

Mısır Silajlarında Saha Şartlarında Aerobik Stabilite Süresince Mikrobiyal Kompozisyondaki Değişikliklerin Termal Kamera Görüntüleme Tekniği ile Değerlendirilmesi

Fisun KOÇ¹, Mehmet Levent ÖZDÜVEN¹, Ahmet Şükrü DEMİRCİ², Hasan Ersin ŞAMLI¹

¹Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, ²Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü
✉ : fkoc@nku.edu.tr

ÖZET

Araştırmanın ana amacı, çiftlik düzeyinde silajın kimyasal bileşimi ve mikrobiyal kompozisyonu arasında ki ilişkileri ortaya koyabilecek ölçülebilir parametreleri bulabilmek, bu aşamada teknisyenleri ve çiftçileri etkinleştirebilmektir.

Araştırma Tekirdağ ilinde mısır silajı yapan 5 işletmede yürütülmüştür. Bu amaçla toprak üstü silonun yüzey alanı 3 örnekleme bölgesine (sağ, orta ve sol) ayrılmıştır. Her bir bölgedeki sıcaklık değerleri ve ortam sıcaklığı 15 gün süreyle (sıcaklık sensörleri) ile ölçülüp kaydedilmiştir. Araştırmanın 0., 3., 6., 12. ve 15. günlerinde siloların belirlenen 3 farklı noktasından 5 tekrerrür olmak üzere örnekler üzerinden kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelere ilişkin analizler yürütülmüştür. Aynı zamanda, T200 IR marka termal kamera ile 1 m mesafeden silaj örneklerinde her muamele grubunda görüntüleme yapılarak değerlendirme sonuçları kaydedilmiştir. Daha sonra elde edilen veriler ThermaCAM software programında değerlendirilmiştir.

DOI:10.18016/ksudobil.297173

Makale Tarihiçesi

Geliş : 17.01.2017

Kabul : 12.04.2017

Anahtar Kelimeler

Aerobik stabilite,
kızılötesi termografi tekniği,
mikrobiyal kompozisyon,
silaj sıcaklığı

Araştırma Makalesi

Evaluation of the Changes in Microbial Composition of Corn Silage Under Farm Conditions During Aerobic Stability Using Thermal Camera Imaging Technique

ABSTRACT

The aim of the study was to find a correlation between microbial and chemical composition of silage during the feed-out phase and some easily measurable parameters to enable technicians and farmers to quantify the extent of aerobic deterioration at the farm level.

The study was carried out in Tekirdağ where corn silage bunker from 5 farms were examined. For this purpose, the above-ground silo surface layer (left, middle and right region) were allocated to the 3 sampling areas. Temperature values in each region and the ambient temperature for 15 days (temperature sensors) was measured and recorded. Chemical and microbiological parameters analyses of corn silage samples taken from three different sites of silage on 0, 3, 6, 12 and 15th days (over 15 days) with five replications were carried out. At the same time, the T200 IR imaging brand evaluation for each treatment group at 1 m distance from the silage samples were recorded with a thermal imaging camera.

The data obtained was then evaluated in ThermaCAM software program. The results show that thermal camera imaging technique offers prospects as a practical method for assessing the aerobic stability of silages on farm.

Article History

Received: 17.01.2017

Accepted: 12.04.2017

Keywords

Aerobic stability,
infrared thermography technique,
microbial composition,
silage temperature

Research Article

To Cited : Koç F, Özdüven ML, Demirci AŞ, Şamlı HE 2018. Mısır Silajlarında Saha Şartlarında Aerobik Stabilite Süresince Mikrobiyal Kompozisyondaki Değişikliklerin Termal Kamera Görüntüleme Tekniği ile Değerlendirilmesi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(2):167-174, DOI:10.18016/ksudobil.297173.

GİRİŞ

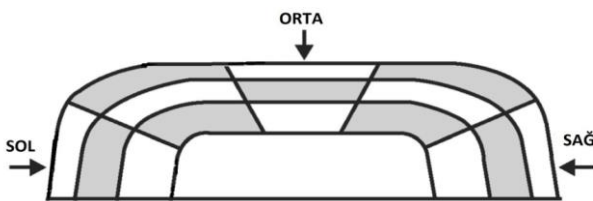
Fermentasyon sürecini takiben silaj kitlesi açıldığında, anaerobik koşullar aerobik koşullara dönüşür. Aerobik koşullar altında, açım öncesi oksijen yokluğu nedeniyle inaktif durumda olan mikroorganizmalar (mayalar ve küfler) çoğalmaya başlar (Kızılsimşek ve ark., 2016). Sonuç olarak silajın bozulması söz konusudur. Silo yemlerinde aerobik bozulmaya olan direncinin saptanmasında genel olarak hava ile temas eden kitlede belirli bir zaman dilimi içerisinde gerçekleşen sıcaklık, pH ve mikrobiyolojik kompozisyona ilişkin değişimlerden yararlanılmaktadır (Koç ve ark., 2010). Yemleme döneminde silaj kalitesinin mikrobiyolojik ve kimyasal analizlerle değerlendirilmesi kalifiye personel, ekipman ve laboratuvar gerektirirken, aynı zamanda pahalı ve zaman alıcı bir uygulamadır (Koç ve ark., 2015).

Termal kameralar, kızılötesi dalga boyu (Infrared/IR) spektrumunda, ekipmanla doğrudan temas gerçekleştirilmeden sıcaklık modellerini algılayan cihazlardır (Düzgün ve Erman, 2009). Son derece düşük sıcaklık farklarını algılayabilir ve bu farkları gerçek zamanlı video görüntüsü olarak dönüştürüp monitörde izlenmesini sağlarlar. Termal kameralar elektrikli ekipmanları ve süreç ekipmanlarını denetlemek, sağlık, savunma, veterinerlik, endüstriyel, çevre, gıda tarım ve sivil birçok alanda kullanılmaktadır (Manickavasagan ve ark., 2006; Gowen ve ark., 2010; Manickavasagan ve ark., 2010; Vadivambal ve Jayas, 2011; Addah ve ark., 2012; Koç ve ark., 2015).

Bu çalışmada, saha koşullarında toprak üstü geçici silolarda yapılan silajların mikrobiyal kompozisyonu ile aerobik stabilite ile olan ilişkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Aynı zamanda termal kamera ile silajların fotoğrafları kaydedilerek, silo yüzeyindeki sıcaklık dağılımı ile mikrobiyal kompozisyon ile arasında bir ilişkinin olup olmadığı değerlendirilmiştir. Bu sayede, termal kamera görüntüleme tekniğinin aerobik stabilitenin erken döneminde bozulmanın boyutlarını belirleyebilmek amacıyla kullanılıp kullanılmayacağı ortaya konulmaya çalışılmıştır.

MATERYAL ve METOT

Araştırma Tekirdağ ili Banarlı köyündeki 2. ürün mısır silajı yapan 5 işletmede (28 Aralık 2014 - 13 Ocak 2015) tarihleri arasında yürütülmüştür. Bu amaçla toprak üstü silolarda silonun yüzey alanı (sağ, orta ve sol) olmak üzere 3 bölgeye ayrılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Silo alanından örnek alınan bölgeler

Araştırma materyalini oluşturan mısır silajlarının ortalama parça büyüklüğü 2-5 cm olup, silajlara katkı maddesi ilavesi yapılmamıştır.

Araştırmanın 0., 3., 6., 12. ve 15 günlerinde silajların belirlenen 3 farklı noktasından 5 tekrerrür olacak şekilde alınan mısır silaj örneklerinde kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelere ilişkin analizler yürütülmüştür. Silajların oksijenle temas ettiği 15 günlük periyot süresince silajlarda pH, kuru madde (KM), laktik asit (LA), suda çözünebilir karbonhidratlar (SÇK), amonyak azotu (NH₃-N), mikrobiyolojik kompozisyona ilişkin olarak laktik asit bakterileri (LAB), *clostridial* spor, maya ve küf sayımları yapılmıştır. Araştırmada pH, Chen ve ark. (1994), KM analizi Akyıldız (1984), NH₃-N ve SÇK analizleri Anomim (1986), LA analizi Koç ve Coşkuntuna (2003)'nın bildirdikleri spektrofotometrik yöntem ile saptanmıştır. LAB, maya ve küf sayımları Seale ve ark. (1990) tarafından bildirilen yöntemler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. LAB için besi ortamı olarak MRS Agar, maya ve küfler için Malt Ekstrakt Agar kullanılmıştır. Örneklere ait LAB sayımları 30 °C de 3 günlük, maya ve küfler için 30 °C de 5 günlük sıcaklıkta inkübasyon dönemlerini takiben yapılmıştır. *Clostridial* sporlar için ise Jonsson (1990)'un önerdiği yöntem takip edilmiştir. Besi ortamı olarak Differential Reinforced Clostridial Broth Agar kullanılmıştır. Standart yöntemle tüplere ekim yapılmıştır. Ekimden sonra tüplerin üstü anaerob ortam sağlamak üzere yaklaşık 2 cm (4 ml) parafinle kapatılarak vejetatif hücrelerin öldürülmesi sağlanmıştır. Daha sonraki aşamada, sporların germinasyonunu sağlamak için, tüpler su banyosunda 80 °C' de 10 dakika bekletilmiş ve ardından 30 °C' de 7 gün süre ile inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrasında gaz çıkışı olan tüpler pozitif kabul edilmiştir.

Aerobik stabilite döneminde silaj örneklerindeki sıcaklık değişimleri ve ortam sıcaklığı 15 gün süreyle 30 dakikada bir (hobo pentant data logger) takip edilmiştir (Chen ve ark., 1994). Aynı zamanda, T200 IR marka termal kamera ile 1 m mesafeden silaj örneklerinde her muamele grubundan 3 tekrerrürlü olmak üzere (aerobik stabilitenin 0., 3., 6., 12. ve 15. günlerinde) görüntüleme yapılarak değerlendirme sonuçları kaydedilmiştir. Daha sonra elde edilen veriler ThermaCAM software programında değerlendirilmiştir.

Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmesinde varyans analizi, gruplar arasında farklılığın belirlenmesinde ise Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Soysal, 1993). Bu amaçla Statistica (1999) paket programı kullanılmıştır.

BULGULAR

Bu bölümde araştırmadan elde edilen bulgular her bir işletme için ayrı ayrı ele alınarak üzerine çalışılan parametrelerin aerobik stabilite dönemi içerisindeki değişimleri ortaya konulmuştur.

Silaj materyalinin alındığı siloların genel özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü toprak üstü geçici silolara ilişkin genel bilgiler Tablo 1 'de sunulmuştur. Genel anlamda değerlendirildiğinde işletmelerin hayvan sayısının az olması (15-20 baş) sebebi ile genellikle siloların kapasiteleri de düşüktür.

Tablo 1. Silaj materyalinin alındığı siloların genel özellikleri

İşletme No	Silo boyutları (m) (enxboyxyyükseklik)	Miktar (ton)	Fermantasyon süresi (gün)
1	7x23x1,3	75	60
2	8x14x1,0	34	90
3	6x10x1,0	20	45
4	6x8x1,0	20	45
5	7x9x1,0	20	45

Araştırmanın yürütüldüğü 1 No'lu işletmeye ilişkin 15 günlük aerobik stabilite döneminin (0., 3., 6., 12. ve 15.) günlerinde kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelere ilişkin değerler Tablo 2' de verilmiştir. Aerobik stabilite süresi silajların pH, KM, LA, LAB, maya ve *clostridium* sayıları üzerinde etkili olmuştur (P<0.001). Silo bölgeleri (sağ, orta ve sol) ise silajların pH, KM, LA, maya ve *clostridium* değerleri üzerinde etkili olmuştur (P<0.001). Aerobik stabilite süresi ve bölge interaksyonu ise silajların pH, KM ve LA değerleri üzerinde etkili olmuştur (P<0.001).

Araştırmanın yürütüldüğü 2 No'lu işletmeye ilişkin 15 günlük aerobik stabilite süresince kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelere ilişkin değerler Tablo 3' de verilmiştir. Özellikle aerobik stabilite süresi silajların pH, KM, NH₃-N, LA, SÇK, LAB, maya ve *clostridium* sayısı üzerinde etkili olmuştur (P<0.001). Silo bölgeleri (sağ, orta ve sol) ise silajların pH değerini, KM oranı, LAB ve maya sayılarını (P<0.001) düzeyinde, LA oranını ve *clostridium* sayılarını (P<0.05) düzeyinde etkili olmuştur. Aerobik stabilite süresi ve bölge interaksyonu ise silajların pH değeri ve KM oranı üzerinde etkili olmuştur (P<0.001).

Tablo 2. 1 No'lu işletmeye ilişkin aerobik stabilite değerleri

Günler	Bölge	pH	KM,%	NH ₃ -N ¹	LA ¹	SÇK ¹	LAB ²	Maya ²	Küf ²	<i>Clostridium</i> ²
0.	sağ	3.76	23.89	3.89	6.10	71.00	4.30	4.40	0.00	1.97
	orta	3.46	24.69	3.84	6.35	73.00	4.38	4.29	0.00	1.95
	sol	3.74	23.57	3.91	6.00	70.50	4.29	4.36	0.00	1.98
3.	sağ	3.78	22.53	4.01	6.18	69.21	4.07	4.40	0.00	2.64
	orta	3.55	24.24	3.99	6.20	65.50	4.19	4.33	0.00	2.57
	sol	3.75	22.15	4.01	6.16	68.50	4.15	4.41	0.00	2.62
6.	sağ	3.82	23.01	6.01	6.13	62.68	3.49	4.46	0.00	2.78
	orta	3.80	23.88	5.98	6.14	63.50	3.09	4.43	0.00	2.76
	sol	3.80	23.10	6.01	6.05	61.50	3.47	4.46	0.00	2.78
12.	sağ	3.84	24.27	5.68	1.75	55.44	2.80	4.54	0.00	2.97
	orta	3.74	23.43	5.64	2.10	56.50	2.92	4.48	0.00	2.94
	sol	3.81	21.58	5.69	1.80	55.00	2.92	4.50	0.00	2.96
15.	sağ	3.88	22.82	5.90	1.09	44.60	1.86	5.60	0.00	4.02
	orta	3.85	22.82	5.65	1.78	50.50	1.90	5.48	0.00	4.00
	sol	3.87	22.05	5.64	1.12	48.85	1.91	5.60	0.00	4.04
SEM		0.020	0.161	1.010	0.415	2.515	0.168	0.085	-	0.124
P										
Gün		<0.001	<0.001	0.643	<0.001	0.083	<0.001	<0.001	-	<0.001
Bölge		<0.001	<0.001	0.373	<0.001	0.550	0.896	<0.001	-	<0.001
Gün X Bölge		<0.001	<0.001	0.472	<0.001	0.460	0.849	0.545	-	0.165

KM: Kuru madde, NH₃-N: Amonyaga bağlı nitrojen, LA: Laktik asit, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat

¹g/kg KM, ²log₁₀cfu/g TM

Araştırmanın yürütüldüğü 3 No'lu işletmeye ilişkin 15 günlük aerobik stabilite süresince kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelere ilişkin değerler Tablo 4'de verilmiştir. Özellikle aerobik stabilite süresi silajların pH, KM, NH₃-N, LA ve SÇK oranları ile LAB ve maya sayıları üzerinde düzeyinde etkili olmuştur

(P<0.001). Silo bölgeleri (sağ, orta ve sol) ise silajların pH değeri, KM, NH₃-N ve LA oranları ile LAB sayıları üzerinde (P<0.001) düzeyinde SÇK oranı üzerinde ise (P<0.05) düzeyinde etkili olmuştur. Aerobik stabilite süresi ve bölge interaksyonu ise silajların KM, LA oranı ve LAB sayılarını (P<0.001) düzeyinde, NH₃-N oranını ise (P<0.05) düzeyinde etkili olmuştur.

Tablo 3. 2 No'lu işletmeye ilişkin aerobik stabilite değerleri

Günler	Bölge	pH	KM,%	NH ₃ -N ¹	LA ¹	SÇK ¹	LAB ²	Maya ²	Küf ²	<i>Clostridium</i> ²
0.	sağ	3.67	26.31	4.85	4.90	200.50	4.32	4.32	0.00	0.00
	orta	3.59	27.34	4.70	5.25	204.50	4.36	4.28	0.00	0.00
	sol	3.66	26.25	4.90	5.05	186.00	4.34	4.32	0.00	0.00
3.	sağ	3.72	26.67	5.20	4.20	194.00	4.24	4.43	0.00	0.00
	orta	3.53	28.96	5.17	4.31	199.50	4.26	4.41	0.00	0.00
	sol	3.70	26.75	5.17	4.20	188.00	4.24	4.44	0.00	0.00
6.	sağ	3.78	27.13	5.03	3.82	174.56	4.11	4.57	0.00	1.88
	orta	3.66	28.60	5.00	3.90	177.50	4.15	4.54	0.00	1.83
	sol	3.72	27.00	5.04	3.78	176.00	4.11	4.55	0.00	1.89
12.	sağ	3.84	30.05	5.45	3.28	149.50	3.77	4.62	0.00	2.64
	orta	3.74	30.29	5.25	3.38	152.50	3.86	4.60	0.00	2.63
	sol	3.85	30.60	5.35	3.25	148.00	3.79	4.62	0.00	2.64
15.	sağ	3.96	24.56	5.77	3.06	81.47	2.53	4.70	0.00	3.06
	orta	3.75	26.48	5.72	3.10	85.50	2.61	4.67	0.00	3.00
	sol	3.90	25.45	5.76	3.00	83.50	2.48	4.70	0.00	3.08
SEM		0.020	0.326	0.060	0.133	7.851	0.123	0.025	-	0.239
P										
Gün		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-	<0.001
Bölge		<0.001	<0.001	0.029	<0.050	0.081	<0.001	<0.001	-	<0.050
Gün X Bölge		<0.001	<0.001	0.544	0.435	0.694	0.244	0.246	-	0.074

KM: Kuru madde, NH₃-N: Amonyaga bağlı nitrojen, LA: Laktik asit, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat
¹g/kg KM, ²log₁₀cfu/g TM

Tablo 4. 3 No'lu işletmeye ilişkin aerobik stabilite değerleri

Günler	Bölge	pH	KM,%	NH ₃ -N ¹	LA ¹	SÇK ¹	LAB ²	Maya ²	Küf ²	<i>Clostridium</i> ²
0.	sağ	3.36	25.55	4.75	16.94	146.00	4.14	3.99	0.00	0.00
	orta	3.30	25.54	4.45	18.02	153.00	4.40	3.98	0.00	0.00
	sol	3.36	25.65	4.55	16.97	149.50	4.32	4.05	0.00	0.00
3.	sağ	3.55	25.93	4.91	15.57	135.64	4.27	4.11	0.00	0,00
	orta	3.43	26.56	4.85	16.10	141.50	4.30	4.08	0.00	0,00
	sol	3.43	24.74	4.91	15.65	135.00	4.28	4.09	0.00	0,00
6.	sağ	3.63	24.91	6.03	11.24	110.42	3.94	4.17	0.00	0,00
	orta	3.51	27.46	5.95	11.70	112.50	3.97	4.14	0.00	0,00
	sol	3.55	25.00	6.02	11.20	110.00	3.93	4.17	0.00	0.00
12.	sağ	3.90	23.88	5.66	3.36	90.09	2.77	4.84	0.00	0.00
	orta	3.70	26.06	5.61	3.20	92.50	2.84	4.78	0.00	0.00
	sol	3.81	23.50	5.61	3.48	90.35	2.72	4.84	0.00	0.00
15.	sağ	3.91	24.48	3.99	1.29	47.24	1.99	5.81	0.00	0.00
	orta	3.83	26.37	3.96	1.33	46.50	2.15	5.83	0.00	0.00
	sol	3.90	24.50	3.90	1.27	43.80	1.85	5.80	0.00	0.00
SEM		0.039	0.193	0.136	1.200	6.837	0.170	0.126	0.00	0.00
P										
Gün		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-	-
Bölge		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.050	<0.001	0.062	-	-
Gün X Bölge		0.227	<0.001	<0.05	<0.001	0.483	<0.001	0.134	-	-

KM: Kuru madde, NH₃-N: Amonyaga bağlı nitrojen, LA: Laktik asit, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat
¹g/kg KM, ²log₁₀cfu/g TM

Araştırmanın yürütüldüğü 4 No'lu işletmeye ilişkin 15 günlük aerobik stabilite süresince kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelere ilişkin değerler Tablo 5' de verilmiştir. Özellikle aerobik stabilite süresi silajların pH, LA, SÇK, LAB, maya sayısı üzerinde etkili olmuştur (P<0.001). Silo bölgeleri (sağ, orta ve sol) ise silajların pH, SÇK ve maya değerleri üzerinde

(P<0.001) düzeyinde, LA değerini ise (P<0.05) düzeyinde etkili olmuştur. Aerobik stabilite süresi ve bölge interaksyonu ise silajların pH değeri üzerinde (P<0.001), maya sayısında ise (P<0.05) düzeyinde etkili olmuştur.

Araştırmanın yürütüldüğü 5 No'lu işletmeye ilişkin 15 günlük aerobik stabilite süresince kimyasal ve

mikrobiyolojik parametrelere ilişkin değerler Tablo 6' da verilmiştir. Özellikle aerobik stabilite süresi silajların pH, LA, SÇK, LAB ve maya sayısı üzerinde (P<0.001) ve KM (P<0.05) düzeyinde etkili olmuştur. Silo bölgeleri (sağ, orta ve sol) ise silajların pH ve maya

değerleri (P<0.001), KM (P<0.01), SÇK (P<0.05) düzeyinde etkili olmuştur. Aerobik stabilite süresi ve bölge interaksyonu ise silajların pH değeri üzerinde etkili olmuştur (P<0.001).

Tablo 5. 4 No'lu işletmeye ilişkin aerobik stabilite değerleri

Günler	Bölge	pH	KM,%	NH ₃ -N ¹	LA ¹	SÇK ¹	LAB ²	Maya ²	Küf ²	<i>Clostridium</i> ²
0.	sağ	3.66	29.53	4.02	9.00	179.00	4.41	4.24	0.00	0.00
	orta	3.48	30.88	4.01	9.35	185.50	4.42	4.21	0.00	0.00
	sol	3.67	29.79	5.15	8.95	179.00	3.90	4.24	0.00	0.00
3.	sağ	3.71	27.77	5.39	8.29	172.76	2.83	4.38	0.00	0.00
	orta	3.50	32.33	5.32	8.36	178.50	3.05	4.32	0.00	0.00
	sol	3.70	27.84	5.35	8.35	175.00	3.13	4.38	0.00	0.00
6.	sağ	3.78	28.79	6.25	4.82	161.77	2.11	4.55	0.00	0.00
	orta	3.61	34.40	6.19	4.95	166.00	2.15	4.52	0.00	0.00
	sol	3.81	29.00	6.20	4.45	162.00	2.10	4.57	0.00	0.00
12.	sağ	3.85	29.11	6.23	4.15	131.47	2.02	4.64	0.00	0.00
	orta	3.74	30.42	6.02	4.38	133.00	2.11	4.60	0.00	0.00
	sol	3.83	29.44	6.40	4.23	129.50	2.07	4.66	0.00	0.00
15.	sağ	3.90	26.88	6.44	3.99	107.91	0.00	5.00	0.00	0.00
	orta	3.75	28.22	6.03	4.12	112.50	0.00	4.90	0.00	0.00
	sol	3.86	26.44	6.05	4.00	109.50	0.00	4.99	0.00	0.00
SEM		0.022	96.85	1.25	0.40	5.086	0.260	0.046	-	-

P

Gün	<0.001	0.442	0.734	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-	-
Bölge	<0.001	0.383	0.387	<0.05	<0.001	0.462	<0.001	-	-
Gün X Bölge	<0.001	0.474	0.474	0.225	0.572	0.310	<0.05	-	-

KM: Kuru madde, NH₃-N: Amonyaya bağlı nitrojen, LA: Laktik asit, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat
¹g/kg KM, ²log₁₀cfu/g TM

Tablo 6. 5 No'lu işletmeye ilişkin aerobik stabilite değerleri

Günler	Bölge	pH	KM,%	NH ₃ -N ¹	LA ¹	SÇK ¹	LAB ²	Maya ²	Küf ²	<i>Clostridium</i> ²
0.	sağ	3.88	25.08	3.49	14.41	123.68	4.30	4.40	0.00	0.00
	orta	3.85	23.36	3.84	14.54	127.50	4.38	4.29	0.00	0.00
	sol	3.87	23.58	3.91	14.05	121.50	4.29	4.36	0.00	0.00
3.	sağ	3.78	21.69	4.00	14.01	106.77	4.17	4.32	0.00	0.00
	orta	3.55	24.12	3.99	13.90	111.18	4.26	4.28	0.00	0.00
	sol	3.76	22.40	4.01	13.99	104.56	4.26	4.32	0.00	0.00
6.	sağ	3.84	22.32	6.01	13.45	93.50	4.16	4.17	0.00	0.00
	orta	3.74	23.24	5.98	13.23	95.50	4.15	4.14	0.00	0.00
	sol	3.81	21.09	6.01	13.75	93.50	4.14	4.17	0.00	0.00
12.	sağ	3.82	23.72	5.68	11.95	70.50	4.03	5.84	0.00	0.00
	orta	3.80	24.79	5.64	12.35	79.00	3.96	5.78	0.00	0.00
	sol	3.80	23.23	5.69	11.84	71.00	3.94	5.84	0.00	0.00
15.	sağ	3.76	21.64	5.90	8.45	48.50	3.36	6.81	0.00	0.00
	orta	3.46	25.09	5.65	9.45	52.00	2.85	6.83	0.00	0.00
	sol	3.74	20.50	5.64	8.50	48.00	2.78	6.80	0.00	0.00
SEM		0.020	0.288	1.010	0.382	4.897	0.097	0.195	-	-

P

Gün	<0.001	<0.05	0.643	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	-	-
Bölge	<0.001	<0.01	0.373	0.278	<0.05	0.466	<0.001	-	-
Gün X Bölge	<0.001	0.065	0.472	0.410	0.959	0.489	0.147	-	-

KM: Kuru madde, NH₃-N: Amonyaya bağlı nitrojen, LA: Laktik asit, SÇK: Suda çözünebilir karbonhidrat,
¹g/kg KM, ²log₁₀cfu/g TM

Aerobik stabilite süresince işletmelerdeki sıcaklık sensör verilerine ilişkin ortalama değerler (Tablo 7)'de sunulmuştur. Araştırmanın yürütüldüğü (28 Aralık 2014 - 13 Ocak 2015) tarihleri arasında çevre sıcaklığı maksimum (15 °C) minimum (-5 °C) arasında tespit edilmiştir. Çevre sıcaklığı ortalaması ise 2 °C' dir.

Tablo 7. Aerobik stabilite süresince işletmelerdeki sıcaklık sensör verilerine ilişkin ortalama değerler (°C)

İşletme No	Aerobik bozulma gün	Sıcaklık, maksimum	Sıcaklık, minimum	Sıcaklık, ortalama
1	6	11	-3	2
2	6	12	-2	2
3	6	11	-4	1.8
4	6	11	-3	2
5	6	11	-3	2

TARTIŞMA

Aerobik stabilite açılan bir silajın ısınmadan ve bozulmadan kaldığı sürenin uzunluğu olarak tanımlanmaktadır. Aerobik stabilite kompleks bir süreç olup, silolanın ürünün mikrobiyal bileşimi, fermantasyon özellikleri, silaj kitlesinin sıcaklığı ve silaj yoğunluğu oluşabilecek kayıpları etkilemektedir (Koc ve ark. 2009).

Aerobik bozulmanın saha koşullarındaki en tipik belirleyicileri kitlede sıcaklığın yükselmesi ve küf gelişimidir (Bolsen ve ark., 1993; Ruppel ve ark., 1995). Ranjit ve Kung (2000), aerobik stabilite süresini silaj sıcaklığının ortam sıcaklığının 2 °C üzerine yükselmeden önce, stabil kaldığını süre olarak tanımlamaktadır. Bu değerlendirmeye göre, araştırma yürütülen işletmelerde silajların 6. güne kadar stabil kaldığı, aerobik bozulmanın silajların tümünde 6. günden itibaren gerçekleştiği görülmüştür. Bu konuda yapılan çalışmalarda aerobik stabilite üzerinde etkili olan önemli bir faktörün çevre sıcaklığı olduğu yönündedir. Yüksek sıcaklık (35-45 °C) mikrobiyal aktiviteyi teşvik ederek, silajın hızlı bir şekilde bozulmasına neden olur (Uriarte, 2001; Koc ve ark., 2009; Wilkinson ve Davies, 2012). Dolayısıyla sıcak bölgelerde yapılan silajlar, soğuk bölgelerde yapılan silajlara göre ve yaz aylarında yapılan silajlarda kış aylarında yapılan silajlara göre daha fazla ısınırlar. (Filya, 2001). Araştırmanın yürütüldüğü dönemde ortalama çevre sıcaklığı 2 °C civarında tespit edilmiştir. Silajların açıldığı dönem itibari ile kış aylarına denk gelmesi aerobik stabilite dönemini 6. güne kadar uzatmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler bu konuda yapılan çalışmaları destekler

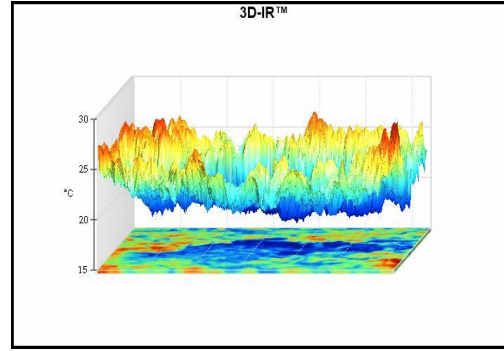
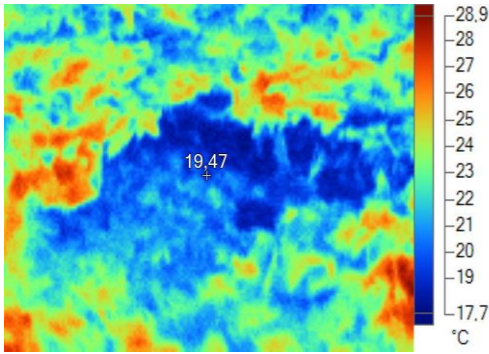
niteliktedir.

Aerobik stabilitenin diğer önemli göstergelerinden biriside silajların küflenmesidir. Araştırma süresince hiçbir işletmede küf oluşumuna rastlanmamıştır. Bu durum üzerinde silajların aerobik stabilite süresince pH değerleri ve silajların açıldığı dönem itibari ile düşük çevre sıcaklığının etkili olduğu söylenebilir.

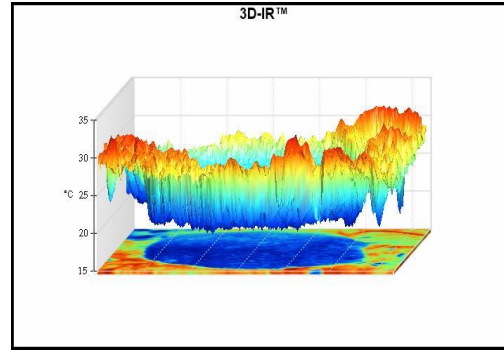
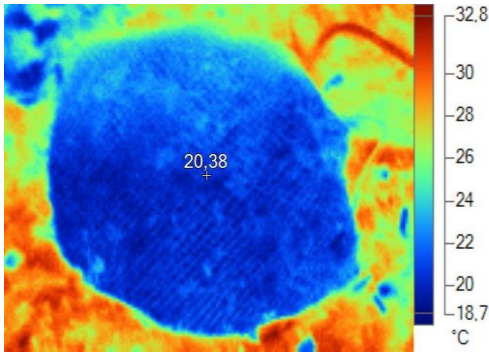
Yapılan çalışmalar farklı materyalden yapılmış olan silajların aerobik bozulmaya olan dirençleri bakımından farklı özellikler taşıdığını ortaya koymaktadır. Mısır benzeri karbonhidratça zengin materyalin bu anlamda daha fazla olumsuz etkiye sahip olduğu söylenebilir (Mc Donald ve ark., 1991). Silolama yeteneği göz önüne alındığında mısır yüksek KM ve SÇK kapsamı ve aynı zamanda düşük tampon kapasitesine sahip olması nedeniyle kolay silolanabilir bir yem materyaldir. Ancak, mısır gibi yüksek SÇK içeriğine sahip bitkilerde *Candida lambica* ve *Candida krusei* gibi maya varyetelerinin fermantasyon sırasında gelişebildikleri ve düşük düzeyde de olsa LA ve karbonhidratları asimile edebildiklerini bildirmişlerdir (Kızılsimşek ve ark., 2016). Mayalar iyi fermente olmuş silajlarda 10 cfu/g'dan bozulmuş silajlarda 10¹² cfu/g'a kadar değişen düzeylerde bulunabilirler (Middlehoven ve Van Baalen, 1988). Daniel ve ark. (1970) maya popülasyonu 10⁶ cfu/g olan silajların, aerobik bozulmaya açık silajlar olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmada silajların maya içerikleri, aerobik stabilite süresine bağlı olarak artmış ve bozulmaya açık silajlar haline gelmişlerdir.

Toprak üstü geçici silolarda sıkıştırma işlemi için, iş makineleri ya da ek ağırlıklar ile takviye edilen traktörler kullanılmaktadır. Bu çalışmada da sıkıştırma işlemleri traktörle yapılmıştır. Siloların farklı bölgelerinden alınan silaj örneklerinde orta bölgenin en fazla sıkıştırılan bölge olmasından dolayı bu bölgelerden alınan silaj örneklerinde pH, NH₃-N, maya sayısı daha düşük, LA, SÇK ve LAB sayıları ise daha yüksek tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları bu konuda yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Roy ve ark., 2001; Muck ve Holmes, 2000; Borreani ve Tabacco, 2010).

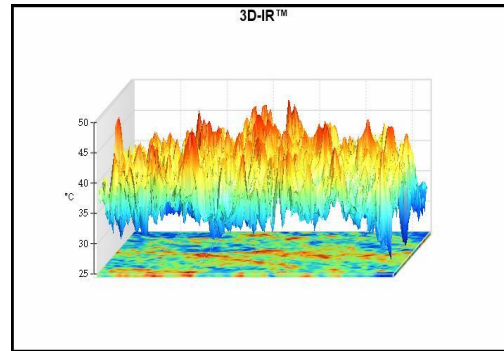
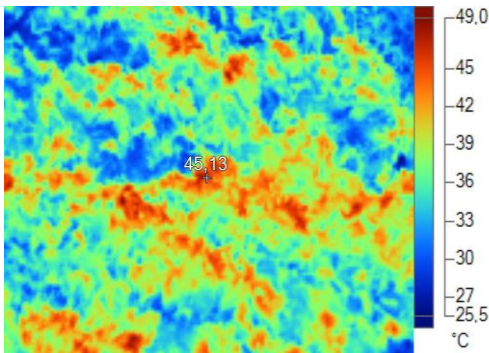
Aerobik stabilitenin süresince mısır silajlarının termal kamera görüntüleri Şekil 2, 3 ve 4'de gösterilmiştir. Termal kameralarda çok sıcak noktaları açık renkle, soğuk noktaları ise koyu renkle gösterilmektedir. Nesnelerin renkli olarak gösterdiği durumlarda ise ortam sıcaklığına göre mavi en soğuk, sarı ise en sıcak bölgeleri gösterir. Sıcak bölgeler, sıcak renkler (sarı, turuncu, kırmızı) ile temsil edilmektedir, soğuk noktalar ise soğuk renkler (yeşil, mavi) tarafından temsil edilmektedir (Düzgün ve Erman, 2009).



Şekil 2. Aerobik stabilitenin 6. gününde silonun orta bölgesine ilişkin termal kamera görüntüleri



Şekil 3. Aerobik stabilitenin 6. gününde silonun sağ yan bölgesine ilişkin termal kamera görüntüleri



Şekil 4. Aerobik stabilitenin 15. gününde silonun orta bölgesine ilişkin termal kamera görüntüleri

Aerobik stabilitenin 0., 3., 6., 12. ve 15. günlerinde silajların termal kamera görüntüleri ve mikrobiyal kompozisyona ilişkin değerlendirme sonuçları dikkate alındığında benzerlikler yakalamak mümkün olmuştur. Aerobik stabilite süresine bağlı olarak termal kameralarda görüntü alınan bölgelerde soğuk bölgeleri temsil eden mavi renkler aerobik stabilite süresine bağlı olarak yerini sarı, turuncu ve kırmızı renklere bırakmıştır.

SONUÇ

Silolanan kitlede gerçekleşen anaerobik fermantasyonun genel ilkeleri değerlendirildiğinde, kullanım aşamasındaki tüm silajlar için aerobik bozulmanın kaçınılmaz olduğu ortaya çıkmaktadır. Besleme pratiği ve etkinliği bakımından önem taşıyan nokta, bu yolla oluşabilecek kayıpların nasıl en aza indirilebileceğidir. Silonun boşaltımında uygun tekniklerin kullanımı ve etkin yemlik amenajmanının

yanı sıra silaj materyalinin aerobik bozulmaya karşı direncini artıracak uygulamalar bu anlamda ilk aklı gelen önlemler olarak gözükmektedir.

Termal kamera görüntüleme tekniği askeri alanda, endüstride, inşaat sektöründe, veteriner hekimliğinde, tıpta kısaca sıcaklığın ve ısının olduğu her alanda yaygın olarak kullanım alanı bulmuştur. Bu anlamda, saha koşullarında silaj yüzey sıcaklıklarını tespit ederek, aerobik stabilitenin erken döneminde bozulmanın boyutlarını belirleyebilmek, silaj amenajmanını geliştirmek termal kameralarla mümkün olabilir. Kullanıldığı uygulama alanları zaman içinde daha da artacak olan bu teknik, teknolojik gelişmeleri de arkasına alarak ilerleyen zamanda özellikle saha koşullarında pratik bir yöntem olarak kullanılabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma NKUBAP.00.24.AR.14.13 numarasıyla, Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

Addah W, Baah J, Okine K, McAllister TA 2012. Use of Thermal Imaging and the In Situ Technique to Assess The Impact of an Inoculant with Feruloyl Esterase Activity on the Aerobic Stability and Digestibility of Barley Silage. *Can. J. Anim. Sci.*, 92: 381-394.

Akyıldız AR 1984. Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. Ankara, 236 s.

Anonim 1986. The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: 427. London, Pp. 428.

Bolsen KK, Dickerson JT, Brent BE, Sonon RN, Dolke BS, Lin CJ, Boyer JE 1993. Rate and Extent of Top Spoilage in Horizontal Silos. *J. Dairy Sci.* 76: 2940-2962.

Borreani G, Tabacco E 2010. The Relationship of Silage Temperature with the Microbiological Status of the Face of Corn Silage Bunkers. *J. Dairy Sci.*, 93: 2620–2629.

Chen J, Stokes MR, Wallace CR 1994. Effects of Enzyme – Inoculant Systems on Preservation and Nutritive Value of Hay Crop and Corn Silage, *J. Dairy Sci.*, 77: 501-512.

Daniel P, Honig H, Weise F, Zimmer E 1970. Das Wirtschaftseigene Futter, 16: 239-256.

Düzgün D, Erman M 2009. Termal Kameraların Veteriner Hekimlikte Kullanımı. *TUBAV Bilim Dergisi*, 2(4): 468-475.

Filya İ 2001. Silaj Fermantasyonu. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 32 (1): 87-93.

Gowen AA, Tiwari BK, Cullen PJ, McDonnell K, O'Donnell CP 2010. Applications of Thermal Imaging in Food Quality and Safety Assessment (review). *Trends Food Sci. Technol.*, 21: 190-200.

Jonsson A 1990. Enumeration and Confirmation of *Clostridium tyrobutyricum* in Silages Using Neutral Red, D-Cycloserine, and Lactate Dehydrogenase Activity. *J. Dairy Sci.* 73: 719–725.

Kızılsımşek M, Erol A, Ertekin İ, Dönmez R, Katrancı B 2016. Silaj Mikro Florasının Birbirleri ile İlişkileri, Silaj Fermantasyonu ve Kalitesi Üzerine Etkileri. *KSÜ Doğa Bil. Derg.*, 19 (2): 136-140.

Koç F, Coşkuntuna L 2003. Silo Yemlerinde Organik Asit Belirlemede İki Farklı Metodun Karşılaştırılması. *Hayvansal Üretim*, 44 (2): 37-47.

Koc F, Coskuntuna L, Ozduven, ML, Coskuntuna A, Samlı HE 2009. The Effects of Temperature on the Silage Microbiology and Aerobic Stability of Corn and Vetch-Grain Silages. *Acta Agriculture Scand Section*, 59: 239-

246.

Koç F, Coşkuntuna L, Özduven ML, Coşkuntuna A 2010. Farklı Ortam Sıcaklıklarında Organik Asit Kullanımının Fiğ-Tahıl Silajlarında Fermantasyon Gelişimi ve Aerobik Stabilitate Üzerine Etkileri. *JOTAF/Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (2): 159-165.

Koç F, Ünal Ö, Okur E, Okur AA, Kara B 2015. Mısır ve Buğday Silajlarında Aerobik Stabilitate Süresince Mikrobiyal Kompozisyondaki Değişikliklerin Termal Kamera Görüntüleme Tekniği İle Değerlendirilmesi" (Poster). 9. Ulusal Zootekni Kongresi, Konya 3-5 Eylül.

Manickavasagan A, Jayas DS, White NDG, Jian F 2006. Thermal Imaging of a Stored Grain Silo to Detect a Hot Spot. *Appl. Eng. Agric.*, 22: 891-897.

Manickavasagan A, Jayas DS, White NDG, Paliwal J 2010. Wheat Class Identification Using Thermal Imaging. *Food Bioprocess Technol.* 3: 450-460.

McDonald P, Henderson N, Heron S 1991. The Biochemistry of Silage Cambrian Printers Ltd., Aberystwyth, 340p.

Middelhoven WJ, Van Baalen AHM 1988. Development of the Yeast Flora of Whole-Crop Maize During Ensiling and During Subsequent Aerobiosis. *J. Sci. Food Agric.*, 42: 199.

Muck RE, Holmes BJ 2000. Factors Affecting Silage Bunker Silo Densities. *Applied Engineering in Agriculture*, 16 (69): 613-619.

Roy MB, Treblay Y, Pomerleau P, Savoie P 2001. Compaction and Density of Forage Bunker Silos. *ASAEA Annual Int. Meeting*, paper no: 011089, California, USA.

Ruppel KA, RE Pitt, LE Chase, Galton DM 1995. Bunker Silo Management and Its Relationship to Forage Preservation on Dairy Farms. *J. Dairy Sci.* 78:141-153.

Seale DR, Pahlow G, Spoelstra SF, Lindgren S, Dellaglio F, Lowe JF 1990. Methods for The Microbiological Analysis of Silage, *Proceeding of The Eurobac Conference*, 147. Uppsala.

Soysal Mİ 1993. Biyometrinin Prensipleri (İstatistik I ve II Ders Notları), Yayın No: 95, Ders Kitabı No: 64, T. Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tekirdağ.

Statistics for the Windows Operating System 1999. Stat Soft Inc., Tulsa, OK, USA.

Uriarte ME 2001. Aerobic Stability of Corn Silage. Kansas State University Unpublished Ph.D. Thesis, Manhattan.

Vadivambal R, Jayas DS 2011. Applications of Thermal Imaging in Agriculture and Food Industry _ A review. *Food Bioprocess Technol.*, 4: 186-199.

Wilkinson JM, Davies DR 2012. The Aerobic Stability of Silage: Key Finding and Recent Developments. *Grass and Forage Science*, 68: 1-19.