. *Annals of Agricultural Science*, 60(2):317-324.
- Kim, S.C., Kim, J.H., Kim, C.H., Lee, J.C., Ko, Y.D. 2000. Effects of whole crop corn ensiled with cage layer manure on nutritional quality and microbial protein synthesis in sheep. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 13:1548-1553.
- Korpos, M.G., Feczak J., Reczey K. 2008. Sweet sorghum juice and bagasse as a possible feedstock for bioethanol production. *Hungarian Journal of Industry and Chemistry*, 36(1-2):43-48.
- Kumari N. N., Reddy Y.R., Blümmel M., Nagalakshmi D., Monica T. 2013. Effect of feeding sweet sorghum bagasse silage with or without chopping on nutrient utilization in Deccani Sheep. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 13: 243-249
- Mahmood, A., Ullah H., Ijaz M., Javaid M.M., Shahzad A.N., Honermeier B. 2013. Evaluation of sorghum hybrids for biomass and biogas production. *Australian Journal of Crop Science*, 7(10):1456-1462 (2013).
- Negro, M.J., Solano M.L., Ciri P., Carrasco J. 1999. Composting of sweet sorghum bagasse with other wastes, *Bioresource Technology*, 67: 89-92.
- Neto, A.B., Pereira dos Reis R.H., Cabral, L.S., Abreu, J.G., Sousa D.P., Sousa, F.G. 2017. Nutritional value of sorghum silage of different purposes. *Ciência e Agrotecnologia*, 41(3):288-299. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-70542017413038516>.
- Pereira, D.H., Pereira, O.G., Silva, B.C., Leao, M.I., Valadares, F.S.C., Gacia, R. 2008. Nutrient intake and digestibility and ruminal parameters in beef cattle fed diets containing *Bracharia brizantha* silage and concentrate at different ratios. *Animal Feed Sciences Technology*, 140:52-56.
- Poehlman, J.M. 1994. Breeding sorghum and millet. In *Breeding field crops*, 3rd ed, ed. J.M. Poehlman, 508-541. Ames, Iowa, USA: Iowa State University Press.
- Rodrigues, F.O., França, A.F. de S., Oliveira, R.de P., Oliveria, E.R. de., Rosa B., Soares T.V., Mello, S.Q.S. 2006. Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] submetidos através doses de nitrogênio. *Ciência Animal Brasileira*, 7, 37- 48, DOI: 10.1590/S1516- 35982002000900030.
- Schroeder, J.W.1994. Interpreting forage Analysis. Extension Dairy specialist (NDSU). AS-1080, North Dakota State University.
- TÜİK. 2017. Türkiye İstatistik Kurumu, Tarım İstatistikleri, www.tuik.gov.tr. Son erişim tarihi: 8 Ağustos 2017.
- Undersander, D.J., Smith, L.H., Kaminski, A.R., Kelling, K.A., Doll, J.D. 2003. Sorghum Forage”. In: *Alternative Field Crop Manual*, University of Wisconsin-Extension, Cooperative Extension. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/forage.html>.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.D., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74:3583-3597.
- Vidya, B., Reddy, Y.R., Rao, D.S., Reddy, V.R., Kumari, N.N., Blummel, M. 2016. Effect of supplementation of concentrate to sweet sorghum bagasse with leaf residue silage on nutrient utilization and nitrogen balance in native sheep. *Indian Journal of Animal Research*, 50 (3):387-391.
- Yu, M., Li J., Li S., Du R., Jiang Y., Fan, G., Zhao, G., Chang, S. 2014. A cost-effective integrated process to convert solid-state fermented sweet sorghum bagasse into cellulosic ethanol. *Applied Energy*, 115:331-336.