

Mısır ve Buğday Silajlarının Termal Kamera Görüntüleme Tekniği Kullanılarak Aerobik Stabilitesinin Değerlendirilmesi

Araştırma / Research

Geliş Tarihi / Received
05.12.2017

Kabul Tarihi / Accepted
19.02.2018

DOI
10.28955/alinterizbd.362241

ISSN 2564-7814
e-ISSN 2587-2249

**Özge ÜNAL¹, Fisun KOÇ^{1*}, Aylin AĞMA OKUR¹, Ersen OKUR²,
Mehmet Levent ÖZDÜVEN¹**

¹Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü,
Tekirdağ/Turkey

²Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem
Mühendisliği, Tekirdağ/Turkey

*e-posta: fkoc@nku.edu.tr

Öz: Araştırmanın materyalini 75 günlük fermantasyon dönemi sonrasında açılan mısır ve buğday balya silajları oluşturmuştur. Silaj örnekleri her muamele grubunda 3'er tekrür olmak üzere 7-8 °C, 24-25°C ve 32-33°C sıcaklıklarda aerobik stabilite testine tabi tutulmuşlardır. Aerobik stabilitenin 0., 1., 4., 6. 12. ve 15. günlerinde silaj örneklerinde kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelere ilişkin analizler yürütülmüştür. Aynı zamanda, her muamele grubu için termal kamera (T200 IR) ile 1 m mesafeden görüntüleme yapılarak, değerlendirme sonuçları kaydedilmiştir. Daha sonra elde edilen veriler ThermaCAM software programında değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda, termal kamera görüntüleme tekniğinin laboratuvar şartlarında silajların aerobik stabilitesini değerlendirmede pratik bir yöntem olarak kullanılabileceği kanısına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Aerobik stabilite, mikrobiyal kompozisyon, termal kamera

Using Thermal Imaging Camera Technique to Evaluation of the Aerobic Stability of Corn and Wheat Silage

Abstract: The material of the study consisted of corn and wheat bale silages after 75-days fermentation period. Silage samples in each treatment group, including three replications 7-8°C, 24-25°C and 32-33°C temperature and were subjected to an aerobic stability test. Analyzes of chemical and microbiological parameters was carried out in silage samples at days 0, 1, 4, 6, 12 and 15 of aerobic stability. At the same time, evaluation results were recorded for each treatment group by a thermal imaging camera (T200 IR) at a distance of 1 m. Subsequently, the obtained data were evaluated in the ThermaCAM software program. As a result of the research, it is concluded that the thermal camera imaging technique might be used as a practical method to evaluate the aerobic stability of silages in laboratory conditions.

Keywords: Aerobic stability, microbial composition, thermal camera

Lütfen aşağıdaki şekilde atıf yapınızPlease cite this paper as follows:

Ünal, Ö., Koç, F., Okur, A.A., Okur, E., & Özdüven, M.L., 2018. Mısır ve Buğday Silajlarının Termal Kamera Görüntüleme Tekniği Kullanılarak Aerobik Stabilitesinin Değerlendirilmesi. Alnteri Journal of Agriculture Sciences. 2018, 33(1): 55-63

1. GİRİŞ

Silaj fermantasyonunu takiben silaj kitlesi açıldığında, anaerobik (oksijensiz) koşullar aerobik (oksijenli) koşullara dönüşür. Aerobik koşullar altında O₂ yokluğu nedeniyle inaktif durumda olan mikroorganizmalar (mayalar ve küfler) çoğalmaya başlar (Kızılışımşek ve ark., 2016). Sonuç olarak silajın bozulması söz konusudur. Silo yemlerinde aerobik bozulmaya olan direncin saptanmasında genel olarak hava ile temas eden kitlede belirli bir zaman dilimi içerisinde gerçekleşen sıcaklık, pH, CO₂ ve mikrobiyal kompozisyona ilişkin değişimlerden yararlanılmaktadır. Yemleme döneminde silaj kalitesinin mikrobiyolojik ve kimyasal analizlerle değerlendirilmesi uzman 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, materyalle direk temas etmeksizin sıcaklık modellerini algılayan cihazlardır (Düzgün ve Erman, 2009). Çok düşük sıcaklık farklarını algılayabilir ve bu farkları gerçek zamanlı video görüntüsü olarak dönüştürüp monitörden izlenmesini sağlarlar. Günümüzde termal kameraların sağlık, savunma, veterinerlik, çevre, gıda, tarım ve sivil birçok alanda kullanım alanları artmıştır (Manickavasagan ve ark., 2006; Gowen ve ark., 2010; Manickavasagan ve ark., 2010; Vadivambal ve Jayas, 2011; Addah ve ark., 2012). Bu çalışmada, farklı ortam sıcaklıklarında depolanan mısır ve buğday silajlarının mikrobiyal kompozisyonu ile aerobik stabilite ile olan etkilerinin laboratuvar koşullarında incelenmesi ve sahaya aktarılacak verilerin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda termal kamera ile silajların fotoğrafları kaydedilerek, silo yüzeyindeki sıcaklık dağılımı ile

mikrobiyal kompozisyon 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.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmanın ana materyalini Namık Kemal Üniversitesi Uygulama ve Araştırma Çiftliği'nden temin edilen 500 kg lık 3'er adet II. ürün mısır ve buğday balya silajı oluşturmuştur. Materyaller süt olum döneminde hasat edilmiş katkı maddesi ilavesi yapılmamıştır. Silajlarda fermentasyon dönemi 75 gündür. Yetmiş beş günlük fermentasyon dönemi sonrasında mısır ve buğday balya silajları açılarak elde edilen silaj örnekleri aerobik dayanıklılığın belirlenmesi amacıyla laboratuvar koşullarına getirilmiştir. Bu dönem süresince her muamele grubunda 3'er tekerrür olmak üzere silaj örnekleri 7-8 °C, 24-25 °C ve 32-33 °C sıcaklıklarda aerobik stabilite testine tabi tutulmuşlardır. Araştırmanın 0., 1., 4., 6., 12. ve 15. günlerinde mısır ve buğday silajı 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), amonyağa bağlı nitrojen (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. *Clostridial* sporlar için ise Jonsson (1990)'un önerdiği yöntem takip 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). Silajlardaki görsel küflenmenin saptanmasında ise Filya ve ark., (2000) tarafından geliştirilen değerlendirme yöntemi kullanılmıştır. Aynı zamanda, T200 IR marka termal kamera ile 1 m mesafeden silaj örneklerinde her muamele grubundan 3 tekerrürlü olmak üzere (aerobik stabilitenin 0., 1., 4., 6., 12. ve 15. günlerinde) görüntüleme yapılarak değerlendirme sonuçları kaydedilmiştir. Daha sonra elde edilen veriler ThermaCAM software programında değerlendirilmiştir.

Araştırma Tesadüf Parsellerinde 3x5 faktöriyel deneme desenine göre planlanmıştır. Muamele ve sıcaklığın etkilerini ortaya koymak için, veriler varyans analiz tekniğine göre değerlendirilmiş, gruplar arasındaki farklılığın önemli bulunması durumunda Duncan testi uygulanmıştır (Statistica for the Windows Operating System, 1999; Stat Soft, Inc., Tulsa, OK, USA).

3. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Mısır silajlarının aerobik stabilite öncesi ve 15 günlük aerobik stabilite dönemi süresince kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerine ilişkin değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Mısır silajlarında, açım sonrası aerobik bozulmanın gerçekleştiği, özellikle yüksek sıcaklık uygulanan muamele gruplarında bozulmanın daha erken dönemde (6. gün) başladığını söyleyebiliriz. Özellikle sıcaklığa bağlı olarak silajların pH, *clostridial* spor, maya sayısı ve KM kaybı önemli (P<0.01) düzeyinde ve küf sayısı yine (P<0.05) düzeyinde artmıştır. Silajların KM ve LA düzeyleri ise, sıcaklıktan etkilenmemiştir (P>0.05).

Aerobik stabilite süresine bağlı olarak silajların pH, SÇK, LA, NH₃-N, *clostridial* spor ve KM kaybı önemli (P<0.01); maya ve küf popülasyonları (P<0.05) ve KM (P<0.05) düzeyinde etkili olmuştur.

Sıcaklık ve aerobik stabilite süresi interaksyonu ise pH, SÇK, LA, *clostridial* spor, maya sayısı ve KM kaybı (P<0.01) ve NH₃-N ve küf sayısı üzerinde önemli (P<0.05) düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Buğday silajlarının aerobik stabilite öncesi ve 15 günlük aerobik stabilite süresince kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelere ilişkin değerleri Çizelge 2'de gösterilmiştir. Buğday silajlarında da aerobik bozulmanın uygulamalara bağlı olmaksızın hızla gerçekleştiği, ancak yüksek sıcaklıkta muamele gruplarında pH, KM ve KM kaybı (P<0.01) düzeyinde önemli bulunmuştur. Buğday silajların maya ve küf değerleri ise sıcaklıktan etkilenmemiştir (P>0.05).

Aerobik stabilite süresi ise silajların pH, SÇK, LA, NH₃-N, *clostridial* spor ve KM kaybı (P<0.01); maya ve küf popülasyonları (P<0.05) ve KM (P<0.05) düzeyinde etkili olmuştur.

Sıcaklık ve aerobik stabilite süresi interaksyonu ise pH, SÇK, LA, *clostridial* spor, maya sayısı ve KM kaybı (P<0.01) ve NH₃-N ve küf sayısı üzerinde (P<0.05) düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Aerobik stabilite süresi silajların pH, KM kaybı, maya ve küf popülasyonları (P<0.01) ve KM (P<0.01) düzeyinde etkili olmuştur. Sıcaklık ve aerobik stabilite süresi interaksyonu ele alındığında pH, KM kaybı (P<0.01), maya sayısı (P<0.01) ve KM üzerinde (P<0.05) istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Çizelge 1. Mısır silajlarında aerobik stabilite süresince kimyasal ve mikrobiyal kompozisyondaki değişiklikler

Sıcaklık	Günler	pH	KM, %	SÇK ¹	LA ¹	NH ₃ -N ¹	<i>Clostridium</i> ²	Maya ²	Küf ²	KM kaybı	Görsel küflenme
	0.	3.40	30.83	10.65	10.26		0	1.95	0	-	-
7-8°C	1.	3.37f	29.91abcd	10.00a	9.11c	0.61ab	1.86i	3.65ef	0.00c	0.03f	1
	4.	3.39f	29.44abcd	10.00a	8.47e	0.53abc	1.96h	3.98de	2.15abc	0.42f	1
	6.	3.39f	28.60abcd	10.00a	6.28f	0.44bcd	3.38b	5.11a	0.00c	0.12f	1
	12.	3.42f	26.81d	4.67cd	6.17f	0.31cde	3.36b	3.86def	1.15c	0.37f	1
	15.	3.75e	28.97abcd	3.11defg	2.88h	0.24de	4.03a	3.78def	0.00c	0.68f	1
24-25°C	1.	3.38f	28.37abcd	2.00g	10.16b	0.61ab	1.55j	4.01cde	1.00c	0.31f	1
	4.	3.41f	31.59a	2.22fg	8.81d	0.53abc	2.34e	3.38f	1.15c	0.96f	1
	6.	3.44f	28.11bcd	3.33defg	6.04f	0.44bcd	2.32e	4.24cd	0.00c	1.22ef	1
	12.	3.61e	28.38abcd	4.22cde	5.30g	0.31cde	3.04c	3.51ef	3.48ab	4.11cd	2
	15.	5.76c	27.65cd	2.44efg	2.94h	0.24de	4.04a	4.87ab	4.11a	4.55cd	2
32-33°C	1.	3.40f	30.17abc	7.11b	12.68a	0.45bcd	2.04g	5.14a	1.50bc	0.80f	1
	4.	3.43f	31.00ab	5.78bc	9.37c	0.58ab	2.87d	5.11a	0.00c	3.13de	1
	6.	4.02d	29.58abcd	3.97cdef	8.61de	0.44bcd	2.17f	4.53bc	0.00c	5.26c	2
	12.	6.27a	29.07abcd	3.43defg	1.32i	0.30cde	4.04a	5.07a	0.00c	9.62b	4
	15.	6.00b	29.42abcd	2.88defg	0.74j	0.19e	4.04a	5.11a	3.54ab	14.31a	5
<i>P</i>											
SEM		0.126	0.300	0.440	0.505	0.028	0.131	0.121	0.288	0.632	
Sıcaklık		0.001	Ö.D	0.001	Ö.D	0.01	0.001	0.001	0.05	0.001	
Gün		0.001	0.05	0.001	0.001	0.001	0.001	0.005	0.005	0.001	
Sıcaklık x Gün		0.001	Ö.D	0.001	0.001	0.05	0.001	0.001	0.05	0.001	

¹g/kg KM; ²log₁₀cfu/g TM; KM:Kuru Madde; SÇK:Suda Çözünebilir Karbonhidrat; LA:Laktik Asit; NH₃-N:Amonyaga Bağlı Nitrojen, Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (*P*<0.01)

Çizelge 2. Buğday silajlarında aerobik stabilite süresince kimyasal ve mikrobiyal kompozisyonundaki değişiklikler

Sıcaklık	Günler	pH	KM	SÇK	LA	NH ₃ -N	<i>Clostridium</i> ¹	Maya ¹	Küf ¹	KM kaybı	Görsel küflenme
	0.	3.44	28.06	10.99	-		0	2.88	0	-	-
7-8°C	1.	3.44c	32.15cd	4.67e	9.98a	0.70c	1.55g	3.72fg	0.00c	0.00h	1
	4.	3.46c	31.64cd	4.22g	5.56f	0.99b	0.00h	3.94efg	0.00c	0.05h	1
	6.	3.46c	31.78cd	4.22g	3.68i	1.32a	3.66a	5.07a	0.00c	0.09h	1
	12.	3.44c	30.39d	3.56i	3.45j	1.18a	1.55g	3.65g	2.24a	0.44gh	1
	15.	3.45c	31.96cd	3.33j	0.03n	0.64cd	0.00h	3.97defg	2.30a	1.92efgh	1
24-25°C	1.	3.46c	32.02cd	10.78a	8.63d	0.37e	1.55g	3.73fg	0.00c	0.27gh	1
	4.	3.47c	33.42bc	9.56b	7.51e	0.59cd	0.00h	4.77ab	0.00c	1.08fgh	1
	6.	3.46c	30.69d	4.44f	4.43h	0.33e	3.66a	4.23cde	0.00c	2.86efg	1
	12.	3.48c	32.77bcd	3.78h	1.75k	0.99b	1.55g	3.79efg	2.98a	3.65def	1
	15.	3.45c	32.56cd	2.44k	1.32l	0.65cd	0.00h	4.11def	2.88a	5.79cd	1
32-33°C	1.	3.46c	31.90cd	9.33c	9.07b	1.21a	1.55g	3.67fg	1.00b	0.80gh	1
	4.	3.44c	32.70bcd	6.00d	8.90c	0.49de	0.00h	4.55bc	0.00c	4.06de	1
	6.	3.46c	33.31bc	4.67e	4.85g	0.74c	2.30c	4.39bcd	0.00c	6.81c	1
	12.	4.02b	35.20b	4.22g	3.61i	0.69c	0.00h	3.86efg	2.84a	13.15b	1
	15.	6.78a	40.21a	3.56i	0.59m	0.96b	1.96e	3.93efg	2.58a	21.68a	1
<i>P</i>											
SEM		0.092	0.324	0.394	0.478	0.046	0.171	0.081	0.242	0.828	
Sıcaklık		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	Ö.D	Ö.D	0.0001	
Gün		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0001	0.0001	
Sıcaklık x Gün		0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.05	Ö.D	0.0001	

¹ g/kg KM; ² log₁₀cfu/g TM; KM: Kuru Madde; TM: Taze Materyal; SÇK: Suda Çözünebilir Karbonhidrat; LA: Laktik Asit; NH₃-N: Amonyaga Bağlı Nitrojen. Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (*P*<0.01)

Aerobik stabilite süresince mısır ve buğday silajlarının sıcaklık sensör verilerine ilişkin ortalama değerler (Çizelge 3 ve 4)'de sunulmuştur. Ranjit ve Kung (2000), aerobik stabilite süresini silaj sıcaklığının ortam sıcaklığının 2 °C üzerine yükselmeden önce, stabil kaldığı süre olarak tanımlamaktadır. Araştırmaya ilişkin veriler bu kritere göre değerlendirildiğinde, aerobik dayanıklılık süresi en erken 7-8°C depolanan mısır silajlarında 7 saat, buğday silajlarında ise 12 saat olarak tespit edilmiştir. 24-25°C depolanan silajlar ise stabil kalırken, 32-33°C depolanan silajlarda aerobik dayanıklılık süresi 21 saat olarak tespit edilmiştir.

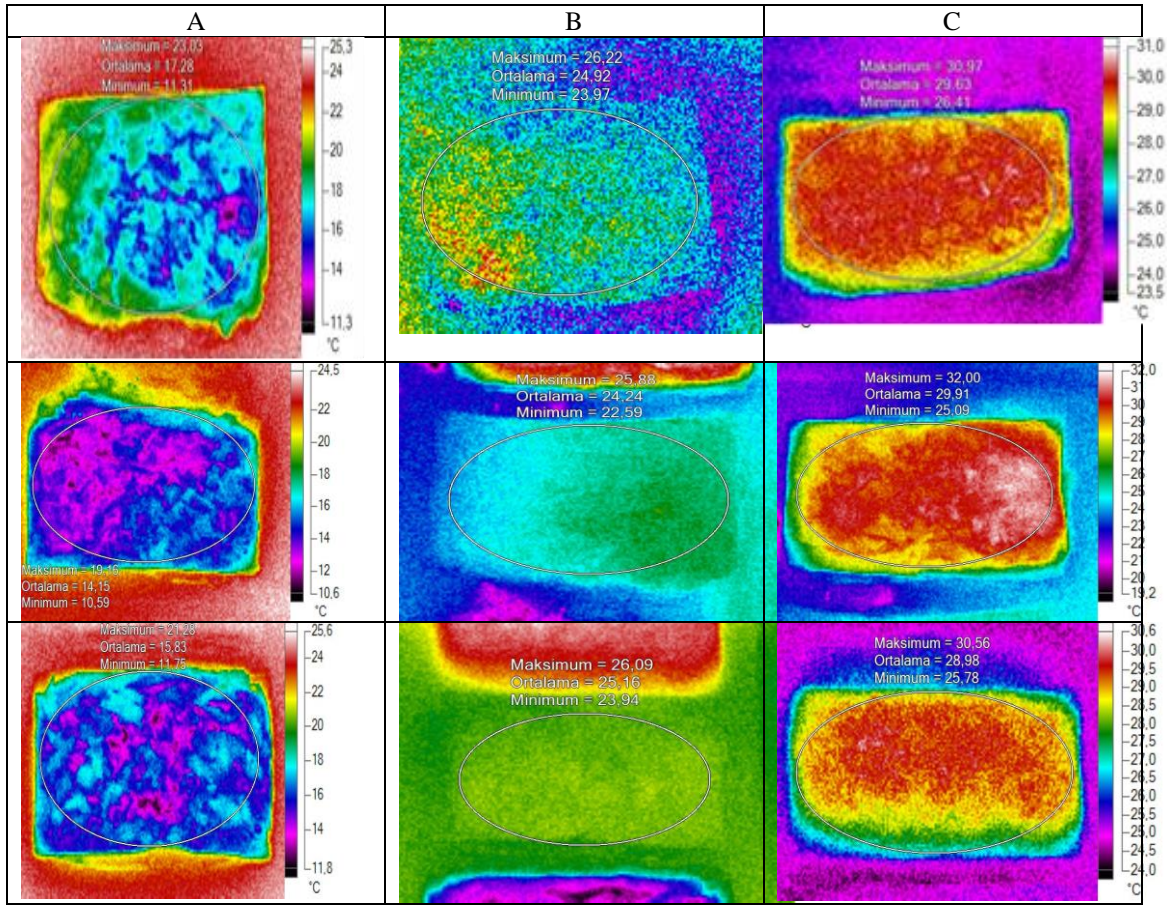
Çizelge 3. Mısır silajlarının aerobik stabilite süresince sensör verilerine ilişkin ortalama değerler

Sıcaklık	Aerobik bozulma (saat)	Maksimum Sıcaklık	Minimum Sıcaklık	Ortalama Sıcaklık
7-8°C	7	13.65	1.58	8.40
24-25°C	-	26.29	22.56	24.74
32-33°C	21	34.87	32.39	33.31

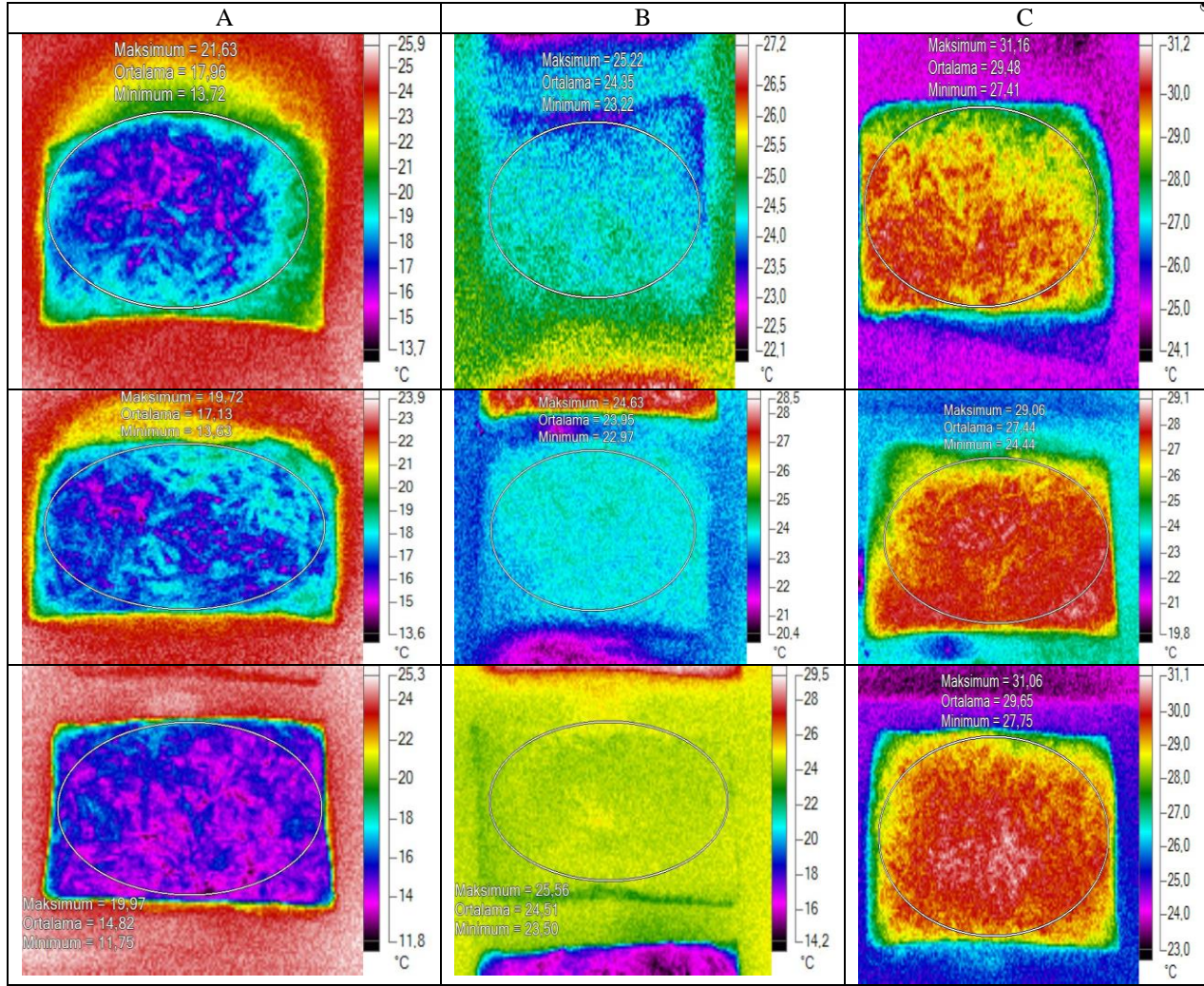
Çizelge 4. Buğday silajlarının aerobik stabilite süresince sensör verilerine ilişkin ortalama değerler

Sıcaklık	Aerobik bozulma (saat)	Maksimum Sıcaklık	Minimum Sıcaklık	Ortalama Sıcaklık
7-8°C	12	14.00	1.51	8.46
24-25°C	-	26.10	22.62	24.37
32-33°C	21	33.74	31.77	33.43

Aerobik stabilite süresince mısır ve buğday silajlarının termal kamera görüntüleri (Şekil 1 ve 2)'de sunulmuştur.



Şekil 1. Aerobik stabilitenin 0., 12. ve 15. günlerinde farklı ortamlarda depolanan mısır silajlarının termal kamera görüntüleri. A sütunu : 7-8 °C; B sütunu: 24-25°C; C sütunu: 32-33°C.



Şekil 2. Aerobik stabilitenin 0., 12. ve 15. günlerinde farklı ortamlarda depolanan buğday silajlarının termal kamera görüntüleri. A sütunu : 7-8 °C; B sütunu: 24-25°C; C sütunu: 32-33°C.

Aerobik stabilite açılan bir silajın ısınmadan ve bozulmadan kaldığı sürenin uzunluğu olarak tanımlanmaktadır. Aerobik stabilite üzerinde pek çok faktör etkili olmaktadır; silolanın ürünün mikrobiyal kompozisyonu, fermentasyon özellikleri, silaj kitlesinin sıcaklığı ve silaj yoğunluğu oluşabilecek kayıpları etkilemektedir (Koc ve ark., 2009; Çayıroğlu ve ark., 2016).

Silolama yeteneği dikkate alındığında mısır ve buğday yüksek KM ve SÇK kapsamı ve düşük tampon kapasitesine sahip olması nedeniyle kolay silolanabilir yem materyali grubundadır. 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). Araştırmadan elde edilen veriler bu konuda yapılan çalışmaları destekler niteliktedir. Mısır silajlarında aerobik bozulma, buğday silajlarına oranla daha erken ve daha hızlı başlamıştır.

Aerobik stabilite üzerinde etkili olan önemli diğer bir faktör de çevre sıcaklığıdır. Yüksek sıcaklık 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 silajlar da kış aylarında yapılan silajlara göre daha fazla ısınırlar (Filya, 2001). Bu çalışmada da yüksek sıcaklık mikrobiyal aktiviteyi teşvik etmiş, silajların *clostridial* aktivitesi, maya ve küf sayısını artırmıştır. Buna paralel olarak silajların pH değerleri yükselmiş ve KM kaybı ise artmıştır.

Aerobik stabiliteyi değerlendirirken farklı parametrelerden yararlanılmaktadır. Bazı araştırmacılar aerobik stabilite süresini silaj sıcaklığının ortam sıcaklığının 2 °C üzerine yükselmeden önce, stabil kaldığı süre olarak tanımlamaktadır (Ranjit ve Kung, 2000). Bazı araştırmalarda pH, CO₂ ve mikrobiyal kompozisyona ve görsel küflenmeye ilişkin veriler değerlendirilmektedir (Ashbell ve ark., 1991; Filya ve ark., 2000). Son yapılan araştırmalarda ise termal kamera görüntüleme tekniğinin aerobik stabilite döneminde değerlendirme yöntemi olarak kullanılabilirliği yönündedir (Manickavasagan ve ark., 2010; Addah ve ark., 2012).

Araştırma sonuçlarında sıcaklık sensör değerleri dikkate alındığında özellikle 24-25°C de depolanan silajların stabil kaldığı tespit edilmiştir. Oysa kimyasal ve mikrobiyolojik parametreler dikkate alındığında düşük sıcaklıkta depolanan silajlarda bozulmanın daha yavaş olduğu gözlenmektedir.

Aerobik stabilitenin 0., 12. ve 15. günlerinde silajların termal kamera görüntüleri ve mikrobiyal kompozisyona ilişkin değerlendirme sonuçları dikkate alındığında ise benzerlikler yakalamak mümkün olmuştur. Termal kameralarda objeler renkli olarak gösterildiğinde ortam sıcaklığına göre mavi en soğuk, sarı ise en sıcak bölgeleri gösterir. Sıcak bölgeler, sıcak renkler (sarı, turuncu, kırmızı), soğuk bölgeler ise soğuk renkler (yeşil, mavi) tarafından temsil edilmektedir (Düzgün ve Erman, 2009). Aerobik stabilite süresine ve depolama sıcaklığına bağlı olarak termal kameralarda görüntü alınan bölgelerde soğuk bölgeleri temsil eden mavi renkler aerobik stabilite süresine ve sıcaklık derecesine bağlı olarak sarı, yeşil ve kırmızı renklere dönüşmüştür.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Termal kamera görüntüleme tekniği askeri alanda, endüstride, inşaat sektöründe, veteriner hekimliğinde, tıpta kısaca sıcaklığın ve ısıнын 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. Teknolojik gelişmeleri de arkasına alarak ilerleyen zamanda özellikle saha koşullarında pratik bir yöntem olarak kullanılabilir.

TEŞEKKÜR

Bu makale Özge ÜNAL 'ın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

KAYNAKLAR

- Addah, W., Baah, J., Okine, K., McAllister, T.A., 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, A.R., 1984. Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. Ankara, 236 s.
- Anonim, 1986. The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: 427. London, Pp. 428.
- Ashbell, G., Z.G. Weinberg, A. Azrieli, Y. Hen, B. Horev, 1991. A simple system to study the aerobic deterioration of silages. *Canadian Agricultural Engineering* 33: 391-393.
- Çayroğlu, H., Coskun, İ., Şahin, A., 2016. Silajın Aerobik Stabilitesini Etkileyen Faktörler ve İyileştirme Stratejileri. *Alnteri Dergisi*, 31(B): 91-97.
- Chen, J, Stokes, M.R, Wallace, C.R., 1994. Effects of Enzyme – Inoculant Systems on Preservation and Nutritive Value of Hay Crop and Corn Silage. *J. Dairy Sci.*, 77: 501-512.
- 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.
- Filya, I., Ashbell, G., Hen, Y., Weinberg, Z. G., 2000. The effect of bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. *Animal Feed Science and Technology*, 88: 39-46.
- Gowen, A.A., Tiwari, B.K., Cullen, P.J., McDonnell, K., O'Donnell, C.P., 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.
- Kızılsimşek, 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, M.L., Coskuntuna, A., Samli, H.E., 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., Ünal, Ö., Okur, E., Okur, A.A., Kara, B., 2015. Mısır ve Buğday Silajlarında Aerobik Stabilite Süresince Mikrobiyal Kompozisyondaki Değişikliklerin Termal Kamera Görüntüleme Tekniği İle Değerlendirilmesi" (Poster). *9. Ulusal Zootekni Kongresi*, Konya 3-5 Eylül.
- Manickavasagan, A., Jayas, D.S., White, N.D.G., Jian, F., 2006. Thermal Imaging of a Stored Grain Silo to Detect a Hot Spot. *Appl. Eng. Agric.*, 22: 891-897.

- Manickavasagan, A., Jayas, D.S., White, N.D.G., 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.
- Ranjit NK, Kung L., Jr., 2000. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. *J. Dairy Sci.*, 83: 526-535.
- Seale, D.R, Pahlow, G., Spoelstra, S.F., Lindgren, S., Dellaglio, F., Lowe, J.F., 1990. Methods for The Microbiological Analysis of Silage, Proceeding of The Eurobac Conference, 147. Uppsala.
- Statistics for the Windows Operating System, 1999. Stat Soft Inc., Tulsa, OK, USA.
- Uriarte, M.E., 2001. Aerobic Stability of Corn Silage. Kansas State University Unpublished Ph.D. Thesis, Manhattan.
- Vadivambal, R, Jayas, D.S., 2011. Applications of Thermal Imaging in Agriculture and Food Industry - A review. *Food Bioprocess Technol.*, 4: 186-199.
- Wilkinson, J.M., Davies, D.R., 2012. The Aerobic Stability of Silage: Key Finding and Recent Developments. *Grass and Forage Science*, 68: 1-19.