

Zeytinyağı Sanayii Yan Ürünü Karasuyun Mısır Silajlarının Kalitesi ve Mikrobiyolojik Özelliklerine Etkisi*

Asuman ARSLAN DURU¹, Metin DURU^{1*}, Osman YÜKSEL², Dilek AKSU ELMALI³

¹Uşak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Uşak/TÜRKİYE

²Uşak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Uşak/TÜRKİYE

³Mustafa Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Hatay/TÜRKİYE

*2014/MF021" numara ve "Zeytinyağı Sanayi Yan Ürünü Karasuyun Silaj Katkı Maddesi Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması" isimli proje olarak Uşak Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

Alınış tarihi: 19 Temmuz 2024, Kabul tarihi: 25 Kasım 2024

Sorumlu yazar: Metin DURU, e-posta: durumet@gmail.com

Öz

Amaç: Çalışmada amaç zeytinyağı sanayii yan ürünü olan karasuyun mısır silajlarına farklı oranlarda ilavesinin kimyasal kompozisyon, fermentasyon, fiziksel, mikrobiyolojik özellikleri ve *in vitro* sindirilebilirlikleri üzerine etkilerini belirlemektir. **Materyal ve Yöntem:** Araştırma grupları şu şekilde oluşturulmuştur: (i) % 100 mısır silajı (kontrol); (ii) % 95 mısır + % 5 karasu; (iii) % 90 mısır + % 10 karasu; (iv) % 85 Mısır + % 15 karasu; (v) % 80 mısır + % 20 karasu karışımlarından oluşan silaj. Siloma süresi 56 gün sürmüştür. Araştırma sonuçlarının analizinde, One-way ANOVA prosedürü ve grupların farklılıklarının karşılaştırılmasında Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları: Denemede elde edilen sonuca göre, % 90 mısır + % 10 karasu silajı grubunda koku, strüktür ve ham protein değerleri, % 90 mısır + % 20 karasu silajında ham selüloz değeri, tüm gruplarda organik madde miktarı ve *in vitro* kuru madde içerikleri azalmış, kuru madde, ham kül, ham yağ, asit deterjan fiber, pH, Fleig puanı değerleri artmıştır. Nötral deterjan fiber, suda çözünabilir karbonhidrat, amonyak azotu, *in vitro* organik madde içeriği bakımından görülen farklılıklar önemsizdir. Araştırma silajlarında Sülfid indirgeyen anaeroblar, *listeria* spp. ve enterobacteriaceae içeriğine rastlanmamıştır. Herhangi bir örnekte küf-maya içeriğine rastlanmamıştır.

Sonuç: Araştırmada elde edilen sonuca göre, mısır silajlarına % 20 düzeyine kadar karasu ilavesinin herhangi bir etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Mısır, karasu, silaj, fermentasyon, mikrobiyoloji

The Effect of Olive Oil Industry By-Product Olive Wastewater on the Quality and Microbiological Properties of Corn Silages

Abstract

Objective: The aim of the study was to determine the effects of the addition of olive wastewater, a by-product of olive oil industry, to corn silages at various doses on chemical composition, fermentation, physical, microbiological properties and *in vitro* digestibility.

Materials and Methods: The research groups were formed as follows: (i) 100% maize silage (control); (ii) 95% maize + 5% olive wastewater; (iii) 90% maize + 10% olive wastewater; (iv) 85% maize + 15% olive wastewater; (v) 80% maize + 20% olive wastewater. The ensiling period was continued for 56 days. One-way ANOVA procedure and Duncan Multiple Comparison Test were used to compare the differences of the groups.

Results: According to the results obtained in the experiment, odour, structure and crude protein values in 90% maize + 10% olive wastewater silage group, crude cellulose value in 90% maize + 20% olive wastewater silage, organic matter content and *in vitro* dry matter contents decreased in all groups, while dry matter, crude ash, crude fat, acid detergent fibre, pH, Fleig score values increased.

Differences in neutral detergent fibre, water soluble carbohydrate, ammonia nitrogen, in vitro organic matter content were not significant. Sulphite reducing anaerobes, *listeria* spp. and enterobacteriaceae were not found in the silages of the study. No mould-yeast content was found in any sample.

Conclusion: According to the results of the research, it was concluded that the addition of up to 20% olive wastewater to maize silages did not have any effect.

Key words: Corn, olive wastewater, silage, fermentation, microbiology

Giriş

Günümüzde dünya nüfusunun hızlı bir şekilde artmasına paralel gıda tüketimi de hızlı bir şekilde artmaktadır. İşlenmiş gıda sektöründe kimi zaman atık, kimi zaman ise yan ürün olarak adlandırdığımız pek çok yeni (alternatif) yem kaynağı açığa çıkabilmektedir. Alternatif yem kaynakları hayvansal üretimde yem girdi maliyetlerini düşürerek kârlılığı artırdığı için çok büyük önem taşımaktadır. Zeytin, tüm Akdeniz ülkelerinde önemli ekonomik ve sosyal role sahip olmakla birlikte ülkemizde Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerinde yaklaşık 31 ilde üretimi gerçekleştirilmektedir (Aktaş ve Özer, 2014; Akgün, 2012). Zeytin hasadı ve zeytinyağı üretim sektörü mevsimsel ve kısa sürede çok fazla yan ürün elde edilen sektörlerden biri olmakla birlikte yan ürün olarak elde edilen karasu hayvan beslemede değerlendirilebilecek bir ürün olarak karşımıza çıkmaktadır. Presleme, santrifüjleme veya seçici filtrasyon (perkolasyon) metotlarıyla zeytinyağı elde edilmektedir (Gümüşkesen, 1999). Modern ve hızlı olması sebebiyle zeytinyağı eldesinde en çok kullanılan metod santrifüjlemedir. Santrifüjlemede, iki ve üç aşamalı olmak üzere iki farklı metot vardır. Bu metotlardan, 2 aşamalı metotta zeytinyağı ile zeytin posası elde edilirken, 3 aşamalı metotta zeytinyağı, zeytin posası ve karasu elde edilmektedir (Moral ve Mandez, 2006). Zeytinyağı üretiminin son ürünü ve aynı zamanda atık bir ürünü olan karasu önemli derecede çevre kirliliği oluşturduğu bilinmektedir. Bu yüzden, farklı alanlarda karasuyun kullanılabilirliğinin araştırılması hem ekonomiye hemde çevre sağlığına önemli düzeyde katkı sağlayabilecektir. Kaba yem kaynağı olarak hayvan beslemede çok önemli bir yere sahip olan silajların yapım aşamasında silajlık yem materyaline bağlı olarak katkı maddelerine de ihtiyaç duyulabilmektedir. Bu çalışmada zeytincilik yan

ürünlerinden olan karasuyun silaj yapımında kullanılarak yapılan silajların bazı kalite özellikleri araştırılmıştır. Farklı düzeylerde kullanılan karasuyun, mısır silajlarında silaj kalite özelliklerini artıracak miktarlarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışma sonunda elde edilen bulguların ruminantların beslenmesinde önemli bir yere sahip olan silaj kalitesine ve zeytincilik yan ürünü karasuyun kullanım alanlarına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Çalışmada, mısır hasılına karasu ile silolanmasının mümkün olup olmayacağı, karasuyun hangi düzeylerde katkı olarak kullanılabileceği, karasuyun silajlarda mevcut olumlu ya da olumsuz etkileri ile bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Silo materyali ve silolama dönemi: Silajlık mısır materyali bölgede faaliyet gösteren çiftçilerden hamur olum döneminde temin edilmiş ve aynı gün silolama gerçekleştirilmiştir. Silajlık mısıra ilave edilen karasu, Aydın ilin’de faaliyet gösteren bir zeytin sıkma işletmesine ait atık biriktirme havuzlarından katı formda temin edilerek kullanılmıştır. Silolama ve açım sonrası analizler Uşak Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yemler ve Hayvan Besleme Laboratuvarı’nda gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar koşullarında yapılan silolamada 1 litrelik anaerob plastik kavanozlar kullanılmış ve kavanoz kapakları PVC ile sıkıca kapatılarak silolama 56 gün devam ettirilmiştir. Deneme modeli, (i) % 100 mısır silajı (kontrol); (ii) % 95 mısır + % 5 karasu; (iii) % 90 mısır + % 10 karasu ; (iv) % 85 mısır + % 15 karasu; (v) % 80 mısır + % 20 karasu karışımlarından oluşturulmuştur.

Silajlar, 56 gün süren silolama dönemi sonunda açılmış, açım gününde silajların koku, renk ve strüktür özellikleri, Alman Tarım Örgütü (DLG, 1987) silaj değerlendirme cetveline göre deneyim sahibi altı panelistle belirlenmiştir.

Kimyasal Analizler: Silajlar açıldığında, 25 g silaj örneği tartılarak beher alınmış, üzerine 100 ml saf su eklenmiş ve çalkalayıcı yardımıyla karıştırılarak örneklerin pH’sı dijital pH metreyle ölçülmüştür (Polan ve ark., 1998). Açımdan hemen sonra 40 g örnek tartılmış, 360 ml saf su eklenmiş ve 5 dk. çalkalama işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen karışım, filtre kağıdından (Whatman no:1) süzülüş ve elde edilen süzükten 100 ml alınarak NH₃-N tayininde kullanılmıştır. NH₃-N tayini Kjeldahl distilasyon yöntemiyle yapılmıştır (Broderick ve

Kang, 1980). Silajlara ait suda çözünebilir karbonhidrat değerleri ise, fenol-sülfirik asit metoduyla saptanmıştır (Dubois ve ark., 1956). Ayrıca silaj örneklerine ait *in vitro* kuru madde ve organik madde sindirilebilirlikleri enzim tekniği ile tespit edilmiştir (D'orleans ve ark., 1980).

Silajların besin maddelerinin belirlenmesi amacıyla, kitleyi temsil edecek şekilde silaj örneklerinden alınmış ve hava sirkülasyonlu etüvde 60 °C'de 48 saatte kurutulmuştur (AOAC, 1999). Kurutma sonrası, örnekler 1 mm elek çapında öğütülerek ham selüloz, Kjeldahl yöntemiyle ham protein, petrol eteri ile ekstraksiyon yöntemine göre ham yağ, 550 °C'de 3-5 saat kül fırınında yakılarak ham kül içerikleri tespit edilmiş ve aşağıda belirtilen formülle organik madde düzeyleri % kuru madde esasına göre hesaplanmıştır (AOAC, 1999).

Organik Madde = Kuru Madde - Ham Kül

Araştırma silajlarının asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF) düzeyleri Van Soest (1982)'nin bildirdiği prosedüre göre Fiber Analyzer cihazında gerçekleştirilmiştir (Ankom, 1998). Silajların Fleig puanları ve kalite sınıfları Kılıç (1986)'ın bildirdiği şekilde, aşağıda belirtilen formülle hesaplanmıştır:

Fleig Puanı = 220 + (2 x % KM - 15) - 40 x pH

Mikrobiyolojik Analizler: Araştırmada elde edilen silajların her birinde laktik asit bakteri sayısı, *Enterobacteriaceae*, sülfid indirgeyen anaeroblar, *Listeria* spp, küf ve maya içerikleri belirlenmiştir (Harrigan, 1998). Analizler, aseptik koşullarda

yapılmıştır. Steril polietilen poşetlere hassas teraziyle 10 g numune tartılmıştır. Bu işlemi takiben, hazırlanan bu örneklerin üzerine, 90 ml peptonlu su (% 0,1) ilave edilerek stomacherde homojenize edilmiştir. Ardından, analizi yapılan mikroorganizmalar için dilüsyonlar yapılmıştır. Ekimler spesifik besi yerlerine yapılarak, optimum üreme koşullarında inkübasyona bırakılmıştır.

Listeria spp. analizi; Örneklerin her biri 25 g steril polietilen poşetlere tartılarak, üzerine 225 ml One Broth-Listeria (Oxoid) katılmıştır. Hazırlanan numuneler stomacherde homojenize edilmiş, zenginleştirme amacıyla 30°C'de 24 saat aerob koşullarda inkübasyona bırakılmıştır. Zenginleştirme işleminin tamamlanmasıyla, homojenizattan 0,1 ml alınmış Brillance *Listeria* (Oxoid) Agar'a çizme plak yöntemiyle ekilmiştir. Takiben, inkübatörde 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon işlemi sonunda, besi yeri üzerinde yeşil-mavi koloniler, *Listeria* spp. şüpheli koloniler olarak kabul edilmiştir.

İstatistik Analizler: Araştırma sonunda veriler, SPSS paket programında tek yönlü ANOVA'ya göre analiz edilmiştir. Gruplar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde ise Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır (Düzgüneş ve ark., 1987).

Bulgular

Araştırmada karasuyun mısır silajlarında farklı düzeylerde kullanılmasının fiziksel özellikler üzerine etkisi araştırılmıştır. Farklı düzeylerde ilave edilen karasuyun mısır silajlarının fiziksel özelliklerine etkisi Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Karasu katkılı mısır silajlarının fiziksel özellikleri

Parametreler	Karasu Düzeyleri, %				
	Kontrol	5	10	15	20
Koku	12.2±0.5 ^a	12.9±0.2 ^a	10.5±0.3 ^b	12.6±0.4 ^a	12.3±0.8 ^a
Strüktür	3.4±0.1 ^a	3.6±0.2 ^a	2.7±0.0 ^b	3.5±0.3 ^a	3.5±0.2 ^a
Renk	1.5±0.0	1.8±0.1	1.4±0.2	1.5±0.2	1.8±0.2

* P<0.05 Farklı harf taşıyan gruplar arasında önemli bir farklılık vardır.

Çalışmada, farklı oranlarda karasu ilavesiyle renk bakımından gruplar arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır. Fakat koku ve strüktür özelliği bakımından % 90 mısır + % 10 karasu silaj grubunun en yüksek değeri aldığı belirlenmiştir (P<0.05). Karasu ilave edilen mısır silajlarının kokusu, % 90 mısır + % 10 karasu silaj grubu dışındaki gruplarda kontrol grubuna göre yüksek bulunmuş, fakat bu farklılık istatistik olarak önemli bulunmamıştır (P>0.05).

Çalışmadaki silo ana materyali olan mısır silajlarına farklı düzeylerde karasu ilavesine ait kimyasal

kompozisyonlarına ait değerler Çizelge 2'de verilmiştir.

Karasu ilavesinin artması ile birlikte silajların kuru madde ve ham kül içeriklerinin de çok önemli düzeyde artmıştır (P<0.001). Organik madde miktarının kullanılan karasu düzeyi ile birlikte düştüğü ve bu düşüklüğünde kontrol grubuna göre çok nemli olduğu görülmektedir (P<0.001). Yine ham protein ve ham selüloz değerlerinin kontrol grubuna göre karasu gruplarında daha düşük olmakla birlikte bu düşüş gruplar arasında çok önemli düzeyde istatistik farklılıklara sebep olmuştur (P<0.001).

Çizelge 2. Karasu ilave edilen mısır silajlarının kimyasal kompozisyonları

Parametreler	Karasu Düzeyleri, %				
	Kontrol	5	10	15	20
Kuru Madde, %*	21.61 ^e	23.48 ^d	26.34 ^c	30.02 ^b	31.88 ^a
Ham Kül, %*	8.18 ^e	10.33 ^d	12.75 ^c	14.38 ^b	15.50 ^a
Organik Madde, % KM*	62.15 ^a	56.00 ^b	51.60 ^c	52.01 ^c	51.38 ^c
Ham Protein, %**	12.00 ^a	11.10 ^{ab}	10.72 ^c	11.43 ^{ab}	12.03 ^a
Ham Yağ, %*	1.89 ^d	3.44 ^c	5.02 ^b	5.66 ^{ab}	6.30 ^a
Ham Selüloz, %**	20.23 ^a	19.70 ^a	19.34 ^a	19.36 ^a	16.47 ^b
NDF, %	49.75	50.76	49.77	48.42	49.37
ADF, %*	23.88 ^c	26.71 ^b	28.14 ^{ab}	29.44 ^a	30.01 ^a

*P<0.01 Aynı satırda farklı harflerle belirtilen gruplar arasındaki fark önemlidir.

**P<0.05 Aynı satırda farklı harflerle belirtilen gruplar arasındaki fark önemlidir.

En düşük ham protein içeriğine %10 karasu grubunun (P<0.05), en düşük ham selüloz içeriğine ise %20 karasu grubunun sahip olduğu belirlenmiştir (P<0.05). Çalışmada kontrol grubunun ham protein düzeyi %12.00 olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada, karasu ilaveli mısır silajlarının NDF içerikleri bakımından gruplar arasında önemli bir

farklılık bulunmazken, ADF içerikleri, mısır silajına eklenen karasu miktarı arttıkça önemli düzeyde arttığı belirlenmiştir (P>0.01).

Deneme silajlarının fermentasyon özellikleri ve *in vitro* sindirilebilirliklerine ait değerler Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Karasu ilavesinin mısır silajlarının fermentasyon özellikleri ve *in vitro* sindirilebilirliklerine etkisi

Parametreler	Karasu Düzeyleri, %				
	Kontrol	5	10	15	20
pH*	3.99 ^e	4.05 ^d	4.22 ^c	4.32 ^b	4.38 ^a
Fleig Puanı**	88.75 ^c	90.03 ^{bc}	89.02 ^c	94.36 ^a	93.49 ^{ab}
SÇK	3.48	3.04	3.13	2.02	2.15
NH ₃ -N	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000
IVS _{KM} ***	18.60 ^a	12.67 ^{ab}	15.29 ^b	11.60 ^c	11.60 ^c
IVS _{OM}	66.18	64.92	64.81	64.54	65.56

*P<0.001 Aynı satırda farklı harflerle belirtilen gruplar arasındaki fark önemlidir.

**P<0.05 Aynı satırda farklı harflerle belirtilen gruplar arasındaki fark önemlidir.

***P<0.01 Aynı satırda farklı harflerle belirtilen gruplar arasındaki fark önemlidir.

Çizelge 3 incelendiğinde, en düşük pH değeri karasu ihtiva etmeyen kontrol grubunda belirlenmiştir. Artan miktarlarda karasu eklendiğinde pH değerinin önemli düzeyde arttığı görülmüştür (P<0.001). Mısır materyaline %15 ve %20 karasu ilavesinde Fleig puanları diğer gruplara nazaran önemli düzeyde yüksek olarak belirlenmiştir (P<0.05). Karasuyun kullanılması ile kontrol grubuna göre elde edilen suda çözünebilir karbonhidrat düzeyi sayısal olarak azalmış, azalan bu değerler bakımından ise gruplar

arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir (P<0.05). Mısır hasılına eklenen karasuyun amonyak azotu ve *in vitro* organik madde (IVS_{OM}) değerleri bakımından gruplar arasında önemli bir farklılığın olmadığı belirlenmiştir. Kontrol grubuna göre karasu gruplarında *in vitro* kuru madde (IVS_{KM}) miktarları azalmış, bu farklılık istatistik olarak önemlidir (P<0.01). Farklı düzeylerde karasu ilave edilen mısır silajlarının mikrobiyolojik özelliklerine ait değerler Çizelge 4'te sunulmuştur.

Çizelge 4. Karasu ilave edilen mısır silajlarının mikrobiyolojik özellikleri (log cfu/g)

Parametreler	Karasu Düzeyleri, %				
	Kontrol	5	10	15	20
Laktik asit bakteri sayısı	4.99±0.16	5.28±0.31	4.99±0.34	4.96±0.40	5.40±0.47
Maya	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Listeria</i> spp.	ND	ND	ND	ND	ND
Enterobacteriaceae	ND	ND	ND	ND	ND
Sülfid indirgeyen anaeroblar	ND	ND	ND	ND	ND
Küf	ND	ND	ND	ND	ND

ND: Tespit edilemedi.

Araştırma silajları mikrobiyolojik açıdan incelendiğinde, laktik asit bakteri içerikleri bakımından görülen farklılıklar önemsizdir. Tüm örneklerde yapılan mikrobiyolojik ekimler sonucunda, silajlarda bulunması istenmeyen *Listeria*

spp., sülfid indirgeyen anaeroblar ve Enterobacteriaceae örneklerin tamamında tespit edilmemiştir. Araştırmada gruplarda örneklerin tamamında maya ve küf tespit edilmemiştir (Çizelge 4).

Tartışma

Silaj kalitesini belirlemede basit ve ucuz olması nedeniyle tercih edilebilen fiziksel özellikler, duyu organlarıyla yapılmaktadır. Silajlarda renk açısından açık yeşilden siyaha kadar değişik renk tonları bulunmaktadır. Renk tonunun siyaha doğru yaklaşması protein parçalanmasına işaret etmektedir. Benzer şekilde, iyi kalitede bir silajın ana materyalini oluşturan taze yeşil yemin aksamının bozulmaması ve yapışkan bir yapıda olmaması istenmektedir. Silajlardan kendilerine özgü hafif asidik olması ve istenmeyen bütirik asit, küf ve amonyak kokusuna hakim olmaması beklenmektedir. Karasu ilave edilen mısır silajlarının kokusu, % 90 mısır + % 10 karasu silajı grubu dışındaki gruplarda kontrol grubuna göre yüksek bulunmuş, fakat bu yüksek değerler kontrol grubuna göre istatistiki olarak önemsizdir. Koku ve strüktür özellikleri en düşük değer olarak %10 karasu içeren silajlardan elde edilmiştir ($P<0.05$). Karakozak ve Ayaşan (2010)'ın çalışmalarında, silajlık materyal olarak yalnızca mısır kullanıldığında, silolamada inokulant kullanılsa da kullanılsa da hazırlanan mısır silajlarının koku, strüktür ve renk olmak üzere fiziksel özellikler bakımından yüksek puan aldığı ve yem niteliği sınıfı olarak "pekiyi" şeklinde ifade edildiği bildirilmektedir. Sonuç olarak araştırma silajları fiziksel özellikleri açısından değerlendirildiğinde, farklı karasu ilavesinin silajların kalitesine olumsuz etkisi olmadığı anlaşılmıştır (Çizelge 1).

Karasu ilavesinin artması ile birlikte silajların kuru madde ve ham kül içeriklerinin de önemli düzeyde arttığı tespit edilmiştir ($P<0.001$). Silolanacak ana materyalin silaj kalitesini etkileyen en önemli kriterlerden biri kuru madde içeriğidir. Kuru madde yüksek ise silaj iyi sıkıştırılmamakta ancak kuru madde içeriği düşük olduğunda, fermentasyon sırasında önemli miktarda dehidrasyon meydana gelmekte ve silajlarda önemli düzeylerde besin madde kayıpları şekillenebilmektedir. Araştırma silajlarında kuru madde içeriğinin karasu ilavesiyle artış göstermesi yeterince hızlı şekillenmeyen fermentasyon ve karasuyun katı formunun kullanılmasından dolayı karasuyun yüksek kuru madde içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Queiroz ve ark. (2013), 8 farklı kimyasal ve bakteriyel katkıların mısır silajların kuru madde içeriğini değiştirmediklerini bildirmişlerdir. Karasu ilavesiyle araştırma silajlarının ham kül içeriklerinin önemli düzeyde arttığı saptanmıştır ($P<0.001$). Silajların

kirliliğini ve silajlardaki fermentasyon sürecini nasıl geliştiğini tespit etmek adına önemli bir kriter ham kül değeridir. Fermentasyonun iyi bir şekilde gelişmemesinin en önemli sebeplerinden biri de silajlara oksijen girişidir. Oksijen girişi olduğunda aerobik dönem ve bitki solunumunun sonlanmamış anlamına gelmektedir. Bu durum silajlarda istenmeyen bir durumdur (McDonald ve ark., 1991). Silajlarda karasuyun içeriğine bağlı bir ham kül artışına rastlansa da silajların kimyasal kompozisyonu (Çizelge 2), fermentasyon özellikleri (Çizelge 3), laktik asit bakteri sayısı (Çizelge 4) ve maya-küf düzeyleri (Çizelge 5) bakımından silajlarda kirlilik bulunmadığına işaret etmektedir. Çalışmada kontrol grubunun ham protein düzeyi %12 olarak belirlenmiştir. Kleinschmit ve ark. (2005) antifungal etkili katkıların mısır silajlarında ham protein düzeyini değiştirmediklerini ifade etmişlerdir. Bu farklılık silajlık materyaldeki ham besin madde içeriklerinin farklılıklarından kaynaklanmış olabilir. Nitekim, silajlarda kullanılan materyaller de ham protein düzeylerini etkilediği bilinmektedir (Demirel ve ark., 2001; Nkosi ve ark., 2013). Arslan Duru ve Kaya (2016), mısır silajlarına ekledikleri zeytin posasının, ADF değerini yükselttiğini bildirmiştir. Mevcut çalışmada, ADF değerinde görülen artışın karasuyun ADF içeriğinin yüksek olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Aksu ve ark. (2004) mısır silajına inokulant ilavesiyle silajların NDF içeriklerinin arttığını, ADF içeriklerinin ise değişmediğini belirtmişlerdir (Çizelge 2).

Silajlarda katkı maddelerinin kullanımının amaçları, fermentasyon sürecini olabildiğince hızlandırmak, aerobik bozulmaları baskılamak ve fermentasyon son ürünlerinin yoğunluğunu azaltmaktır (Woolford, 1984). Araştırma silajlarında karasu ilavesiyle pH değerinin arttığı tespit edilmiştir. Bu durumun pH değeri 3-5.9 arasında olduğu (İkizoğlu, 2009) bilinen karasuyun mevcut pH değerinden de kaynaklanmış olabilir. Ancak karasu ilavesi araştırma silajlarının fermentasyon ortamında ciddi bozulmalara işaret etmemekte ve silajların korunduğu anlaşılmaktadır. Mevcut çalışmada, silajlarının fiziksel özellikleri (Çizelge 1) ve mikrobiyolojik özellikleri (Çizelge 4) bu görüşü destekler niteliktedir. Mısır silajlarının pH değerinin Arslan Duru ve Kaya (2016) zeytin posası ilavesiyle değişmediğini; Filya ve Sucu (2005) formik asit ilavesiyle düştüğünü bildirmişlerdir. İyi kalitede bir silo yeminde amonyak azotunun içeriğinin 80 g/kg toplam N'den düşük olması istenmektedir (Pettersson, 1988). Karasu ilavesinin mısır silajlarını

olumsuz etkilemediği anlaşılmaktadır. Bunun nedeni, silajlarda istenmeyen yönde seyreden fermentasyon akabinde proteolizis aktivitesi sonucu görülen amonyak azotu, mevcut çalışmadaki kontrol ve % 5 karasu içeren silajlarda çok düşük düzeylerde ve diğer gruplarda ise hiç rastlanılmamasıdır. Arslan Duru ve Kaya (2016), *in vitro* organik madde (IVS_{OM}) ve *in vitro* kuru madde (IVS_{KM}) miktarlarının mısır hasılı-zeytin posası karışımlarından oluşan silajlarda arttığını, bu artışın kullanılan zeytin posası miktarı arttıkça devam ettiğini bildirmişlerdir (P<0.001). Yem tüketimini etkileyen en önemli faktörlerden biri sindirilebilirliktir. Sindirilebilirlik, büyük ölçüde yemlerin kimyasal bileşimlerine, özellikle de hücre duvarı bileşeni ile ilgilidir. Yapılan çalışmalarda, silaj katkı maddeleri uygulamasının sindirilebilirliği iyileştirmede etkili olabileceği bildirilmiştir (Ellis ve ark., 2016). Silolanan taze materyalin hasat edildiği vejetasyon dönemi *in vitro* sindirilebilirlik değerlerini etkilediği bilinmektedir. Bunun nedeni, hasat dönemi geciktirildiğinde silolanacak taze materyalin kuru madde düzeyi, silolama için istenmeyen seviyelere ulaşmaktadır. Böylece silo yemin organik madde sindirilebilirliği ve içeriğindeki eriyebilir karbonhidrat oranı azalmaktadır. Bitkisel materyalin hem erken hem geciken hasadı sonrası gerçekleştirilen silolama sonucu her iki koşulda da fermentasyon süreci olumsuz etkilenmektedir. Mevcut çalışmada *in vitro* organik madde (IVS_{OM}) miktarı azalmış bu farklılık kullanılan materyalden kaynaklanabileceği gibi kullanılan katkı maddesinin miktarından da kaynaklanabilmektedir. Nkosi ve ark. (2013), yaptıkları araştırmada silajlara katkı maddesi ilavesi ile suda çözünebilir karbonhidratların önemli düzeyde azaldığını bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada ise katkı ilavesi suda çözünebilir karbonhidrat değerlerini önemsiz düzeyde azaltmıştır. Bu farklılığın nedeni, kullanılan katkıların ve silajlık materyallerin farklılığından kaynaklanabilir (Çizelge 3).

Mikrobiyolojik açıdan mevcut çalışmada silajların içerisinde laktik asit bakteri içerikleri mevcut olup, yalnız mısır kullanılarak yapılan silaj çalışmasında laktik asit bakteri miktarı en düşük olarak bildirilmektedir (Arslan ve ark., 2016). Mevcut çalışmada tüm örneklerde yapılan mikrobiyolojik ekimler sonucunda, silajlarda bulunması istenmeyen *Listeria* spp., sülfid indirgeyen anaeroblar ve *Enterobacteriaceae* örneklerde tespit edilmemiştir. Yine çalışmada örneklerin hepsinde maya ve küf tespit edilmemiştir. Bazı katkı maddelerinin

silajlarda, *Enterobacteriaceae*, *Clostridia*, maya ve küf gelişimini engelleyebildiği bilinmektedir (Filya ve Sucu, 2005). Silajlarda yem materyalinin maya ve küf düzeyini etkilediği bildirilmektedir (Arslan ve ark., 2016). Yapılan çalışmalarda, silajlık materyallere katkı eklenmesiyle, küf ve bakteri sayılarının önemli düzeyde azaldığı belirtilmiştir (Şahin ve ark., 1999). Arslan Duru ve ark. (2021), malik asit ve peynir altı suyu katkısının laktik asit bakteri sayısını değiştirmede, Şahin ve ark. (1999), asit ilavesinin total küf sayısını ve yine total bakteri sayılarını önemli düzeyde azalttığını bildirmişlerdir (Çizelge 4).

Sonuç

Zeytinyağı elde edilirken ürün olarak ortaya çıkan karasuyun çevre üzerine bazı sorunlara sebep olabileceği düşünülmektedir. Bu sorunların azaltılması ve ortaya çıkan bu atık üründen faydalanabilmek için karasuyun değerlendirilmesi gerekmektedir. Mevcut çalışmada, mısır hasılıının silolanmasında farklı düzeylerde karasu kullanılmış ve silajların fiziksel, bazı kimyasal, mikrobiyolojik ve fermentasyon özellikleri incelenmiştir.

Elde edilen sonuca göre, mısır silajlarına ilave olarak %20 düzeyine kadar karasu katılabileceği, bu ilaveler ile silajların fermentasyon ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine olumlu etkiler yaptığı belirlenmiştir. Karasuyun silajlarda kullanılma olanaklarının daha da artırılması, ilave çalışmalar ve ruminantlarda tüketim denemelerinin de yapılarak karasuyun kullanım olanaklarının araştırılmasının hayvan besleme bakımından fayda sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

Çıkar çatışması

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Yazarların katkı beyanı

Yazarlar araştırmaya eşit oranda katkı sağlamışlardır.

Teşekkür

Bu çalışma, Uşak Üniversitesi Bilimsel Projeler Birimi tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Akgün, M. (2012). *Zeytin Karasuyundan Hidrojen ve Biyoyakıt Üretimi*. TÜBİTAK, Proje No: 108M546, Ankara.
- Aksu, T., Baytok, E. & Bolat, D. (2004). Effects of a bacterial silage inoculant on corn silage fermentation and nutrient digestibility. *Small Ruminant Research*, 55(1-3), 249-252.

- Aktaş, A. & Özer, S. (2014). Ham Pirina Yağının Biyodizel Potansiyelinin Araştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1), 132-139.
- Ankom (1998). Procedures for Fibre and In vitro Analysis. Asseda <http://www.ankom.com>.
- AOAC (1999). *Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists*, (16th ed.). Arlington VA.
- Arslan Duru, A. & Kaya, Ş. (2016). Farklı oranlardaki zeytin posası-mısır hasılı karışımlarının silaj kalitesinin belirlenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(12), 1201-1206.
- Arslan Duru, A., Aksu Elmalı, D., Yüksel, O. & Kutay, H. (2021). The effects of addition malic acid and whey on some parameters of vetch-wheat silages. *Fresenius Environmental Bulletin*, 30(09), 10435-10440.
- Arslan M., Erdurmuş, C., Öten, M., Aydınöglü, B. & Çakmakçı S. (2016). Mısır ile soyanın farklı oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen silajlarda besin değerinin belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31, 417-422.
- Broderick, G.A. & Kang, J.H. (1980). Automated simultaneous determination of ammonia and total amino acids in ruminal fluid and in vitro media. *Journal of Dairy Science*, 63, 64-75.
- Demirel, M., Cengiz, F., Çelik, S. & Erdoğan, S. (2001). Van ekolojik koşullarında yetiştirilen mısır ve macar fiği karışımlarının silaj kaliteleri ve besin maddelerinin rumende parçalanabilirlikleri üzerine bir araştırma, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(1), 69-78.
- DLG (1987). *Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere*. 4. Schweine. DLG-Verlag GmbH, Frankfurt, Germany.
- D'Orleans, M., Giger, S. & Sauvant, D. (1980). *Mise au point d'une methode enzymatique de prevision de la digestibilite de la matiere organique des aliments concentres*. Institut National Agronomique. Paris. Grignon.
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebbers, P.A. & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, 28, 350-356.
- Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. & Gürbüz, F. (1987). *Araştırma ve Deneme Metotları (İstatistik Metotları II)*. Ankara.
- Ellis, J. L., Bannink, A., Hindrichsen, I. K., Kinley, R. D., Pellikaan, W. F., Milora, N. & Dijkstra, J. (2016). The effect of lactic acid bacteria included as a probiotic or silage inoculant on in vitro rumen digestibility, total gas and methane production. *Animal Feed Science and Technology*, 211, 61-74. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.10.016>
- Filya, İ. & Sucu, E. (2005). Silaj fermentasyonunda organik asit kullanımı üzerinde araştırmalar 1. Formik asit temeline dayalı bir koruyucunun laboratuvar koşullarında yapılan mısır silajlarının fermentasyon, mikrobiyal flora, aerobik stabilite ve in situ rumen parçalanabilirlik özellikleri üzerine etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(1), 51-56.
- Gümüşkesen, A.S. (1999). *Bitkisel yağ teknolojisi*. İzmir: Asya Tıp Yayıncılık.
- Harrigan, W.F. (1998). *Laboratory methods in food microbiology*, (3rd ed.). Academic.
- İkizoğlu, E. (2009). Zeytinyağı işletmesi atık suyu (karasu) bertarafı, artırılması ve değerlendirilmesi. F. Göğüş, M.T. Özkaya, S. Ötleş (Ed.), *Zeytinyağı içinde* (139-155. ss). Ankara; Eflatun Yayınevi.
- Karakozak, E. & Ayaşan, T., (2010). Değişik yem bitkileri ve karışımlarından hazırlanan silajlarda inokulant kullanımının Flieg puanı ve ham besin maddeleri üzerine etkileri. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 16 (6), 987-994.
- Kleinschmit, D. H., Schmidt, R. J., & Kung Jr, L. (2005). The effects of various antifungal additives on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *Journal of Dairy Science*, 88(6), 2130-2139.
- Kılıç, A. (1986). *Silo yemi (öğretim, öğrenim ve uygulama önerileri)*. İzmir: Bilgehan Basımevi.
- McDonald, P., Henderson, A.R. & Herson, S.J.E. (1991). *The Biochemistry of Silage*. (16th ed.), Chalcombe Publication, Marlow, UK.
- Moral, P.S. & Mendez, M.V.R. (2006). Production of pomace olive oil. *Grasas Y Aceites*. 57(1), 47-55.
- Nkosi, B.D., Groenewald, I.B., Meeske, R., Motiang, M.D. & Langa, T. (2013). Effects of inoculating citrus (*Citrus sinensis*) tree leaves with either bacterial or whey on the fermentation and aerobic stability of silage. *African Journal of Agricultural*, 8(9), 792-796.
- Petterson, K. (1988). *Ensiling of forages: factors affecting silage fermentation and quality*, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.

- Polan, C.E., Stive, D.E. & Garrett, J.L. (1998). Protein preservation and ruminal degradation of ensiled forage treated with heat, formic acid, ammonia, or microbial inoculant. *Journal of Dairy Science*, 81, 765-776.
- SPSS (2007). *SPSS for Windows Release 16.01*. SPSS Incorporation.
- Queiroz, O.C.M., Arriola, K. G., Daniel, J.L.P. & Adesogan, A.T. (2013). Effects of 8 chemical and bacterial additives on the quality of corn silage. *Journal of Dairy Science*, 96(9), 5836-5843.
- Şahin K., Çerçi, İ.H., Güler, T., Şahin, N., Kalander, H. & Çelik, S. (1999). Farklı silaj katkı maddelerinin yaş şeker pancarı posası silajı kalitesine etkileri, *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 23: 285-292.
- Van Soest, P. J. (1982). Analytical systems for evaluation of feeds. P. J. Van Soest (Ed), *Nutritional Ecology of the Ruminant* içinde (75-94. ss.). New York; Ithaca: Cornell University Press.
- Woolford, M. K. (1984). *The Silage Fermentation*. Marcel Dekker, Inc., New York. NY.