

Farklı Katkı Maddeleri ile Yapılan Koçanlı ve Koçansız Mısır (*Zea mays* L.) Silajının Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi*

Mustafa YILMAZ^{1*}, Mehmet ÖTEN¹, Rahime CENGİZ¹, Ferzat TURAN¹, Melike KÖSE¹

¹Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Sakarya, Türkiye.

ÖZ

Bu çalışma; koçanlı ve koçansız mısır silajına ilave edilen farklı katkı maddelerinin silaj kalite özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi arazisinde 2023 yılında yürütülmüştür. Çalışmada, FAO 700 olum grubuna ait Kale silajlık mısır çeşidi kullanılmıştır. Koçanlı ve koçansız bitkilerden ayrı ayrı hazırlanan materyallere katkı maddesi olarak; arpa kırması, melâs, peyniraltı suyu ve üre ilave edilerek silaj yapılmıştır. Araştırma, Tesadüf Blokları Deneme Deseni'ne göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Doğrudan güneş ışığı almayan kapalı ve kuru bir ortamda, 25±2 °C sıcaklıkta muhafaza koşullarında 60 günlük fermentasyon süresi sonunda açılan silajlarda; kuru madde oranı ve pH değerinden yararlanılarak Flieg puanları hesaplanırken, renk, koku ve strüktür verilerinden yararlanılarak da fiziksel analiz değerlendirmesi DLG (Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft)'ye göre ortaya konulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; en düşük kuru madde oranı %32.5 ile koçansız peyniraltı suyu ilave edilen silajlarda, en yüksek değer ise %45.5 ile koçanlı melâs katkı maddeli silajlarda gözlemlenmiştir. pH değeri açısından 3.82 ile koçanlı melâs karışımı en düşük değere sahip olurken, koçansız üre karışımında 5.59 ile en yüksek değer tespit edilmiştir. Fiziksel analiz kriterleri skorlarına göre, koçanlı üre karışım silaj hariç tüm örnekler genel olarak orta ve iyi sınıfta yer almıştır. Buna bağlı olarak; katkı maddelerinden üre uygulaması hariç diğer katkı maddelerinin koçanlı ve koçansız silaj kalitesi üzerinde olumlu etki gösterdiği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Mısır, Silaj, Katkı Maddesi, Silaj kalitesi.

* Sorumlu Yazarın e-postası: mustafayilmaz@subu.edu.tr

Cite as: Yılmaz, M., Öten, M., Cengiz, R., Turan, F. & Köse, M. (2025). Farklı Katkı Maddeleri ile Yapılan Koçanlı ve Koçansız Mısır (*Zea mays* L.) Silajının Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, *Journal of Agricultural Biotechnology*, 6(1), 23-31. <https://doi.org/10.58728/joinabt.1630046>

*Bu çalışma Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 161-2023 nolu proje ile desteklenmiştir.

Determination of Quality Characteristics of Maize (*Zea mays* L.) Silage with Different Additives

ABSTRACT

This study was conducted in 2023 at the Research and Application Field of the Agricultural Sciences and Technologies Education Center of Sakarya University of Applied Sciences, with the aim of determining the effects of different additives on the silage quality characteristics of corn plants harvested with and without cobs. The Kale hybrid maize variety, belonging to the FAO 700 maturity group, was used in the experiment. Silage materials were prepared separately from cobbed and decobbed plants, and the additives used were barley chop, molasses, whey, and urea. The experiment was arranged in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. After a 60-day fermentation period under closed and dry conditions at 25 ± 2 °C, Flieg scores were calculated based on dry matter content and pH values, while physical quality was assessed using the DLG (Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft) method, taking into account color, odor, and structure parameters. According to the results, the lowest dry matter content (32.5%) was observed in the decobbed silage with whey addition, while the highest value (45.5%) was found in the cobbed silage with molasses. In terms of pH, the lowest value was recorded in the cobbed silage with molasses (3.82), and the highest in the decobbed silage with urea (5.59). Based on physical evaluation scores, all silage samples except the cobbed silage with urea were generally classified as moderate to good. Consequently, it can be stated that, apart from urea, all additives positively influenced the quality characteristics of both cobbed and decobbed silages.

Keywords: Maize, Silage, Additive, Silage quality.

1. Giriş

Mısır (*Zea mays* L.) dünya genelinde hem insan hem de hayvan beslenmesinde geniş kullanım alanına sahip stratejik bir tarım ürünüdür. Özellikle hayvancılık sektöründe, yüksek verim potansiyeli, besin madde içeriği ve kolay silolanabilir özellikleri nedeniyle önemli bir silaj bitkisi olarak kullanılmaktadır [1-3]. Silaj, yem bitkilerinin anaerobik koşullarda fermentasyona bırakılması sonucu elde edilen, hayvanların uzun süreli beslenmesinde kullanılan ve enerji yönünden zengin bir yem formudur [4].

Silaj kalitesi; kuru madde oranı, pH seviyesi, organik asit üretimi ve fiziksel özellikler gibi çeşitli parametrelerle değerlendirilmekte ve bu kalite kriterleri büyük ölçüde fermentasyon süreci tarafından belirlenmektedir. Uygun fermentasyon koşulları, silajın besin değerini korurken, kötü fermentasyon ise besin maddesi kayıplarına, toksik bileşiklerin oluşumuna ve hayvan performansında düşüşe yol açabilmektedir [5,6].

Silajın kalitesi, sadece fermentasyon süreci ile değil, aynı zamanda kullanılan bitki materyali, hasat zamanı, silolama tekniği ve katkı maddelerinin tipi ve miktarıyla da doğrudan ilişkilidir. Katkı maddeleri, silajın mikrobiyal kompozisyonunu düzenleyerek laktik asit fermentasyonunu teşvik etmekte, böylece pH düşüşünü hızlandırmakta ve istenmeyen mikroorganizmaların gelişimini engellemektedir [7].

Melâs gibi kolay fermente edilebilir karbonhidratlar, laktik asit bakterileri için substrat sağlayarak hızlı bir pH düşüşü ile aerobik stabiliteyi artırabilmektedir. Üre gibi azot kaynakları, protein içeriğini artırsa da yüksek pH ve amonyak üretimi nedeniyle fermentasyon kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir [8-9]. Arpa kırması ise enerji katkısı sağlamakla birlikte lif içeriği nedeniyle fiziki yapının korunmasına destek vermektedir. Peyniraltı suyu, laktik asit bakterileri için potansiyel bir büyüme ortamı sunsa da fazla miktarda kullanımı su aktivitesini artırarak istenmeyen fermentasyonlara yol açabilmektedir.

Literatürde katkı maddelerinin etkilerine ilişkin farklı bulgular yer almaktadır. Kung ve ark., [10] katkı maddelerinin fermentasyonu yönlendirmede etkili olduğunu ve laktik asit bakterilerinin dominansı ile silaj stabilitesinin artırılabilirliğini belirtmiştir. Jiao ve ark. [11], yüksek kuru madde oranına sahip mısır silajlarında bazı katkı maddelerinin daha düşük kuru madde kaybı, daha iyi aerobik stabilite ve gelişmiş fermentasyon profili sağladığını bildirmiştir. Bu durum, katkı türü ile birlikte materyalin kuru madde

içeriğinin de fermantasyon başarısında belirleyici bir faktör olduğunu göstermektedir. Khatta ve ark., [12] üre ve melâs katkılarının birlikte kullanımında dikkatli olunması gerektiğini, aksi halde amonyak düzeylerinin artarak fermantasyonun olumsuz etkilenebileceğini göstermiştir.

Bu çalışma, koçanlı ve koçansız mısır materyalleri kullanılarak hazırlanan silajlarda dört farklı katkı maddesinin (arpa kırması, melâs, peyniraltı suyu ve üre) silaj kalite özellikleri üzerine etkisini belirlemeyi amaçlamaktadır. Elde edilecek bulgular, silaj katkı stratejilerinin bilimsel temele oturtulması ve daha kaliteli yem üretimi açısından önem taşımaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Deneme Alanı Özellikleri

Araştırma, 2023 yılında Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi deneme tarlalarında yürütülmüştür. Deneme alanı, Sakarya ili, Arifiye ilçesinde yer almakta olup bölge tipik olarak nemli geçiş iklimi özelliklerine sahiptir. Denemenin yürütüldüğü arazinin coğrafi koordinatları 40° 42' Kuzey enlemi ile 30° 21' Doğu boylamı arasında olup, rakımı 36 metredir.

2.1.1. İklim özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü Sakarya iline ait 2023 yılı mısır yetiştirme sezonundaki; ortalama sıcaklık, toplam yağış ve oransal nem değerleri ile bu değerlere ait uzun yıllar ortalamalarına (1991-2023) ilişkin Sakarya Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden [13] temin edilen iklim verileri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Araştırma alanının uzun yıllar (UYO) ortalaması iklim verileri

Aylar	Sıcaklık (°C)		Yağış (mm)		Nispi nem (%)	
	2023	UYO	2023	UYO	2023	UYO
Mayıs	16.5	17.9	17.7	59.3	77.0	71.8
Haziran	21.6	22.1	36.4	84.8	77.4	71.1
Temmuz	25.2	24.3	43.6	49.7	67.6	72.1
Ağustos	25.9	24.4	18.6	50.9	74.0	73.9
Eylül	21.9	20.6	9.4	53.0	71.9	74.8
Ortalama	22.2	21.9			73.6	72.7
Toplam			125.7	297.7		

Tablo 1 incelendiğinde, Sakarya ilinde mısır yetiştirme dönemine ait uzun yıllar ortalama sıcaklığının 21.9 °C olduğu, 2023 yılında ise bu değer 22.2 °C'ye yükseldiği görülmektedir. Yetiştirme süreci boyunca toplam yağış miktarı (125.7 mm), geçmiş yılların ortalamasına (297.7 mm) kıyasla oldukça düşük gerçekleşmiş olmasına rağmen, sulama gereksinimi doğmamıştır. Ayrıca, deneme dönemine ait aylarda ölçülen ortalama nispi nem oranı, uzun yıllar ortalamasına göre bir miktar daha yüksek seyretmiştir.

2.1.2. Toprak özellikleri

Ekim öncesi deneme sahasına ait toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla, 0-20 cm derinliğinden ve 10 farklı noktadan alınan toprak numuneleri paçal yapılarak Sakarya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün Toprak Analizi Laboratuvarı'nda analiz edilmiştir. Araştırmanın yapıldığı sahaya ait toprak analizi verileri Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Araştırma alanının toprak özellikleri

Toprak Özellikleri	Tahlil Değeri	Derecesi
Saturasyon (%)	48.1	Tınlı
pH	7.51	Hafif alkali
Kireç (CaCO ₃ %)	3.98	Kireçli
Toplam Tuz (%)	0.0047	Tuzsuz
Fosfor (P ₂ O ₅ kg/da)	0.0573	Çok az
Potasyum (K ₂ O kg/da)	18.509	Az
Organik Madde (%)	1.452	Az

Deneme alanının toprak yapısı orta tekstürlü tınlı-killi sınıfta olup organik madde içeriği %2.1, pH değeri ise 6.7 olarak ölçülmüştür. Toprak, tarıma elverişli olup drenaj problemi bulunmayan ve silajlık mısır tarımı için uygun bir yapıya sahiptir. Ekim öncesinde temel toprak analizleri yapılmış ve uygun gübreleme programı uygulanmıştır.

2.2. Materyal

2.2.1. Bitki materyali

Çalışmada bitki materyali olarak Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen FAO 700 olum grubunda Kale hibrit mısır çeşidi kullanılmıştır.

2.2.2. Katkı maddeleri

Silajlara eklenmek üzere dört farklı katkı maddesi uygulanmıştır. Melâs, Adapazarı Şeker Fabrikası'ndan temin edilmiş, enerji kaynağı olarak kullanılmıştır. Arpa kırması, arpa üreticisi bir çiftçiden yem hammaddesi olarak temin edilerek enerji ve yapı katkısı sağlamıştır. Peyniraltı suyu, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Pamukova Meslek Yüksekokulundan günlük olarak temin edilmiş ve laktik asit bakterisi açısından zenginliğiyle öne çıkmıştır. Üre ise piyasadan temin edilerek azot içeriğiyle ham protein oranını artırma amacıyla kullanılmıştır. Katkı maddeleri sırasıyla melâs %4, arpa kırması %2, peyniraltı suyu %3 ve üre %1 oranında, kıyılmış materyale ağırlık esasına göre homojen olarak karıştırılmıştır.

2.3. Yöntem

Tarla denemesi, tesadüf blokları deneme desenine göre, silaj denemesi ise tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Mısır bitkileri süt çizgisi dikkate alınarak fermentasyon ve sindirilebilirlik açısından en uygun dönemde biçilmiştir [14]. Materyal koçanlı ve koçansız olmak üzere iki gruba ayrılmış ve 1.5-2.0 cm boyutlarında kıyılmıştır. Katkı maddeleri bu iki gruba ayrı ayrı uygulanmıştır. Hazırlanan silaj materyalleri plastik bir örtü üzerinde karıştırılmış, 2 kg olarak alınan toplam yaş numune ağırlıkları üzerinden hiçbir katkı maddesi kullanılmayan kontrol grubu ve 4 farklı katkı maddesi olarak; üre (%1) 20 g kg⁻¹, arpa kırması (%2) 40 g kg⁻¹, peyniraltı suyu (%3) 60 g kg⁻¹ ve melâs (%4) 100 g kg⁻¹ ilâveleri yapılmıştır [15-16]. Katkı maddeleri eklendikten sonra, karışım 20 cm boyutlarındaki plastik kavanozlara konularak sıkıca bastırılmış ve oksijensiz ortam oluşturulacak şekilde kapatılmıştır. Ardından, oda sıcaklığında (22±2 °C) 60 gün boyunca fermentasyona bırakılmıştır. Fermentasyon süresi sonunda silajlar açılarak kalite analizleri gerçekleştirilmiştir. Silajlardan alınan temsili örneklerde; kuru madde oranı 105 °C'de 24 saatlik kurutma ile tayin edilmiştir. pH değeri, %10 silaj çözeltisinden elde edilen süzöntü kullanılarak dijital pH metre ile ölçülmüştür [17]. Fiziksel kalite değerlendirmesi DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft) kriterlerine [18] göre yapılmış ve renk, koku, strüktür özellikleri 1-5 arası puanlanarak toplam DLG puanı hesaplanmıştır. Kimyasal kalite değerlendirmesinde ise Flieg puanı, Kılıç [15] tarafından bildirilen "Flieg Puanı = 220 + (2 x % Kuru madde - 15) - 40 x pH" formülüne göre hesaplanmış ve fiziksel analizler Alçiçek ve Özkan [19]'a göre gerçekleştirilmiştir. Silo yeminin; renk,

koku ve strüktür puanlar verilmiş ve bu değerlendirmeye göre, 18-20 puan pekiyi, 14-17 puan iyi, 10-13 puan orta, 5-9 puan düşük ve 0-4 puan ise bozulmuş olarak sınıflandırılmıştır.

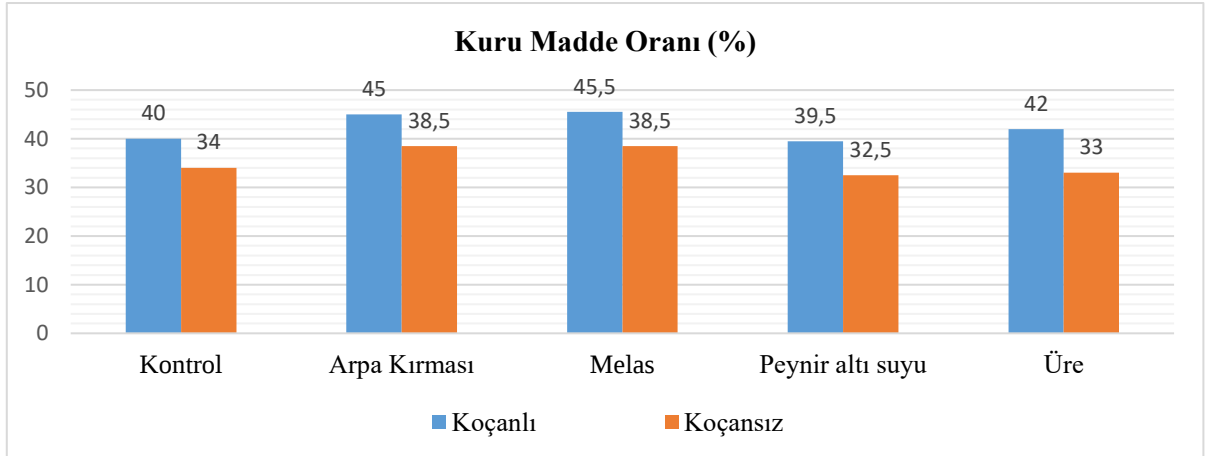
2.4. İstatistiksel Analizler

Elde edilen veriler SPSS 23.0 istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Varyans analizi sonucunda farklılık gösteren gruplar arasında farkın anlamlılığı Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir [20].

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Kuru Madde Oranı (%)

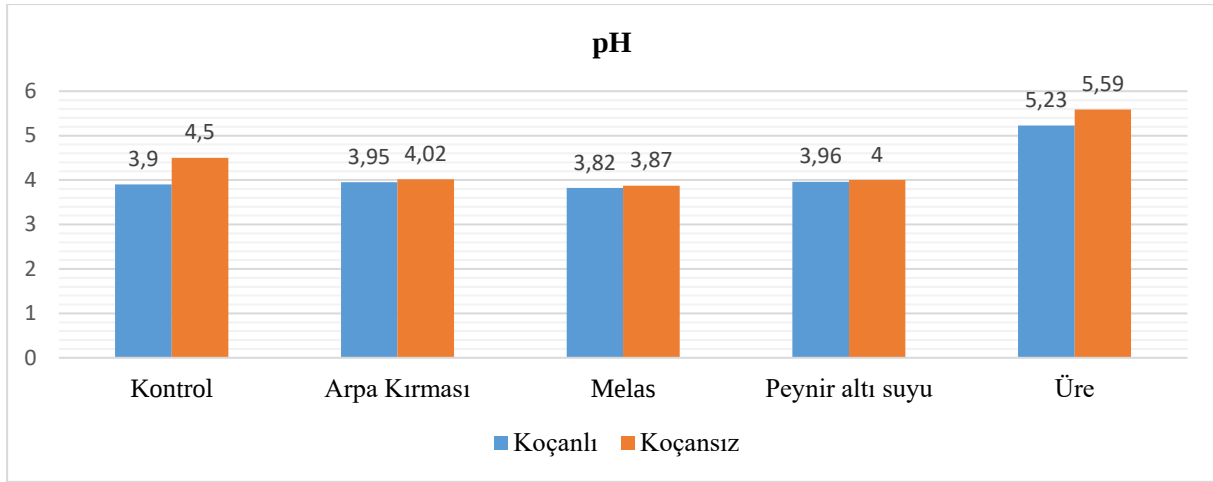
Silaj kuru madde oranı özelliğinde, bitki materyali ve katkı maddeleri ayrı ayrı %1 düzeyinde önemli bulunmuştur ve Şekil 2’de verilmiştir. Katkı maddelerine göre silaj kuru madde oranları en düşük %32.5 ile peyniraltı suyu ve en yüksek %45.5 ile melâs katkı maddesinde tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, katkı maddelerinin yapısal özelliklerine bağlı olarak silajın nem ve karbonhidrat dengesini doğrudan etkilediğini göstermektedir. Demirel ve ark.,[9] tarafından yürütülen bir çalışmada, mısır silajına %4 melâs ilâvesi, sindirilebilir kuru madde miktarını artırmış ve genel silaj kalitesini iyileştirmiştir. Bu durum, melâsın fermente edilebilir karbonhidrat kaynağı olarak silaj pH’sını hızlıca düşürüp laktik asit üretimini teşvik etmesine bağlanmıştır. Ayrıca, Castaño ve Villa [21] tarafından yapılan çalışmada, melâs ve peyniraltı suyu birlikte kullanıldığında, silajda daha iyi fermentasyon profili elde edildiği ve pH değerlerinin daha dengeli seyrettiği bildirilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar önceki yapılan çalışmalarla uyum içerisindedir.



Şekil 1. Farklı katkı maddeleri ile yapılan mısır silajında silaj kuru madde oranları

3.2. pH Değeri

Koçanlı ve koçansız mısıra ilave edilen katkı maddeleri ile yapılan silajların pH değerleri Şekil 2’de sunulmuştur. Bu verilere göre en yüksek pH, Koçansız + Üre interaksyonunda 5.59 olarak tespit edilmiştir. En düşük pH ise 3.82 ile Koçanlı + Melâs karışımında gözlemlenmiştir.



Şekil 2. Farklı katkı maddeleri ile yapılan mısır silajında pH değeri

Seydoşoğlu ve Saruhan [2]'in ekim zamanı ve çeşidin mısır silajında kalite üzerine etkisi konulu çalışmalarında silaj pH'nı 3.7-3.8 arasında tespit etmişlerdir. Çalışmada elde edilen pH değeri söz konusu çalışmadan daha yüksektir. Farklılığın sebebi olarak katkı maddelerinin etkisi olduğu söylenebilir.

3.3. Silaj Fiziksel Analiz Sonuçları

3.3.1. DLG puanı

Koçanlı ve koçansız mısıra farklı oranlarda karıştırılan katkı maddeleri sonucu elde edilen silaj örneklerinde yapılan fiziksel değerlendirme (renk, koku, strüktür) ve nitelik sınıfları Tablo 3'te verilmiştir. Toplam puanlar dikkate alındığında; en yüksek değer 17.34 ile Koçanlı + Arpa Kırmısı, en düşük değer ise 6.53 ile Koçanlı + Üre silajından elde edilmiştir. Kavut ve Soya [22], mısırdaki silaj kalite özellikleri üzerinde yaptığı çalışmada, fiziksel analizlere ait toplam puanın 18.22-19.06 arasında tespit etmişlerdir. Burgu ve Mut [23]'ün yaptığı çalışmada ise toplam puan 9-20 arasında belirlenmiştir.

Tablo 3. Uygulamaların Fiziksel Özelliklere Ait Ortalama Değerler, DLG Puan ve Skorları

Koçan	Uygulama	Koku	Strüktür	Renk	DLG	Skor
Koçanlı	Kontrol	9.94	3.62	2.00	15.56	İYİ*
	Arpa Kırmısı	11.67	3.67	2.00	17.34	İYİ
	Melâs	11.11	3.61	1.86	16.59	İYİ
	Peyniraltı suyu	8.49	3.25	2.00	13.75	ORTA
	Üre	2.27	2.67	1.59	6.53	DÜŞÜK
Koçansız	Kontrol	8.67	3.34	2.00	14.00	İYİ
	Arpa Kırmısı	8.39	2.89	1.81	13.08	ORTA
	Melâs	8.83	3.14	1.97	13.95	ORTA
	Peyniraltı suyu	6.89	3.47	1.86	12.22	ORTA
	Üre	7.34	3.39	1.89	12.62	ORTA

*Nitelik Sınıfı: Çok iyi (18-20), İyi (14-17), Orta (10-13), Düşük (5-9) Bozulmuş (0-4) (10)

3.3.2. Flieg puanı

Araştırmada elde edilen Flieg Puan ortalama değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Silaj kalitesinin ve silo içi fermentasyon düzeyinin belirlenmesinde kullanılan en önemli kriterlerden birisi kuru madde, bir diğeri pH değeridir. Silajın pH değerinin bilinmesi silajın yeterince ekşiyip ekşimediğini belirlemek için gerekli bir parametredir [24]. Silaj içerisinde istenilen bir asit olan laktik asit bakterilerinin aktivasyonu için silajın pH'sının 3.7-4.8 arasında olması istenir [25].

Tablo 4. Uygulamaların pH, Kuru Madde ve Flieg Puan ve Skorları

Koçan	Uygulama	pH	Kuru Madde	Flieg Puanı*	Skor**
Koçanlı	Kontrol	3.90	40.0	129.1	ÇOK İYİ
	Arpa Kırmısı	3.95	45.0	137.1	ÇOK İYİ
	Melâs	3.82	45.5	143.4	ÇOK İYİ
	Peyniraltı suyu	3.96	39.5	125.7	ÇOK İYİ
	Üre	5.23	42.0	79.7	İYİ
Koçansız	Kontrol	4.50	34.0	92.9	ÇOK İYİ
	Arpa Kırmısı	4.02	38.5	121.1	ÇOK İYİ
	Melâs	3.87	38.5	127.3	ÇOK İYİ
	Peyniraltı suyu	4.00	32.5	110.1	ÇOK İYİ
	Üre	5.59	33.0	47.4	M. VERİCİ

FP = 220 + (2 x % Kuru Madde - 15) - (40 x pH) **81-100 Çok İyi II 61-80 İyi III 41-60 Memnuniyet Verici IV 21-40 Orta V 0-20 Kötü

Koçanlı ve koçansız olarak farklı katkı maddelerinin katılmasıyla hazırlanan silajlarda pH ve kuru madde miktarları kullanılarak hesaplanan Flieg puanlamasına göre en yüksek değer 143.4 puan ile Koçanlı + Melâs uygulamasından elde edilirken, en düşük değer ise 47.4 puan ile Koçansız + Üre uygulamasından elde edilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde üre katkı maddesi ilâve edilmiş silajlar haricinde bütün silajların çok iyi sınıfında olduğu belirlenmiştir. Burgu ve Mut [23]'ün yaptığı çalışmada Flieg puanlarını 46.52 ile 98.59 arasında belirlemişlerdir. Çalışmada elde edilen silaj Flieg puan ve skorları genel olarak paralellik göstermektedir.

Katkı maddelerinin silajın kalite parametreleri üzerinde önemli etkileri olduğu tespit edilmiştir. Özellikle melâs katkısı hem koçanlı hem de koçansız silajlarda kuru madde oranını artırmış, pH değerini düşürmüş ve fiziksel kaliteyi olumlu yönde etkilemiştir. Koçanlı melâs katkılı grupta elde edilen %45.5'lik kuru madde oranı, yüksek fermentasyon etkinliğine işaret etmektedir. Bu bulgu, fermentasyon sürecinin etkinliğini artırdığı yönündeki literatürle paraleldir [4].

Üre katkısı, beklenenin aksine bazı örneklerde pH değerinin artmasına neden olmuş ve özellikle koçansız grupta kaliteyi olumsuz etkilemiştir. Bu durum, ürenin fazla miktarda amonyak üretmesiyle ilişkilendirilmiştir [5].

Arpa kırmısı katkısı, özellikle fiziksel yapıyı destekleyerek strüktürel bütünlüğün korunmasına katkı sağlamıştır. Ayrıca, enerji içeriğinin yükseltilmesiyle fermentasyonun homojenliği üzerinde de etkili olmuştur. Peyniraltı suyu, diğer katkılara kıyasla daha düşük performans sergilemiş, özellikle koçansız gruplarda kuru madde oranında düşüşe ve pH değerinde yükselmeye neden olmuştur. Ancak bazı çalışmalarda peyniraltı suyunun, amonyak azot miktarını düşürerek silajın stabilitesine katkı sağladığı belirtilmiştir [8].

4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada farklı katkı maddeleri ile yapılan koçanlı ve koçansız mısır silajlarının kalite parametreleri değerlendirilmiştir. Bulgular, katkı maddelerinin silaj kalitesi üzerinde belirgin etkiler oluşturduğunu göstermektedir. Özellikle melâs katkısı hem kuru madde oranını artırarak hem de pH'ı düşürerek kaliteli bir fermentasyon sağlamış; bu yönüyle diğer katkı maddelerine kıyasla daha iyi bir performans sergilemiştir. Arpa kırmısı katkısı ise fiziksel kalite ve enerji içeriği bakımından olumlu etkiler sağlamıştır. Peyniraltı suyunun katkı olarak kullanılması, sınırlı yarar sağlamış; özellikle koçansız silajlarda kaliteyi düşürmüştür. Üre katkısı ise proteini artırma potansiyeline sahip olsa da yüksek pH değeri ve olumsuz fermentasyon karakteristikleri nedeniyle dikkatle kullanılmalıdır.

Genel olarak, katkı maddelerinin koçanlı silajlarda daha etkili olduğu, koçansız silajlarda ise katkı etkisinin sınırlı kaldığı belirlenmiştir. Uygulamada, silaj kalitesini artırmak isteyen üreticiler için

özellikle melâs ve arpa kırmaları katkılarının tercih edilmesi önerilmektedir. Katkı türü ve oranının karışıma girecek silajlık bitki materyali ile birlikte değerlendirilmesi gerektiği dikkate alınmalıdır.

5. Beyanname

5.1. Çıkar Çatışması

"Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur".

5.2. Yazarların Katkıları

Mustafa YILMAZ çalışmayı tasarlamış ve deneyleri kurmuş, Mehmet ÖTEN çalışmayı yürütmüş, Rahime CENGİZ ve Ferzat TURAN verileri analiz etmiş ve Mustafa YILMAZ, Mehmet ÖTEN, Rahime CENGİZ, Ferzat TURAN ve Melike KÖSE makaleyi yazmıştır.

5.3. Finansman Kaynağı

Bu çalışma Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 161-2023 nolu proje ile desteklenmiştir.

6. Kaynakça

- [1] McDonald, P., Henderson, A.R., & Heron, S.J.E. (1991) *The Biochemistry of Silage*. 2nd Ed., Chalcombe Pub., 340 s.
- [2] Seydoşoğlu, S., & Saruhan, V. (2017). Farklı ekim zamanlarının bazı silajlık mısır çeşitlerinde verim ve verim unsurlarına etkisinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(4), 377-383. ISSN 1018-8851.
- [3] Kaplan, M., Kale, H., İrik, H.A., Kardeş, Y.M., Varol, İ.S., Çiftçi, B., & Ünlükara, A. (2022). Effects of different irrigation levels and nitrogen doses on mineral contents of maize grains. *Curr. Trends Nat. Sci*, 11, 108-16. <https://doi.org/10.47068/ctns.2022.v11i22.013>.
- [4] Tekin, M., & Kara, K. (2020). The forage quality and the in vitro ruminal digestibility, gas production, organic acids, and some estimated digestion parameters of tomato herbage silage with molasses and barley. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 44(2), 201–213. <https://doi.org/10.3906/vet-1908-47>.
- [5] Nursoy, H., Deniz, S., Demirel, M. & Denek, N. (2003). The effect of urea and molasses addition into corn harvested at the milk stage on silage quality. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 27, 93-99. ISSN: 1300-0128.
- [6] Kızılsimşek, M., Demiroğlu Topçu, G., Akbay, F. (2023) The effect of different mixture ratios of maize (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.) on some silage quality characteristics. *International Journal of Applied Biology And Environmental Science (IJABES)*, 2023, 5.2: 53-63
- [7] Denek, N. & Deniz, S. (2004). The effects of urea and molasses addition into corn harvested at early-milk stage on silage quality and digestible dry matter yield. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 28, 123-130. ISSN: 1300-0128.
- [8] Schingoethe, D.J., Beardsley, G.L., & Muller, L.D. (1974). Chemical composition of urea-treated corn silage containing added dried whey or whey products. *Journal of Dairy Science*, 57(12), 1511-1515. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(74\)85098-8](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(74)85098-8).
- [9] Demirel, M., Yılmaz, İ., Deniz, S., Kaplan, O., & Akdeniz, H. (2003). Effect of addition of urea or urea plus molasses to different corn silages harvested at dough stage on silage quality and digestible dry matter yield. *Journal of Applied Animal Research*, 24, 7-16. <https://doi.org/10.1080/09712119.2003.9706429>.
- [10] Kung, L., Taylor, C.C., Lynch, M.P., & Neylon, J.M. (2018). Applying silage inoculants to manage fermentation. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4011-4023. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13578>.
- [11] Jiao, T., Lei, Z., Wu, J., Li, F., Casper, D., Wang, J., & Jiao, J. (2021). Effect of additives and filling methods on whole plant corn silage quality, fermentation characteristics and in situ digestibility. *Animal Bioscience*, 34, 1776 - 1783. <https://doi.org/10.5713/ab.20.0804>.
- [12] Khatta, V.K., Dogra, K.K. & Katoch, B.S. (1989). Effect of urea-molasses addition in corn silage preparation on its quality and nutrient utilization in lactating jersey cows. *Indian Journal of Animal Sciences*, 59(7), 875-880.
- [13] Anonim, (2024). Sakarya Meteoroloji İl Müdürlüğü İklim Verileri.
- [14] Sağlamtimur, T., Tansı, V., & Baytekin, H. (1989). Çukurova koşullarında kışlık ara ürün olarak yetiştirilen arıotu (*Phacelia californica* Cham.)'nda biçim zamanının bitki boyu ve ot verimine etkisi üzerinde bir araştırma. *ÇÜZF Dergisi*, 4(1), 76-83.
- [15] Acar, Z., & Bostan, M. (2016). Değişik doğal katkı maddelerinin yonca silajının kalitesine etkilerinin belirlenmesi, *Anadolu J Agr Sci*, 31; 433-440. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.269998>.
- [16] Bolakar, K., & Yüksel, O. (2021). Farklı oranlarda üre ve melâs katkılarının filotu (*Miscanthus x Giganteus*) silajlarının fiziksel ve bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 8(2): 484-491. <https://doi.org/10.30910/turkjans.838344>.
- [17] Kılıç, A. (1986). *Silo Yemi* (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri). Bilgehan Basımevi, İzmir.
- [18] DLG. (1987). Bewertung von Grünfütter, Silage und Heu. DLG-Merkblatt, 224p.
- [19] Alçiçek, A. & Özkan, K. (1997). Silo yemlerinde fiziksel ve kimyasal yöntemlerle silaj kalitesinin saptanması. *Türkiye I, Silaj Kongre Bildirileri*. 19 Eylül 1997. 241I246, Bursa, Türkiye.
- [20] Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. (1987). *Araştırma ve Deneme Metotları*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 295, Ankara.

- [21] Castaño, G., & Villa, L. (2017). Use of whey and molasses as additive for producing silage of Cuba OM-22 (*Cenchrus purpureus* x *Cenchrus glaucum*). *Cuban Journal of Agricultural Science*, 51.
- [22] Kavut, Y.T., & Soya, H., (2012). Ege Bölgesi koşullarında bazı mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin silaj kalitesi özellikleri üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(2): 223-227. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.69692>.
- [23] Burgu, L., & Mut, H., (2023). İkinci ürün olarak yetiştirilen silajlık mısır çeşitlerinde silaj verimi ve bazı kalite özellikleri. *JOTAF*, 20(1): 12-24. <https://doi.org/10.33462/jotaf.1039381>.
- [24] İptaş, S. & Avcıoğlu, R. (1996). Silajda fermentasyon ürünleri ile nitelik belirleme yöntemleri arasındaki ilişkiler. *Türkiye III. Çayır-Mer'a ve Yem bitkileri Kongresi*, 17-19 Haziran, 775-781, Erzurum, Türkiye.
- [25] Filya, İ., (2000). Silaj kalitesinin artırılmasında yeni gelişmeler. *International Animal Nutrition Congress*, 4-6 Eylül 2000, 243-250, Isparta, Türkiye.



© 2020 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)