

T.C
TEKİRDAĞ NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

I.VE II ÜRÜN MISIR SİLAJINDA DEPOLAMA KOŞULLARININ
FERMENTASYON SICAKLIĞI VE SİLAJ KALİTESİ ÜZERİNE
ETKİLERİ

Hüseyin AYKIZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Doç. Dr. Fulya TAN

TEKİRDAĞ-2019
Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. Fulya TAN danışmanlığında, Hüseyin AYKIZ tarafından hazırlanan “I. VE II. ÜRÜN MISIR SİLAJINDA DEPOLAMA KOŞULLARININ FERMENTASYON SICAKLIĞI VE SİLAJ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliğiyle kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Prof. Dr. İbrahim YALÇIN

İmza :

Üye : Doç. Dr. Fulya TAN (Danışman)

İmza :

Üye : Dr. Öğretim Üyesi Cihangir SAĞLAM

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Doç. Dr. Bahar UYMAZ

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

I. VE II. ÜRÜN MISIR SİLAJINDA DEPOLAMA KOŞULLARININ FERMENTASYON SICAKLIĞI VE SİLAJ KALİTESİ ÜZERİNE ETKİLERİ

HÜSEYİN AYKIZ

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Fulya TAN

Bölgemizde yoğun olarak I. ürün (Ağustos) ve II. ürün (Eylül-Ekim) mısır silajı yapılmaktadır. I. Ürün ve II. Ürün üretim dönemleri arasında iklime bağlı sıcaklık farklılıkları oluşmaktadır. Silaj kalitesi ve fermentasyon seyri açısından sıcaklık önemli bir etkidir. Bu nedenle dönemsel sıcaklığın paket silajlar üzerinde etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Denemeler son yıllarda özellikle önem kazanan paket silajlar için yürütülmüştür. Bu çalışmada; vakumlu tip paket silajlarda meydana gelen sıcaklık değişimlerinin belirlenebilmesi amacıyla üretim dönemleri (I. ürün ve II. ürün), depolama koşulları (kapalı ortam-A, Sundurma altında depolama-B ve güneş altında depolama-C) ve paketleme amacıyla kullanılan düşük yoğunluklu polietilen (LD-PE) plastik torba çeşitleri denemeye alınmıştır. Çalışmada vakumlu tip paket silajların içlerine ve depolama ortamlarına sürekli veri kaydı yapabilen sıcaklık sensörleri yerleştirilmiş ve sıcaklıklar fermentasyon ve depolama sürelerince kayıt altına alınmıştır. Depolama süresi sonunda I. ürün ve II. ürün paket silajlarına ait açılan paketlerden alınan örneklerde suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK), pH, Kuru madde (KM), Amonyaga bağlı azot (NH₃-N) ve duyu analizler olan DLG puanlama ve FLIEG puanlamaları yapılmıştır. Araştırma sonucuna göre, sıcaklık değerlerinin I. ürün ve II. ürün hasat dönemlerinde yapılan paket silajların niteliği üzerine önemli bir etkiye neden olduğu saptanmıştır. Özellikle I. ürün paket silaj yapımında kullanılan ambalaj malzemelerinin özelliği ve depolama ortamı ürün kalitesi açısından önemli olmuştur. I. ürün silaj yapımında dönemsel etkilerden dolayı paket içi sıcaklığı (fermantasyon ve depolama aşamasında) ortalama 47-49 °C'lerde yüksek değerlere ulaşmış, II. üründe ise ortalama 10.5-12 °C olmuştur. Kullanılan torba çeşitleri; I. üründe kullanımı tercih edilmemesi gereken ürünler olurken II. ürün silajların paketlemesi amacıyla kullanılabilir nitelikte olmuştur. Genel olarak paket silajlarda II. ürün yapılan silajların Flieg ve DLG puanlamaları daha yüksek bulunmuştur. Çalışma sonuçlarına göre; I. ürün yapılan paket silajların, kalite içeriğinin iyi olabilmesi amacıyla sundurma altında depolanması gerektiği önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Silaj, fermentasyon sıcaklığı, paket silaj, depolama koşulları.

2019, 66 Sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

EFFECTS OF STORAGE CONDITIONS ON FERMENTATION TEMPERATURE AND SILAGE QUALITY IN (I CROP AND II CROP) MAİZE SILAGE

HÜSEYİN AYKIZ

Tekirdağ Namık Kemal University
Institute of Science
Biosystem Engineering Department

Supervisor: Assoc. Prof. Fulya TAN

In our region, corn silage is made as first (August) and second crop (September-October). There are climatic differences between harvest periods (I-II). Temperature is an important factor for silage quality and fermentation process. Therefore, it is aimed to periodically investigate the effects of temperature on package silages. Trials have been carried out for vacuum packaged silages which have gained particular importance in recent years. In this study; In order to determine the temperature changes occurring in vacuum-type packaged silages, different harvesting periods (I. crop and II.crop), storage conditions (storage under a controlled environment-A, storage under a shade environment-B and storage under the sun-C) and low density polyethylene used for packaging (LD-PE) types of plastic bags were tested. In the study, temperature sensors were placed in the vacuum-type package silages which were able to record data continuously and the temperatures were recorded for fermentation and storage periods. At the end of the storage period, the samples taken from the package silages; Water soluble carbohydrate (WSC), pH, dry matter (DM), ammonia-nitrogen (NH₃-N) and sensory analysis were performed. DLG scoring and FLİEG scoring were calculated. According to the results of the study, it was determined that the temperature values had a significant effect on the quality of the silages made in different harvesting periods (I. crop-II. crop). In particular, in the first crop (I); The storage conditions and the properties of the packaging materials used in the production of package silage were found to be important in terms of silage quality. In the first crop silage production, the in-package temperature (at the fermentation and storage stage) reached high values of 47-49 °C due to the periodic effects, while this value was 10.5-12 °C in the second crop. Types of bags used in trials; The products that should not be preferred for use in the I. crop while the II. crop has been used for packaging purposes. Generally, Flieg and DLG scoring of the second crops in the silages were higher than the first crop. According to the results of the study; it is suggested that the first crop vacuum-type package silages should be stored under shade (in storage condition B) in order to have high quality content.

Key words : Silage, fermentation temperature, package silage, storage conditions

2019, 66 pages

ÖZET	i
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİL DİZİNİ	vii
ÇİZELGE DİZİNİ	viii
SİMGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Genel.....	1
1.2. Silaj ve silolama.....	7
1.3. Silaj yapım teknolojileri.....	9
2. KAYNAK ÖZETLERİ	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM	19
3.1. Silajlık mısır bitkisine ait özellikler.....	19
3.2. Sıcaklık ölçümü.....	20
3.3. Vakum tipi paketleme makinası.....	21
3.4. Plastik torbalar.....	22
3.5. Silajlık materyalin vakumlama işlemi.....	25
3.6. Depolama ortamları.....	26
3.2. Yöntem.....	29
3.2.1. Deneme planı.....	29
3.2.2. Besin madde içeriğinin belirlenmesi.....	31
3.2.2.1. Nem içeriğinin saptanması.....	31
3.2.2.2. Kuru madde içeriğinin saptanması.....	32
3.2.2.3. pH içeriğinin saptanması.....	32
3.2.2.4. NH ₃ -N (amonyağa bağlı nitrojen) içeriğinin saptanması.....	33
3.2.2.5. Suda çözünebilir karbonhidrat (S.Ç.K.) içeriğinin saptanması	35
3.2.3. Silajın fiziksel değerlendirme yöntemleri	35
3.2.4. İstatistiksel analiz.....	38
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	39
4.1. Sıcaklığa İlişkin Araştırma Sonuçları	39
4.1.1. Depolama koşullarının fermantasyon sıcaklığı ve depolama sıcaklığı üzerine etkileri	39
4.1.2. Kullanılan plastik torbaların fermantasyon sıcaklığı ve depolama sıcaklığı üzerine etkileri.....	43
4.1.3. Hasat döneminin fermantasyon sıcaklığı ve depolama sıcaklığı üzerine etkileri.	47
4.2. Paket silajların kalite parametrelerine ilişkin araştırma sonuçları.....	50
4.2.1. Depolama koşullarının paket silajların silolama karakteristiği üzerine araştırma sonuçları	50
4.2.2. Kullanılan plastik torbaların paket silajların silolama karakteristiği üzerine araştırma sonuçları.....	51

4.3. Silaj yemlerin fiziksel nitelik puanı.....	52
4.4. Paket silajlarda kuru madde kaybı	54
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	56
6. KAYNAKLAR.....	58
TEŞEKKÜR.....	64
ÖZGEÇMİŞ.....	65

Şekil 2.1. Vakum paketlenme makinası.....	17
Şekil 3.1. Denemelerde kullanılan Hobo marka sıcaklık dataloggeri.....	21
Şekil 3.2. Vakum tipi vakum paketlenme makinesi.....	22
Şekil 3.3. Vakumlama işlemi.....	25
Şekil 3.4. Vakumlanan paket silajlar.....	26
Şekil 3.5. Açıkta güneş altında depolanan silaj torbalarına ilişkin örnekler.....	27
Şekil 3.6. Gölgede depolanan silaj torbalarına ilişkin örnekler.....	28
Şekil 3.7. Kontrollü ortamda depolanan silaj torbalarına ilişkin örnekler.....	28
Şekil 3.8. Deneme ortamına ait fotoğraflar.....	30
Şekil 3.9. Kuru madde analizi.....	32
Şekil 3.10. pH analizi.....	33
Şekil 3.11 NH ₃ -N analizlerine ilişkin çalışmalar.....	34
Şekil 3.12. SÇK Analizleri.....	35
Şekil 4.1. Farklı depolama ortamlarında I.ürün ve II. ürün paket silajlarda fermantasyon sürecindeki sıcaklıkları değişimi.....	41
Şekil 4.2. Farklı depolama ortamlarında I.ürün ve II. ürün paket silajlarda depolama sürecindeki sıcaklıkları değişimi.....	42
Şekil 4.3. Plastik torba çeşitlerinin I.ürün ve II. ürün paket silajlarda fermantasyon sürecindeki sıcaklık değişimleri.....	45
Şekil 4.4. Plastik torba çeşitlerinin I.ürün ve II. ürün paket silajlarda depolama sürecindeki sıcaklık değişimleri.....	46
Şekil 4.5. Hasat dönemlerinde depolama koşullarına ilişkin sıcaklık dağılımları.....	48
Şekil 4.6. Hasat dönemlerinde torba çeşitlerine ilişkin sıcaklık dağılımları.....	49
Şekil. 4.7. Hasat dönemlerine göre torba çeşitlerinde hesaplanan kuru madde kaybı (%). 55	

Çizelge 1.1. Türkiye'deki tarım alanlarının yıllara göre dağılım miktarı ve oranları.....	1
Çizelge 1.2. Türkiye de mısır ve silajlık mısır üretiminin yıllara göre dağılımı ve verimleri (TÜİK 2018).....	2
Çizelge 1.3. Türkiye'de ki 2007-2017 yılları arası büyükbaş hayvan varlığı (TÜİK 2018).....	3
Çizelge 1.4 Yıllara göre sığır çeşitleri.....	3
Çizelge 1.5' Yıllar ve bölgelere göre mera alan dağılımları ve kuru ot verimleri.....	4
Çizelge 1.6. Yem bitkileri ekiliş alanları.....	5
Çizelge 1.7. Tekirdağ ili (2013-2017) silajlık mısır ekiliş alanları ve üretim miktarı.....	6
Çizelge 1.8. Silaj makinası ve çayır biçme makinası sayıları.....	6
Çizelge 2.1. Silolama sırasında ölçülen sıkıştırma basıncı ve sıcaklık değişimleri.....	14
Çizelge 2.2. Depolama koşulları ve parça boyutlarına göre silaj kalite parametreleri.....	16
Çizelge 3.1. Mısır bitkisine ilişkin özellikler.....	19
Çizelge 3.2. Hasat tarihi, ürün nem içerikleri (%) ve pH değeri.....	20
Çizelge 3.3. Hobo E-348-UA-002-08 model sıcaklık sensörüne ait teknik özellikler.....	21
Çizelge 3.4. Vakum tipi paketleme makinesine ilişkin teknik özellikler.....	22
Çizelge 3.5. Plastik torbalara ilişkin genel özellikler.....	23
Çizelge 3.6. A, B, C ve D kodlu polietilen torbalara ilişkin mekanik özellik ve test değerleri.....	24
Çizelge 3.7. Deneme Planı.....	30
Çizelge 3.8. Fleig puanına göre silaj kalite sınıfı.....	36
Çizelge 3.9. Silo yemlerinin fiziksel özelliklere göre değerlendirilmesi (DLG)	37
Çizelge 4.1. Depolama koşullarına göre paket silajlarda fermantasyon sıcaklıkları.....	40
Çizelge 4.2. Depolama koşullarına göre paket silajların fermantasyon sonrası depolama sıcaklık değerleri.....	40
Çizelge 4.3. Plastik torbalara göre paket silajların fermantasyon sıcaklıkları.....	44
Çizelge 4.4. Plastik torbalara göre paket silajların fermantasyon sonrası depolama sıcaklık değerleri.....	45
Çizelge 4.5. Depolama ortamlarına göre I. ürün ve II. ürün paket silajlara ilişkin ortalama sıcaklıklar.....	47
Çizelge 4.6. Polietilen (PE) torba çeşitlerine göre I. ürün ve II. ürün paket silajlara ilişkin ortalama sıcaklıklar.....	49
Çizelge 4.7. Depolama ortamlarına göre I. ürün ve II. ürün paket silajlara ilişkin kalite parametreleri.....	50
Çizelge 4.8. Torba çeşitlerine göre I. ürün ve II. ürün paket silajlara ilişkin kalite parametreleri.....	51
Çizelge. 4.9. Birinci ürün silaj yemlerin fiziksel nitelik puanı ve kalite sınıfları.....	52
Çizelge 4.10. İkinci ürün silaj yemlerin fiziksel nitelik puanı ve kalite sınıfları.....	53
Çizelge 4.11. Torba çeşitlerine göre DLG Puanları.....	54
Çizelge 4.12. Torba çeşitlerine göre hesaplanan kuru madde kaybı (%).....	55

SİMGELER DİZİNİ

Kısaltmalar

Ha	: Hektar
TUİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
Kg	: Kilogram
g	: Gram
m	: Metre
ml	: Milimetre
°C	: Santigrat
KM:	: Kuru madde
NH ₃ -N	: Amonyaka bağlı nitrojen
SÇK	: Suda çözünebilir karbonhidratlar
PE:	: Polietilen
HCl	: Hidroklorik asit
CO ²	: Karbondioksit
NaOH	: Sodyumhidroksit
KM	: Kuru madde içeriği (% yaş ağırlık esasına göre)
LAB	: Laktik asit bakterileri
PD/PE	: Alçak yoğunluklu polietilen
mPa	: Vakum basınç birimi

1.GİRİŞ

1.1. Genel

Buğdaygiller (*Gramineae*) familyasından, *Maydeae* oymağına giren mısır (*Zea mays L.*) yazlık ve tek yıllık bir bitkidir. Mısır %95'i yabancı döllen, 110-180 günlük yetişme periyodun da 1700-3700 °C sıcaklık toplamı olan bölgelerde kolayca yetişen güneş enerjisini iyi kullanan ve birim alandan en fazla kuru madde üreten önemli bir bitkidir (Jellum ve ark., 1973). Tanesi %70 nişasta, %10 protein, %5 yağ, % 2 şeker, %2 kül, vitamin ve mineraller bulundurmaktadır. Karbonhidrat içeriği bakımından oldukça yüksek bitkilerdir (Kırtok, 1998). Dünya tahıl üretimin de mısır, 183 milyon hektar ekim alanı, 1.021 milyon üretim ve ortalama 502 kg/da verimle birinci sırada yer almaktadır (FAOSTAT, 2016).

Dünyada üretilen mısırların yaklaşık % 90' ı insan beslenmesinde ve hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Bunun % 65-70'i hayvan yemi olarak, % 20'si ise direkt olarak insanlar tarafından tüketilmektedir. Geri kalan % 8-10' luk kısım ise, sanayide değerlendirilmektedir. (Anonim,2019).

Çizelge1.1'de Türkiye'deki tarım alanlarının yıllara göre dağılım miktarı ve oranları gösterilmiştir. Türkiye' de 2016 yılında toplam tarım alanı 23.756 milyon hektardır. Tarla bitkileri ekiliş alanı 15.7 milyon hektar ile toplam tarım alanlarının %66.5sını kaplamaktadır (Baydar, 2002).

Çizelge 1.1. Türkiye'deki tarım alanlarının yıllara göre dağılım miktarı ve oranları

Alan	2013		2014		2015		2016	
	bin (ha)	%	bin (ha)	%	bin (ha)	%	bin (ha)	%
Tarla bitkileri	15613	65.6	15789	66.0	15723	65.7	15573	65.6
Nadas	4147	17.4	4108	17.2	4114	17.2	4050	17.0
Sebze	808	3.4	804	3.4	809	3.4	804	3.4
Meyve	3232	13.6	3238	13.5	3284	13.7	3329	14.0
Toplam	23800	100	23939	100	23930	100	23756	100

Mısır, ülkemiz de sıcak iklim tahılları içinde ekiliş alanı ve üretim miktarı yönünden ilk sırada yer alır. Tahıl grubu içerisinde verim potansiyeli en yüksek olan üründür. Ülkemiz de tahıllar içinde buğday ve arpadan sonra en geniş ekim alanına sahiptir. Ana ürün ve ikinci

ürün olarak tarımı yapılmaktadır. TÜİK verilerine göre 2017 yılında 5.9 milyon ton dane mısır ve 23.19 milyon ton da silajlık mısır üretimi yapılmıştır (TÜİK, 2018). Çizelge 1.2'de Türkiye de mısır üretiminin yıllara göre dağılımı ve verimleri verilmiştir.

Çizelge 1.2. Türkiye de dane mısır üretiminin yıllara göre dağılımı ve verimleri (TÜİK 2018).

Mısır (dane)	Ekilen alan (da)	Üretim (milyon ton)
2013	659998	5,90
2014	658645	5,95
2015	688170	6,40
2016	680019	6,40
2017	639084	5,90

Çizelge 1.2'den de görüldüğü gibi mısır ekiliş alanları son beş yılda yaklaşık 640000 - 690000 ha alan arasında gerçekleşmiştir. Toplam mısır üretimi 5.9 - 6.4 milyon ton olmuştur. Ortalama ekim alanı 665183 ha, ortalama ürün verimi 6.11 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Ülkemiz hayvan beslemesindeki kaliteli kaba yem ihtiyacını karşılamada kaliteli kuru ot üretimi yanında, silaj yapımı ve silajla beslemede mısır bitkisi oldukça büyük öneme sahiptir. Mısır yüksek karbonhidrat içeriği nedeniyle silaj yapımı oldukça kolay bir üründür. Bu nedenle hayvancılık işletmelerinin temel kaba yem kaynağını temin etmede önemli bir yere sahiptir. Bunun yanında, mısır ekimi artışını etkileyen diğer önemli sebepleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- Soğuk iklimlere uyum sağlayabilme yeteneği,
- Ekim nöbeti (münavebe)'ye girebilmesi,
- İkinci ürün olarak ekilebilmesi,
- Sıra arası mesafesi sebebi ile yabancı ot mücadelesinin kolay oluşu,
- Daha kolay ve yüksek randımanlı hasat edilebilmesi,
- Daha az gübre isteği,
- Diğer kaba yemlere göre daha yüksek enerji içermesi,
- Daha kaliteli ve ucuz silaj elde edilebilmesi,
- Fermantasyon da katkı maddelerine gereksinim duyulmaması (Kılıç,1986).

Ülkemizin son on yılda ki büyükbaş hayvan varlığı Çizelge 1.3' de, Çeşitlerinin yıllara göre dağılımı ise Çizelge 1.4' de verilmiştir. 2007-2017 yılları arasındaki büyükbaş hayvan

sayısı %44.8' lik bir artış göstermiştir. Kültür ve melez ırklarda artış görülürken, yerli ırklarda ise azalma olduğu görülmektedir.

Çizelge 1.3. Türkiye'de ki 2007-2017 yılları arası büyükbaş hayvan varlığı (TÜİK, 2018)

Yıl	Büyükbaş hayvan sayıları		
	Sığır	Manda	Toplam
2007	11.036.753	84.705	11.121.458
2008	1.0859.942	86.297	10.946.239
2009	10.723.958	87.207	10.811.165
2010	11.369.800	84.726	11.454.526
2011	12.386.337	97.632	12.483.969
2012	13.914.912	10.7435	14.022.347
2013	14.415.257	11.7591	14.532.848
2014	14.223.109	12.2114	14.345.223
2015	14.595.506	13.5984	14.731.490
2016	14.080.155	14.2073	14.222.228
2017	15.943.586	16.1439	16.105.025

Çizelge 1.4 Yıllara göre sığır çeşitleri

Yıl	Sığır sayıları			
	Kültür	Melez	Yerli	Toplam
2007	3.295.678	4.465.330	3.275.725	11.036.733
2008	3.554.585	4.454.647	2.850.710	10.859.942
2009	3.723.583	4.406.041	5.594.334	13.723.958
2010	4.197.890	4.707.188	2.464.722	11.369.800
2011	4.836.547	5.120.621	2.429.169	12.386.337
2012	5.679.484	5.776.028	2.459.400	13.914.912
2013	5.954.333	6.112.437	2.348.487	14.415.257
2014	6.178.757	6.060.937	1.983.415	14.223.109
2015	6.447.969	6.147.665	1.969.872	14.565.506
2016	6.588.527	5.758.336	1.733.292	14.080.155
2017	7.804.588	6.536.073	1.602.925	15.943.586

Üretim de canlının birim hayvan başına verimi arttırmanın en önemli yolu hayvanların yeterli, doğru ve dengeli şekilde beslenmesinden geçmektedir. Hayvan beslemenin en önemli

sorunlarından biri kaliteli kaba yeme ulaşma da çekilen zorluklardır. Beslemenin sağlanabilmesi için kullanılabilir kaliteli kaba yem kaynaklarının başında da çayır ve mera alanları gelmektedir. Çizelge 1.5' de yıllar ve bölgelere göre mera alan dağılımları ve kuru ot verimleri verilmiştir.

Çizelge 1.5' de yıllar ve bölgelere göre mera alan ve kuru ot verimleri (Bugem, 2018).

Bölgeler	1970 Köy Hizmetleri	1991 Tarım Sayımı	2001 TUIK Sayımı	1998-2014	Kuru Ot Verimi (Kg/ha)
	Alanı (ha)	Alanı (ha)	Alan (ha)	Alanı (ha)	
Ege	1.027.900	615.900	802.879	394.429	600
Marmara	463.600	564.100	552.662	286.012	600
Akdeniz	1.002.400	434.300	659.334	540.956	500
İç Anadolu	5.884.200	3.890.300	4.570.182	3.939.337	450
Karadeniz	1.993.100	1.556.000	1.533.605	1.069.505	1.000
Doğu Anadolu	9.162.100	4.573.400	5.485.449	4.198.046	900
Güneydoğu Anadolu	2.165.100	743.600	1.012.576	556.281	450
TOPLAM	21.698.400	12.377.600	14.616.687	10.984.569	

Çayır ve mera alanlarının mevcut büyükbaş ve küçükbaş hayvanların kaba yem ihtiyacını karşılaması konusunda ki yetersizliği, mera alanlarında ekili bulunun yem bitkililerinin kalitesi ve veriminin düşük olması sebebi ile yem bitkileri ve alternatif kaba yem kaynaklarının kullanımı da zorunlu olmaktadır. Bu nedenle tarım alanların da üretimi gerçekleştirilen yem bitkileri ekiliş alanları Çizelge 1.6'da verilmiştir. Yonca, fiğ ve korunga gibi yem bitkilerinin üretiminde yıllar itibari (2007-2017) ile belirgin bir artış olmamasına rağmen; mısır ekilişi 2000-2017 yılları arasın da % 104 oranında artış göstermiştir.

Hayvancılık işletmelerinin gerek işçilik ve gerekse maliyet açısından en büyük payı yem oluşturmaktadır. Kaba yemler hayvancılık işletmelerinin yem masraflarını azaltma anlamında büyük öneme sahiptir .

Çizelge 1.6'dan da görüldüğü üzere yem bitkileri ekiliş alanları yıldan yıla artmaktadır. 2000 yılın da Türkiye' deki yem bitkileri ekiliş alanı 1.150.177 ha iken; 2017 yılında ekiliş alanı yaklaşık yüzde %125 artış göstererek 2.588.796 ha alana ulaşmıştır.

Çizelge 1.6. Yem bitkileri ekiliş alanları (TUİK, 2018)

Yıllar	Yem bitkileri ekiliş alanları (ha)					
	Yonca	Korunga	Fiğ	Mısır	Diğer	Toplam
2000	250.800	107.500	225.300	555.000	11.577	1.150.177
2001	249.000	105.500	240.000	550.000	7.075	1.151.575
2002	260.000	99.000	234.227	550.000	10.023	1.153.250
2003	290.000	108.000	250.000	560.000	11.900	1.219.900
2004	320.000	107.000	320.000	590.000	13.100	1.350.100
2005	385.000	110.000	350.000	800.000	62.000	1.707.000
2006	444.029	117.603	520.814	795.000	55.745	1.933.191
2007	535.000	130.000	640.000	795.000	65.000	2.165.000
2008	555.721	140.129	579.684	850.000	59.100	2.184.634
2009	569.296	150.893	577.469	866.003	74.259	2.237.920
2010	568.760	155.513	520.997	887.734	60.543	2.193.547
2011	558.553	153.645	557.792	901.795	54.597	2.226.382
2012	676.172	197.602	669.432	976.698	169.349	2.689.253
2013	630.463	192.881	589.274	1.062.714	163.487	2.638.819
2014	693.795	194.976	482.253	1.073.598	163.575	2.608.197
2015	664.064	191.454	493.076	1.111.293	157.135	2.617.022
2016	652.259	194.338	495.514	1.105.972	161.972	2.610.055
2017	659.431	196.180	445.626	1.125.314	162.245	2.588.796

Mısır, yüksek besin değerlerine sahip olması, yetiştirme süresinin kısa, dekara veriminin yüksek olması, fazla miktarda yeşil aksam oluşturması gibi birçok avantajları nedeni ile silaj üretiminde temel bitkisel materyal olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde üretimi yıldan yıla da artış göstermektedir. Çizelge 1.7'de 2013-2017 yılları arası Tekirdağ ili silajlık mısır ekiliş alanları ve üretim miktarları verilmiştir. Silajlık mısır ekim alanları 2013 yılında 402.716 ha iken, 2017 yılın da 486.230 ha'lık bir alana ulaşmıştır.

Çizelge 1.7. Tekirdağ ili (2013-2017) silajlık mısır ekiliş alanları ve üretim miktarı (Tarım Bilgi Sistemi, 2018)

Mısır (silaj)	Ekilen alan (da)	Üretim (ton)
2013	33878	113.371
2014	31870	140.283
2015	34825	161.523
2016	35360	157.143
2017	33668	157.256
Ortalama	33920	145.915

Tekirdağ ilinde son beş yılda silajlık mısır ekiliş alanı ortalama 33.920 dekar ve ortalama verim ise 145.915 ton dur. Ülkemizde 2002-2017 yılları arası Mısır silajı, Ot silajı ve Çayır Bıçme Makinası sayıları Çizelge1.8' de verilmiştir.

Çizelge 1.8. Silaj makinası ve çayır bıçme makinesi sayıları (TUIK, 2018)

	Mısır silaj makinesi	Ot silaj makinesi	Çayır bıçme makinesi
2002	5 545	1 847	38 222
2003	6 327	1 984	39 682
2004	7 416	2 017	40 684
2005	8 717	2 225	42 690
2006	9 734	2 585	46 213
2007	11 998	2 853	50 669
2008	14 000	3 087	54 072
2009	15 287	3 156	55 762
2010	16 627	3 471	61 248
2011	18 507	3 778	66 193
2012	19 988	3 917	68 579
2013	21 887	4 248	73 314
2014	24 486	4 674	79 115
2015	25 370	4 908	81 480
2016	26 347	5 227	82 899
2017	27 998	5 541	87 233

Çizelgeden de görüldüğü gibi yıllar itibariyle silaj makinaları ve çayır bıçme makinalarının sayısı hızlı bir artış göstermiştir.

1.2. Silaj ve Silolama

Silajın tarihteki yeri M.Ö. 2000 yıllarında dayanmaktadır. 1950' lerden sonra, gelişmiş ülkelerde kuru ot fiyatlarının artış göstermesi sonucu silaj yapımı çok popüler hale gelmiştir (Wilkinson ve Stark, 1992). Silaj yapımı kuru ot üretimine göre hava koşullarından bağımsızdır, mekanizasyona imkân tanır, büyük ölçekli işletmeler için çok uygundur, çok değişik özelliklere sahip bitkisel materyalle yapılabilir. Silaj yemler ile besin madde kayıpları çok daha az olan kalite sınıfı yüksek kaba yem elde edilebilmektedir. (Wilkins ve ark. 1999).

Silaj, suca zengin yeşil yemlerin oksijensiz ortamda saklanması sonucu elde edilen fermente bir sulu kaba yem çeşididir. Silaj yemler, su içeriği yüksek kaba yemlerin içerdiği suda çözünebilir karbonhidratların (sakaroz, glikoz, fruktoz gibi şekerler) havasız bir ortamda laktik asit bakterileri (süt asidi bakterileri), tarafından doğal fermantasyon yoluyla laktik asite dönüştürülmesi sonucu oluşan fermente yemlerdir (Filya, 2001). Yemlerin elde edilmesi için uygulanan işlemler bütününe silolama, silajın saklandığı veya depolandığı yere silo denmektedir.

Silo yönetimi; hasat, siloya dolum, sıkıştırma uygulamaları ve kapatma işlemlerini içermektedir. Bu aşamalarda uygulanacak mekanizasyon uygulamaları önemli olmakla birlikte silaj kalitesi materyale bağlı değişken faktörlerin de etkisindedir.

Besleme değeri yüksek ve kaliteli bir silaj elde edebilmek için silolanacak bitkinin hasat dönemi, ürün nem içerikleri önemlidir. Bitkilerin yapısında doğal olarak bulunan ancak fermantasyon dönemi içerisinde istenmeyen bitki üzerinde gelişen mikroorganizma ve enzimlerin aktiviteleri en az düzeyde olması ve silo ortamında bulunacak laktik asit bakterilerinin baskın düzeyde olması istenmektedir (Filya, 2001).

Silajı yapılacak bitkilerin kuru madde düzeyi, şeker içeriği ve asidifikasyona karşı direnci (tampon kapasitesi) bitkinin silolanabilirliğini belirleyen temel kriterlerdir. Silolanma bakımından istenen tüm bu özellikler açısından mısır bitkisi, silolama için en uygun bitkidir. Yonca gibi yem bitkileri ise yüksek protein içeriği ve düşük karbonhidrat, düşük tampon kapasitesi ile silolanması en zor bitkilerdir. Buğdaygil yem bitkileri ise baklagillere göre karbonhidrat içeriği daha yüksek ve tampon kapasitesi daha düşüktür (Bolsen, 1999).

Silolamada fermantasyon kalitesini etkileyen önemli noktalardan biri hasat dönemidir. Mısır bitkisi erken hasat dönemi, süt olum, hamur olum ve olgunlaşmayı takip eden farklı hasat dönemlerinde olmak üzere farklı dönemlerde hasat edilebilmektedir. Yem niteliği yüksek ve kaliteli bir mısır silajı elde etmek için, kuru madde oranının %30 civarında olması

gerektiği ifade edilmektedir (Kılıç, 1983; Filya, 2002; Savoie ve ark. 2002). Johnson ve ark. (1966), silaj yapımı için mısırın süt olum veya hamur olum dönemlerinde hasat edilmesinin, kuru madde içeriği ve suda eriyebilir karbonhidratlar açısından daha uygun olduğunu vurgulamaktadır.

Silolama kalitesini etkileyen diğer bir faktör fermantasyon sıcaklığıdır. Silo içerisinde, sıcaklığın aşırı miktarda yükselmesi (42-44 °C' nin üzeri sıcaklıklarda) durumunda fermantasyon sürecini olumsuz etkileyen reaksiyonlar (Maillard ve Browning) gelişmektedir (Pitt 1990). Bu reaksiyonlar sonucunda silajın protein, selüloz ve diğer besin maddelerinin sindirilebilirlikleri önemli ölçüde azalmaktadır.

Silolamada uygulanan işlemler fermantasyon sıcaklığının ve silaj kalitesini etkilemektedir. Yapılan araştırmalarda silonun sıkıştırma işleminin fermantasyon sıcaklığı üzerine etkileri önemli bulunmuştur. Sıkıştırmanın az olduğu bölgelerde sıcaklık 18.30-29.26 °C arasında belirlenmiştir ve fermantasyon sürecinde sıcaklık 34 °C' ye yükselmiştir (Tan ve ark. 2018). Siloda ulaşılan 46-48 °C 'ler proteinin zarar görmesine ve laktik asit bakterilerinin yıkımına sebep olarak fermantasyonun başarılı olmasını engellemektedir (Kung, 2011; Jiang ve ark. 1987).

Silo yönetiminin başarılı olmasında sıkıştırma uygulamaları ve silonun kapatılması büyük önem taşımaktadır (Woolford, 1999). Bölgemizde genellikle silajlık mısır ekiminin önemli bir kısmı ikinci ürün olarak yapılmaktadır. Bu durum fermantasyon sıcaklığı üzerindeki etkilerinin olumlu olacağı düşünülerek çalışmada fermantasyon sıcaklıkları sürekli kayıt edilmiştir. Genel olarak Eylül sonu-Ekim ayı içerisinde ikinci ürün silaj yapımı hatta geç ekimlerde kasım ayını bulmaktadır. Çevre sıcaklıklarının oldukça düşük olduğu bu aylarda silolamada silo sıcaklık yükselmesi kısmi olarak etkileyeceği düşünülmektedir. Bu durum silaj kalitelerinin yüksek olmasına neden olmaktadır.

Genel olarak paket ve balya silajlar dışarıda ve güneş altında depolanmaktadır. Bu durum özellikle sıcak iklim dönemlerinde silaj sıcaklığının artmasına ve fermantasyon sıcaklığının yükselmesine neden olmaktadır. Yüksek sıcaklık oluşumu ise niteliksiz besin madde içeriği düşük silaj yemlerin elde edilmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle silajda birinci ve ikinci ürün silolamada oluşabilecek olası farklılıkların saptanması da amaçlanmıştır. Birinci ürün silaj hasat dönemi (Temmuz-Ağustos) sıcak iklim aralığına girmekle birlikte ikinci ürün silajlık mısır hasat dönemi (Eylül-Ekim-Kasım) geç döneme yani daha soğuk iklim aralığına girmektedir. Bu nedenle fermantasyon sıcaklığı ürün hasat döneminden etkilenmektedir.

1.3. Silaj yapım teknolojileri

Ülkemiz koşullarında silolama amacıyla küçük ve orta işletmelerde genellikle toprak üstü yığın silo ve toprak üstü beton silolar kullanılmaktadır. Bu tip silolamalarda problemlerin yaşanması farklı tip silolama tekniklerinin gelişmesine neden olmuştur. Bunlar genel olarak;

- -Balya silajlar,
- -Sosis silajlar ve
- -Vakumlu tip paket silajlardır.

Balya ve sosis tip silajlarda, sıkıştırma ilkesi hakim iken vakumlu tip silajlarda mekanik sıkıştırma olmaksızın vakumlama teknolojisi kullanılmaktadır. Balya silajları, silajı alınır-satılır ve kolay taşınır hale getirmiştir. Bu nedenle hızla yapımı artmıştır.

Vakumlu tip paket silajlar, daha küçük boyutta paket yapımına imkan vermeleri sebebiyle özellikle küçük ve orta işletmeler tarafından rağbet gören sistemlerdir. Vakumlama ile paket silaj yapabilen makinalar bu alanda bir alternatif olmuştur. Bu sistemler ile paketleme ağırlıkları değiştirilebilen paket silajlar elde edebilmek mümkündür. Bu sistemlerde oksijensiz bir ortamın sağlanması vakumlama işlemi ile gerçekleştirilmektedir.

Vakum sözcüğü Latince vacuus (boşluk) kelimesine dayanmakta ve atmosfer basıncından daha düşük basınçları ifade etmek için kullanılmaktadır. Bir başka deyişle atmosfer basıncındaki kapalı bir hacimden moleküllerin çekilmesi ile vakumlama yapılmaktadır. Vakumlama ile materyalde istenen oksijensiz ortamın oluşturulması sağlanabilmektedir.

Silaj yapımında temel iki prensip, siloda anaerobik koşulların oluşturulması ve düşük pH ve fermentasyon asitleri ile bozulmaya neden olabilecek mikroorganizmaların gelişiminin engellenmesidir (McDonald ve ark. 1991). Vakumlama işlemi sayesinde de silaj yapımı için en temel öğeler olan anaerobik koşulların oluşumu sağlanabilmekte, düşük pH ve fermentasyon asitleri ile bozulmaya neden olabilecek mikroorganizmaların gelişimi de engellenebilmektedir. Bu sebeple paket ürünlerin raf ömrü de artmaktadır.

Gerek balya silajların sarılması ve gerekse vakumlu tip paket silajlar için paketleme amacıyla plastik ve türevleri kullanılmaktadır. Sarma için kullanılan polietilen plastiklerin mekanik ve kimyasal özellikleri silolama kalitesi üzerinde büyük öneme sahiptir. Oksijen geçirgenlikleri düşük ve delinmeye karşı direnci yüksek plastikler, paket silajların yüksek besleme niteliğine sahip yemler olmasında, bozulma ve raf ömrünün arttırılmasında

önemlidir. Yapılan çalışmalarda kuru madde kaybı kullanılan plastiklerde farklılıklar göstermiştir (Tan ve Büyüktosun 2016). Kullanılan plastikler oksijen geçirgenliğinin artmasına bağlı olarak paket silajlarda paket içerisine oksijen girişi artmakta dolayısı ile silajlarda bozulmalar artmaktadır.

Genel olarak vakum ile paketlemenin avantajlarını;

- Aerobik mikroorganizma gelişimi ve oksidasyon problemi asgari düzeye iner,
- Raf ömrü artar,
- Tat ve kokusu korunur,
- Oksidasyona meyilli vitaminleri, renklendirici ve aromaları korur,
- Ürünün doğal nemi korunur,
- Neme bağlı kontaminasyonunu durdurur, (Contamination– zararlı bakteri ve virüslerin kontamine bir yüzeyden başka bir yüzeye geçişi)
- Ürünün vakumlanması daha az kayıp verilmesini sağlar,
- Uzun süre muhafaza edilebilen materyal hijyenik olur,
- Kolay taşınır,
- Depolanma esnasında alandan tasarruf edilir .

Paket silajlarının bir çok temel avantajının bulunmasının yanı sıra uygulamada da farklı ağırlık gruplarında paket silajlarının yapılabilmesi, farklı nem içeriklerinde paketlenbilmesi ve farklı ürünler için kullanılabilir olması paket silajların kullanımının gün geçtikçe artmasına neden olmaktadır.

Vakumlu tip paket silajlar laboratuvar koşullarında çalışmalar için de kavanozlara yapılan silajlara karşın alternatif bir teknik olmuştur. En büyük ve en önemli avantajları ufak boyutlarda paketleme yapabilme imkanının olmasıdır. Bu nedenle bu alanda yapılabilecek çalışmalarda vakumlu tip paket silajı yapım tekniği yoğun olarak kullanılmaktadır (Johnson ve ark. 2005).

Çalışmamızda da silaj yapabilmek amacıyla vakumlu tip paket silaj yapımı tercih edilmiştir. İkinci ürün olarak hasat edilen silajlarda depolama ortamlarına ve paket içerisindeki silajlara ait fermantasyon sıcaklıklarına ait değişimlerinin incelenmesi çalışmanın başlıca amacını oluşturmaktadır. Bu amaçla piyasada bulunan polietilen plastiklerden dört farklı tip plastik edinilerek silajların paketlenmesinde kullanılmıştır. Silajların bozulması

zerindeki etkileri depolama koşullarına göre sıcaklıkları sürekli kayıt edilerek hem sıcaklık değişimleri hem de ürün niteliğin üzerine etkileri açısından incelenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Filya (2004) Yaptığı çalışmada, silajlık mısırın silolanması amacıyla farklı hasat dönemlerinin (erken dönem, 1/3 süt olum, 2/3 süt olum ve geç dönem) mısır silajının kalitesi ve aerobik stabilitesi üzerine etkilerini incelemiştir. Materyalin olgunlaşma döneminin artması ile birlikte iyi silolama özelliğini gösteren suda çözülebilir karbonhidrat içeriğinin azaldığını belirtmiştir. Erken dönemde hasat edilen mısır silajlarında ise kayıp ve bozulmanın diğer silajlara göre daha fazla olduğunu belirtmiştir.

Kılıç (1986) Çalışmalarında silajın kalitesi üzerine ürünün nem içeriği, kıyma boyutu, sıkıştırma düzeyi ve silolama tekniğinin önemli ölçüde etki ettiğini ifade etmiştir. Yapılan çalışmalarda silajı yapılacak bitkilerin en az %30-40 oranında kuru madde içermesi gerektiğini vurgulamıştır.

Özen ve ark. (1993) Silaj kalitesi ile silaj yapımında kullanılan bitkilerin hasat devreleri arasında doğrusal bir ilişki bulunduğunu ifade etmişlerdir. Erken dönemlerde yapılan hasatlarda, silajlık bitkinin su içeriği yüksek olduğu için suda eriyebilir karbonhidrat düzeyi düşük olmakta ve laktik asit bakterilerinin gelişimi yetersiz kalmaktadır. Süt olum ve hamur olum devrelerinde hasat edilen mısır, kuru madde oranının artması ile birlikte, silajın yem niteliğinde artış meydana gelmektedir.

Roth ve Henrich (2001)'e göre silajın nem içeriği kaliteyi belirleyen ana unsurlardan birisidir. Torba şeklinde silolama da bu oran yaklaşık %65 iken yatay silolarda %65-70 arasındadır. Nem değeri %65 civarında iken kurumadde verimi en üst düzeyde olmaktadır ve depolama- besleme kayıpları da minimum olduğunu belirtmiştir.

Weinberg ve Chen (2013) Yaptıkları çalışmalarında, buğday ve mısır silajının kalitesi üzerine depolama periyodunun etkisini araştırmışlardır. Kavanozlara yaptıkları silajları bir hafta ile bir yıl arasında depolama sürecinde incelemişlerdir. Kuru madde kayıpları 3.6 aylık depolama periyodunda maksimum değere ulaştığını ve silajların sindirilebilirliklerinin depolama periyodu ile azalma eğiliminde olduğunu belirtmişlerdir. Üç ve altı aylık depolama periyodunda kuru madde kayıplarının maksimum seviyelere ulaştığını, zaman ile birlikte kuru madde ve NDF içeriklerinin azalma eğiliminde olduğunu belirtmiştir. Araştırma sonuçlarında, kısa bir süre silolama sonrası silajlarda pH değerlerinin yeterince düşük olmadığı ve aerobik

stabilitenin zayıf olduğunu, uzun süreli depolama periyodunda ise, KM ve NDF değerlerinde azalma olduğunu ifade etmişlerdir.

Coblentz ve ark. (2016) Yaptıkları çalışmalarında balya silajlarının farklı zamanlarda sarılmasının silaj kalitesi, fermantasyon karakteristikleri ve depolama karakteristikleri üzerine olan etkilerini ve olası riskleri incelemişlerdir. Silajların sıcaklıklarının geç sarılan balya silajlarında diğer silajlara oranla çok daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Silajların fermantasyon karakteristikleri ve silajın besin madde içeriğinin de geç sarılan silajlarda azaldığını, bu sürenin bir gün ve üzeri olması durumunda çok daha fazla arttığını ifade etmişlerdir.

Muck ve Holmes (2006) Paket silajlarda yoğunluk ve kayıpları incelemişlerdir. Paketleme makinasına bağlı olarak gerçekleşen kuru madde kayıplarının %0-40 gibi değişken bir aralıkta olduğunu belirtmişlerdir. Sıcak havalarda bozulma kayıplarının arttığını, silaj depolama döneminde iklim koşullarının önemli olduğunu, plastik nedeniyle kayıpların artabileceğini ifade etmişlerdir. Kullanılan plastik özellikleri nedeniyle kayıpların %25 artabileceğini belirtmişlerdir. İyi bir silaj yönetimi ile paket silajlarda düşük kuru madde kaybı ile silajların elde edilebileceği, bozulma kayıplarının azaltılmasında sıcaklık koşullarının etkin olduğunu belirtmişlerdir.

Hoedtke ve Zeyner (2011). Yaptıkları çalışmalarında laboratuvar koşullarında; vakumlu tip paket silajlar ile cam kavanozlarda yapılan silajları standart kullanım açısından karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Benzer koşullarda yaptıkları silajları 2, 4, 8,49 ve 90 gün depolama periyotları ile incelemişlerdir. Fermantasyon karakteristikleri ve silaj kalitesi üzerine etkili olan laktik asit üretimi vakumlu tip paket silajlarda daha yüksek olurken, bütrik asit üretimi cam kavanozlardaki silajlara göre daha fazla azalma göstermiştir. Fermantasyon özellikleri kadar silaj yoğunluğunun ve silolama koşullarının daha iyi olması nedenleri ile vakumlu tip paket silaj yapımını önermişlerdir.

Tan ve ark. (2018) Yaptıkları çalışmalarında toprak üstü beton silolarda sıcaklık dağılımı üzerine sıkıştırma basıncının etkilerini incelemişlerdir. Silo içerisindeki sıcaklık değişimlerini silolama, fermantasyon ve açım dönemlerinde olmak üzere üç farklı dönem içerisinde ölçmüşlerdir. Sıkıştırma basıncı ile sıcaklık arasında bir ilişki olduğunu vurgulamışlardır. Çizelge 2.1' de silolama sırasında ölçülen basınç ve sıcaklık ortalamalarını bölgelere göre ifade etmişlerdir. En yüksek sıcaklıklar fermantasyon aşamasında ölçülmüş ve

silolama içerisinde bölgelere göre 24 °C ile 35°C arasında değişken bir sıcaklık dağılımı belirlemiştir.

Çizelge 2.1. Silolama sırasında ölçülen sıkıştırma basıncı ve sıcaklık değişimleri

Ölçüm yapılan bölgeler	Sıcaklık (°C)	Sıkıştırma basıncı (bar)
A	18.30±1.44	0.29±0.08
B	22.47±4.03	0.35±0.12
C	29.26±4.04	0.38±0.09

Büyüktosun ve Tan (2015) Yaptıkları çalışmalarında farklı özelliklerdeki polietilen malzemelerin paket silajlarda kullanımı ve yem kalitesi üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmalarında oksijen (O₂) geçirgenlikleri sırasıyla 41, 28 ve 1.13 cc/mm² gün ve karbondioksit (CO₂) geçirgenlikleri sırasıyla 160, 150 ve 12 cc/mm² gün olan PA/PE baskısız, BOPA/PE baskısız ve OPP/PE/EVOH/PE baskısız plastik torbalar kullanılmıştır. Paket silajları iki farklı dönemde (%30 ve 45 kuru madde) ve üç farklı seviyede 0,07mPa (10 s), 0,1mPa (15s) ve -0,1mPa (25 s) vakumlanmışlardır. Araştırmada kullanılan her üç tip LD-PE plastik malzemelerin silaj paketleme amacıyla kullanılabilir özellikte olduklarını belirlemişler ve-0,1mPa uygulanan vakum seviyesinin paket silajlarında pH değerini en düşük düzeyde olması nedeniyle önermişlerdir.

Zhou ve ark. (2016) Vakumlu tip paket mısır silajlarında fermantasyon gelişimi ve laktik asit bakterileri üzerine etkilerini 60 günlük fermantasyon sürecinde farklı sıcaklık koşullarında (5, 10, 15, 20 ve 25°C) incelemiştir. Fermantasyon için 20-30 °C sıcaklık ortamının ideal olduğunu ve sıcaklığın fermantasyon için önemli bir faktör olduğunu ifade etmişlerdir. Artan sıcaklığın etkisi ile (37°C den yüksek olan sıcaklıklar da) karbonhidrat yıkımlarının arttığını ve bu nedenle besin madde içeriği düşük yemler elde edildiğini bildirmişlerdir.

Borreani ve Tabacco (2010) Yaptıkları çalışmalarında toprak üstü beton silolarda mısır silajının mikrobiyolojik durumu ile silaj sıcaklığı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Sıcaklık artışı ile pH ve maya-küf gelişiminin arttığını ifade etmişlerdir.

Snell ve ark. (2003) Yaptıkları çalışmalarında silaj kalitesi üzerine plastik rengi ve kalınlığının etkilerini incelemişlerdir. Denemelerde; 90 μm , beyaz; 125 μm , yeşil; 150 μm , siyah; 200 μm , yeşil ve 200 μm kalınlıkta beyaz polietilen plastik kullanarak açık ortamda dışarıda depolamışlardır. Silajlarda oluşan yüzey sıcaklıklarının plastik renk ve kalınlığına bağlı olduğunu ancak silaj karakteristikleri üzerine önemli bir etkisinin olmadığını ifade etmişlerdir. Film yüzey sıcaklıkları üzerine depolama lokasyonlarının etkisinin büyük saptamışlardır. Ayrıca beyaz filmlerde sıcaklık, siyah renkli filmler ile karşılaştırıldığında düşük olmuştur.

Wang ve Nishino (2013). Laboratuvar ölçeğinde yaptıkları çalışmalarında 5, 15, 25 ve 35 °C 'lerde 10, 30 ve 90 günlük depolama periyodunda fermantasyon gelişimini incelemişlerdir. 5 °C de depolanan silajlarda 30 güne kadar fermantasyon zayıf gelişmiş, 90 günlük periyotta laktik asit üretimi kabul edilebilir seviyeye ulaşmıştır. Ortam sıcaklığı ılık olan silajlarda asetik asit üretimi soğuk koşullardaki silajlardan daha yüksek bulunmuştur. Depolama sıcaklıklarının silaj fermantasyonu ve aerobik stabilite üzerine önemli etkileri olduğunu vurgulamışlardır. Sıcaklık arttıkça özellikle yaz dönemi yapılan silajlarda asetik asit oluşumunun daha da attığı ifade edilmiştir.

Der Bedrosian ve ark. (2012) Yaptıkları çalışmalarında mısır silajının besin değeri ve kompozisyonu üzerine depolama süresi (0-360 gün), hasat olgunluğu (%32 ve %41 kuru madde) ve hibrit etkilerini incelemişlerdir. Silajlar 23 °C' de depolanmıştır. Daha yüksek ve daha düşük depolama sıcaklıklarının silolanma ve depolama periyodunu etkileyebileceğini belirtmişlerdir. Depolama süresinin artması ile kuru madde içeriği etkilenmiştir. pH depolama süresi ile azalma eğiliminde olmuştur. Laktik asit içeriklerinin depolama periyodu süresince her iki hasat olgunluğu tarafından etkilendiğini ifade etmişlerdir.

Kim ve Adesogan (2006) Yaptıkları çalışmalarında mısır silajının fermantasyonu ve aerobik stabilite üzerine silolama sıcaklığı ve simüle ettikleri yağışın etkisini incelemişlerdir. 20 °C ve 40 °C' de depolanan mısır silajları ile daha yüksek sıcaklıklarda depolanan silajları karşılaştırdığında, yüksek sıcaklıklarda depolanan silajlarda amonyak konsantrasyonu yüksek bulunmuştur. Yüksek silolama sıcaklıklarının ve nemli ortamda silolamanın silaj fermantasyonunu etkilediğini ve bozulmalara neden olduğunu belirtmişlerdir.

Weinberg ve ark. (2001) Yaptıkları çalışmalarında mısır ve buğday silajlarının silolama prosesleri ve aerobik stabiliteleri üzerine sıcaklığın etkilerini incelemişlerdir. Silajlar

odada ve 37- 41 °C' de silolanmıştır. İki aylık depolama periyodu sonrasında 33 °C' de aerobik stabilite incelenmiştir. Yüksek sıcaklıklarda silolamanın silaj fermantasyonu ve aerobik stabilite için zararlı olduğunu vurgulamışlardır.

Toruk ve Gönüloğlu (2011) Yaptıkları çalışmalarında depolama koşullarının 4 ve 8 cm parça boyutuna sahip yonca balya silajlarının kalitesi ve renk değişimleri üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmalarında belirledikleri depolama koşullarına göre silaj kalite parametreleri Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Depolama koşulları ve parça boyutlarına göre silaj kalite parametreleri

	Açıkta depolama		Sundurma altında depolama		Kapalı ortamda depolama	
	4	8	4	8	4	8
Parça boyu (cm)	4	8	4	8	4	8
pH,%	4.74	4.53	4.44	4.36	4.34	4.30
KM,%	30.79	32.87	30.32	31.84	31.32	38.28
Kül,%	9.66	8.79	9.37	9.19	9.60	9.35
LA,%	0.82	0.87	0.99	1.09	1.11	1.17
AA,%	0.59	0.89	0.45	0.71	0.63	0.95
HP,%	16.63	17.64	16.87	17.91	17.67	18.87

Açık, sundurma altında ve kapalı ortamda depolanan balya silajlarının kalitesi üzerine parça boyutu ve depolama koşullarının önemli olduğunu saptamışlardır. Parlaklık (L*) ve sarılık indeksi (ıy**) en yüksek (52.83) kapalı ortamda depolanan silajlarda ölçülmüştür.

Johnson ve ark. (2005) Yaptıkları çalışmalarında laboratuvar tip silaj fermantasyonu yapabilen bir model çalışması olarak vakum paketlenme incelemiştir. Çalışmalarında paket silaj yapımı için ufak tip vakumlama makinası kullanmışlardır (Şekil 2.1). Bu yöntem ile farklı tip balya sarmada kullanılan malzemelerin incelenmesi, silaj kalitesinin irdelenmesi

amacı ile de kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Çalışmalarında dört farklı materyal yoğunluğunda ve farklı vakum seviyelerinde paket silajlar yaparak fermantasyon kalitesi açısından incelenmişlerdir.



Şekil 2.1. Vakum paketlenme makinası

Forristal ve ark. (1999) Yaptıkları çalışmalarında balya silajlarında farklı katlarda sarma (2, 4, 6 kat) ve farklı plastik renklerinin (beyaz, siyah, yeşil, açık yeşil) silaj kalitesi ve bozulma üzerine etkilerini araştırmışlardır. Ölçülen parametreler üzerine plastik filminin rengi etkili olmaz iken, sarma sayısı silaj kalitesi üzerinde önemli bulunmuştur.

Ashbell ve ark. (2001) Yarı kurak bir bölgede çiftçiler tarafından kullanılan plastik torbalarda silolama tekniğini incelemişlerdir. Küçük işletmeler tarafından kullanılan plastik torba çeşitlerinde; torbalarda herhangi bir zarar olmadığı sürece oksijen geçirgenliği nedeni ile silaj kalitelerini etkileyecek oranda değişiklik göstermediğini belirtmişlerdir.

Robinson ve Swanepoel (2016) Yaptıkları çalışmalarında yığın mısır silajları için kullanılan polietilen plastiklerin zenginleştirilmiş oksijen bariyerli tipleri (EOB) ve oksijen bariyersiz tipleri (POLY) ile silaj kalitesine etkilen özellikle bozulmaya neden olan parametreler yönünden incelemişlerdir. Benzer tipte ve özellikle aynı kalınlığı sahip iki plastik film arasında çalışma bulunmadığını bildirerek, iki tip plastik malzemeyi denemiştir. Sonuç olarak silaj bozulması üzerine her iki tip polietilen malzemenin önemli bir etkisi olmadığını ifade etmiştir.

Berger ve Bolsen (2006) Toprak üstü beton ve yığın siloda yaptıkları çalışmalarında, mısır silajının üstten 0-46 cm inceledikleri fermantasyon profili açısından 45-µm oksijen bariyerli film (OB) ile kaplı silajlarda, 150-µm polietilen kaplı silajlara göre oldukça iyi olduğunu ifade etmişlerdir.

Borreani ve ark. (2007) Mısır silajında yürüttükleri çalışmalarında oksijen bariyerli tip yeni tip bir plastik malzeme denemişler ve sonuç olarak, silaj yemlerde meydana gelen kuru madde kayıpları üzerine kullanılan polietilen malzemelerin etkisini olduğunu ifade etmişlerdir.

Borreani ve Tabacco (2014) Yaptıkları çalışmalarında yüksek oksijen bariyerli plastik film (HOB), özel bir plastik ethylene-vinly alcohol (EVOH) ve standart polietilen film (PE) kullanarak mısır silajında mikrobiyolojik, kimyasal kaliteleri ve fermantasyon özellikleri açısından incelemişlerdir.

Wilkinson (2019) Silajda kayıpların azaltılmasında oksijen bariyerli filmlerin önemini belirtmiştir. Özellikle depolama sırasında iyi kaplanmayan silolarda kayıpların hızla arttığını belirtmiştir. Özellikle toprak üstü beton silolarda organik madde kayıplarının silonun en üst 50 cm kısmında meydana geldiğini, depolama aşamasında olası kayıpların oksijen bariyerli filmler ile kaplanan silolarda %20 olurken, diğer plastik film ile kaplanan silolarda %47'lere ulaştığını ifade etmiştir.

Hoedtke ve Zeyner (2011) Yaptıkları çalışmalarında taze ve soldurulmuş ot silajı yapımında kavanozlara silolama ile vakumlu silolama koşullarını incelemişlerdir. Yapılan siloları 2, 4, 8, 49 ve 90 günlük silolama sonrası açmışlardır. Vakumlu tip paket silajlarda kavanozda yapılan silajlara oranla bütrik asit azalırken, laktik asit üretimi daha fazla olmuştur. Çalışmalarının sonucuna göre, çalışmalarda vakumlu tip silolamaların yapılmasının daha uygun olduğunu önermişlerdir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada materyal olarak bölgede yoğun olarak silajı yapılan mısır bitkisi kullanılmıştır. Çalışmalar, paket silajların depolama periyodu süresince paket içi sıcaklıklarının ve depolama ortam sıcaklıklarının silolanma ve ürün kalitesi üzerine etkilerinin de belirlenebilmesi amacıyla birinci ve ikinci ürün olmak üzere iki farklı dönemde yürütülmüştür.

3.1. Silajlık Mısır Bitkisine Ait Özellikler

Araştırmada farklı toprak şartlarına, kuraklığa, yaprak hastalıklarına karşı uyum yeteneği yüksek bir çeşit olan ve bölgemizde kullanımı oldukça yaygın Pioneer 32K61 çeşidi silajlık mısır kullanılmıştır. Silajlık mısır çeşidine ilişkin özellikler Çizelge 3.1’ de verilmiştir (https://www.pioneer.com/web/site/turkey/Our_products/corn/32K61/).

Çizelge 3.1. Mısır bitkisine ilişkin özellikler

Özellik	Çeşit skorları puanı
Koçan yüksekliği	6
Bitki boyu	7
Hektolitire	8
Koçan Büyüme yeteneği	3
Kuraklığa tolerans	7
Yeşil kalma yeteneği	8
Kök mukavemeti	7
Sap mukavemeti	7
Tane kuruma hızı	5
Verim kapasitesi	7

Çalışmaların yürütüldüğü birinci ve ikinci ürün silaj mısırın hasat dönemleri ve hasat dönemlerinde sahip oldukları nem içerikleri ve pH değerleri Çizelge 3.2’ de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Hasat tarihi, ürün nem içerikleri (%) ve pH değeri

Hasat dönemi	Tarih	Kuru madde (%)	pH
I.	21.08.2017	39.14	5.92
II.	3.11.2017	29.54	5.7

3.2. Sıcaklık Ölçümü

Sıcaklık değerleri, silaj kalitesinin belirlenmesinde önemli bir parametredir. Silo içi sıcaklığının optimal 15-25 °C olması genel olarak ideal bir durumdur. Sıcaklığın 35-40 °C' ye yükselmesi siloda fermantasyonun yolunda gitmediğinin bir işaretidir. Bu tip silaj yemlerde yüksek oranda enerji ve besin madde kaybı artmaktadır. Bu nedenle çalışmada özellikle de dönemsel olarak yapılan silolanmalarda ortam sıcaklıklarının da etkisinin araştırılması ve kullanılan plastiklerin olgunlaşan silaj yemlerdeki etkilerinin incelenebilmesi amacıyla vakumlanan paket silajların da fermantasyon süreçleri boyunca sıcaklık ölçümleri yapılarak kayıt edilecektir.

Sıcaklık sensörleri ile sıcaklık ölçümleri;

- Paket içlerine ve
- Depolama ortamlarına bırakılarak yapılmıştır.

Sıcaklık ölçümleri Hobo E-348-UA-002-08 model sıcaklık veri kaydı yapabilme özelliğine sahip sıcaklık dataloggerları ile yapılmıştır. Sıcaklık ölçümleri yarım saat ara ile veri kaydı yapacak şekilde düzenlenmiştir. Şekil 3.1’de sıcaklık ölçümlerinde kullanılan termocouple gösterilmiştir. Çizelge 3.3’ da sıcaklık sensörlerinin teknik özellikleri verilmiştir.



Şekil 3.1. Denemelerde kullanılan Hobo marka sıcaklık dataloggeri

Çizelge 3.3. Hobo E-348-UA-002-08 model sıcaklık sensörüne ait teknik özellikler

Ölçüm aralığı	
Sıcaklık	
Suda/ buzda	-20 °C, +50 °C
Havada	-20 °C +70 °C
Doğruluk	± 0.53°C (0° - 50°C)
Ağırlık	18 g
Derinlik mesafesi	30 m

Kayıt edilen sıcaklık değerleri fermantasyon süresince yarım saat ara (30 dk) ile veri kayıt alabilecek şekilde ayarlanmıştır. Paketleme zamanından itibaren sıcaklık kayıtları kontrol edilmiş ve kaydedilmiştir. Sıcaklık ölçümleri birinci ve ikinci ürün mısır silajlarında tekrarlanarak yapılmıştır.

3.3. Vakum Tipi Paketleme Makinesi

Araştırmada laboratuvar tipi CAS CVP 260 PD marka vakum paketleme makinesi kullanılmıştır. Kıyılmış mısır hasılı önceden temin piyasadan temin edilerek alınan polietilen plastik torbalar içerisine koyularak vakum tipi paketleme makinesi ile ayarlanan vakum aralığında vakumlanmıştır.

Birinci ve ikinci ürün silajlarda yapılan tüm paketlerde 0.1 mPa vakum seviyesi kullanılarak paketlerde vakumlama işlemi yapılmıştır. Şekil 3.2' de çalışmalarda kullanılan

vakum tipi paketlenme makinesinin resmi gösterilmiştir. Çizelge 3.4’ de araştırmada kullanılan laboratuvar tipi vakum paketlenme makinesine ilişkin teknik özellikler verilmiştir.



Şekil 3.2. Vakum tipi vakum paketlenme makinesi

Çizelge 3.4. Vakum tipi paketlenme makinesine ilişkin teknik özellikler

Teknik özellik	Birim	Değer
Model	-	CAS CVP 260 PD
Makine ölçüsü	mm	480×330×320
Bölme ölçüleri	mm	385×280×90(50)
Mühürleme ölçüleri	mm	260 x 8
Pompa kapasitesi	m ³ /h	10
Brüt ağırlık	Kg	44
Net ağırlık	Kg	36
Paket ölçüleri	mm	570x440x460

3.4. Plastik Torbalar

Paketlenme amaçlı kullanılan polietilen plastiklerin farklı tipleri bulunmaktadır. Bunlar genel olarak düşük yoğunluklu Low-density polyethylene (PE-LD veya LDPE) ve yüksek yoğunluklu High-density polyethylene (PE-HD veya HDPE) polietilen plastikleridir. Paket silaj yapımında genel olarak düşük nitelikli (LDPE) plastikler kullanılmaktadır.

Plastik malzemelerin mekanik ve kimyasal özellikleri nedeniyle silaj materyallerde plastik kullanımı önemlidir. Yığın silaj, balya silaj ve paket silajlarda plastik malzemelerin özellikleri silajın kalitesi üzerine etkiye sahiptir.

Çalışmada, piyasada kullanımı mevcut olan farklı özelliklere sahip dört farklı nitelikte düşük yoğunluklu polietilen plastik torbalar seçilerek kullanılmıştır. Deneme kapsamına alınan plastik torbaların mekanik-kimyasal özellikleri Çizelge 3.5’ de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Plastik torbalara ilişkin genel özellikler

Kod	A	B	C	D
Özellik	Aksedef	Menekşe	Vakupak	
En (mm)	200	250	200	200
Boy (mm)	330-450	315	295	250
Kalınlık (μ)	110 \pm 10	90 \pm 10	60 \pm 5	80 \pm 5
Ağırlık (g/m^2)	130,2	84,9 \pm 5	57,3 \pm 4,8	78 \pm 4,8
Uzama (%)	400	300	300	300
Ürün yapısı	Poliamid/Alçak Yoğunluklu Polietilen (LDPE)	Poliamid	Alçak yoğunluklu polietilen	Alçak yoğunluklu polietilen

Kullanılan polietilen plastik torbalara ilişkin mekanik özellikleri ve test değerleri farklılık göstermektedir. Torbalara ilişkin mekanik özellikleri ve test değerleri Çizelge 3.6’ da verilmiştir.

Çizelge 3.6. A, B, C ve D kodlu polietilen torbalara ilişkin mekanik özellik ve test değerleri

A	
Sürtünme katsayısı (ln/ln)	20
Yüzey gerilimi (dyne/cm)	36
Gerilme direnci	min 32
Isı direnci (2,5 bar-1sec)	120-130
OTR (23°C-% 0 RH)	191
WVTR (38°C-% 90 RH)	8
B	
Sürtünme katsayısı (ln/ln)	20
Yüzey gerilimi (dyne/cm)	38
Gerilme direnci	min 30
Isı direnci (2,5 bar-1sec)	110
OTR (23°C-% 0 RH)	160
WVTR (38°C-% 90 RH)	8,5

C	
Sürtünme katsayısı (ln/ln)	20
Yüzey gerilimi (dyne/cm)	34
Gerilme direnci	min 25
Isı direnci (2,5 bar-1sec)	120-130
OTR (23°C-% 0 RH)	195
WVTR (38°C-% 90 RH)	13

D	
Sürtünme katsayısı (ln/ln)	20
Yüzey gerilimi (dyne/cm)	36
Gerilme direnci	min 30
Isı direnci (2,5 bar-1sec)	110-120
OTR (23°C-% 0 RH)	193
WVTR (38°C-% 90 RH)	9

3.5. Silajlık Materyalin Vakumlama İşlemi

Kıyılmış hasıl mısır, laboratuarda daha önceden deneme materyali olarak seçilen farklı özelliklerdeki polietilen torbalara yerleştirilerek, CAS CVP 260 PD laboratuvar tipi vakumlama makinası ile 0.1 mPa vakum seviyesinde vakumlanmıştır. Vakum emiş süresi 50 saniye olarak sabitlenmiş ve tüm örnekler için benzer koşullar altında çalışmalar yürütülmüştür. Şekil 3.3' de vakumlama işlemine ilişkin resim, Şekil 3.4' de vakumlanan silaj paketlerine ilişkin örnekler görülmektedir.



Şekil 3.3. Vakumlama işlemi



Şekil 3.4' de Vakumlanan silaj paketleri

3.6. Depolama Ortamları

Vakumlu paket silajlar farklı ortam sıcaklarında ki depolama alanlarında depolanmıştır. Belirlenen depolama ortamları;

- Kontrollü laboratuvar koşulları olarak tanımlanmıştır. (A)
- Gölgede sundurma altında ve (B)
- Açıkta güneş altında, (C)

Şekil 3.5' de açıkta güneş altında depolamaya bırakılan vakumlu paket silajlar görülmektedir. Paket silajlar, dış etkenlerden zarar görmemesi amacıyla üzerlerine tel ızgara serilerek 3 ay süre ile korunmaları sağlanmıştır.



Şekil 3.5. Açıkta güneş altında depolanan silaj torbalarına ilişkin örnekler

Şekil 3.6' da gölgede depolanan vakumlu paket silajlar görülmektedir. Paket silajlar, kapalı sundurma altında ve zarar görmemeleri amacıyla masa üzerinde 3 ay süre ile depolanmıştır. Şekil 3.7' de kontrollü ortamda depolanan vakumlu paket silajlara ilişkin örnekler görülmektedir. Kontrollü ortamda depolanan vakumlu paket silajlar da 3 ay süresince depolanmıştır. İşlemler I ve II. ürün içinde benzer koşullarda yürütülmüştür.

Kontrollü ortam olarak + 4-5 °C ortam sıcaklığına sahip olan dolap içerisinde depolama yapılmıştır.

Depolama koşulları süresince ortam sıcaklıkları sıcaklık sensörleri vasıtasıyla sürekli kayıt altına alınmıştır. Ayrıca, vakumlanan paket silajlar içerisine de yerleştirilen sensörler ile de paket içi sıcaklık kayıtları da kayıt edilmiştir.



Şekil 3.6. Gölgede depolanan silaj torbalarına ilişkin örnekler



Şekil 3.7. Kontrollü ortamda depolanan silaj torbalarına ilişkin örnekler

3.2. Yöntem

3.2.1. Deneme Planı

Tarladan hasat edilen silajlık mısırlar laboratuvara getirilip, plastik PE torbalara hasıl mısır doldurulduktan sonra vakumlama işlemi yapılmıştır. Denemelerde tüm paketler 0.1 mPa vakum basıncında paketlenmiştir.

Birinci ve ikinci ürün silajlık mısır hasat döneminde; kıyılmış materyal laboratuvara getirilerek eşit koşullarda vakumlamaya tabi tutulmuştur. Yapılan vakumlu paket silajlar üç farklı depolama ortamında depolanmıştır. Depolama koşullarının etkilerinin belirlenebilmesi amacıyla paket silajlar;

- Açıkta güneş altında,
- Gölgede sundurma altında ve
- Kontrollü laboratuvar ortamında depolanmıştır.

Depolama ortamları ve plastik torbaların özelliklerine göre sıcaklık değişimlerinin belirlenebilmesi amacıyla her üç depolama ortamına ve vakumlanan paket silaj içerisine sıcaklık sensörleri yerleştirilmiş ve yarım saat ara ile veri kaydı yapılmıştır. Çizelge 3.7' de deneme planı verilmiştir. Şekil 3.8'de deneme ortamlarına ait fotoğraflar gösterilmiştir.

Çizelge 3.7. Deneme Planı

Parametre	Seviye	Değer
Torba tipi	4	<ul style="list-style-type: none">• 110/PO/PE,• 90/PO,• 60/PE• 80/PE
Vakum basıncı	1	<ul style="list-style-type: none">• 0.1MPa
Depolama Koşulu	3	<ul style="list-style-type: none">• Kapalı kontrollü ortam• Gölgede• Açık ortamda
Hasat (Kuru madde)	2	I. Ürün II. ürün
Tekrar	5	
Toplam örnek sayısı	120	



Şekil 3.8. Deneme ortamlarına ait fotoğraflar

Denemede (4 torba tipi X 3 depolama ortamı X 2 hasat dönemi X 5 tekrar olmak üzere) toplam 120 adet vakumlu paket silaj yapılmıştır.

3.2.2. Besin Madde İçeriğinin Belirlenmesi

Araştırma yapılan paket silaj örneklerinde silaj kalitesi ve silolama süresince fermantasyona ilişkin sürecin niteliğinin belirlenebilmesi amacıyla belli başlı kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. Bu kimyasal analizler; pH, kuru madde (KM), suda çözünebilir karbonhidratlar (SÇK), NH₃-N (amonyağa bağlı nitrojen)'dir

Silaj materyallerde pH tayini, Chen ve ark. (1994) tarafından bildirilen yöntemle göre gerçekleştirilmiştir. Örneklerde NH₃-N ve SÇK analizleri, Anonim (1986) tarafından bildirilen yöntemler doğrultusunda saptanmıştır.

3.2.2.1. Nem içeriğinin saptanması

Silajların nem içeriği (ASAE Standartds, 2002)' ye göre yapılmıştır. Silaj materyali tepsiye boşaltılmış ve örnekler elle karıştırıldıktan sonra, her örnekten üçer adet olmak üzere, bir miktar silaj örneği alınmış ve alüminyum kurutma tabakları içine konmuştur. İçi silaj örneği dolu olan alüminyum kurutma tabakları 0,01hassasiyetli terazide tartıldıktan sonra, kurutma fırınında 103 °C, 24 saat etüvde kurutularak belirlenmiştir. Örnekler, hassas terazide tartılarak silajların nem içeriği belirlenmiştir (Şekil 3.9).

$$\text{Nem oranı (\%)} = \frac{\text{Yaş ağırlık} - \text{Kuru ağırlık}}{\text{Yaş ağırlık}} \times 100 \quad (1)$$



Şekil 3.9. Kuru madde analizi

3.2.2.2 Kuru madde içeriğinin saptanması

Silajların KM kayıpları, 45. günlerde torbalarında hesaplanan silaj KM'si ağırlığının, torbalara konulan taze materyalin KM ağırlığına oranlanması ile hesap edilmiştir (Kleinschmit ve Kung 2006). Silajların kuru madde oranları Akyıldız (1984) ve Ergül (1988)'e göre aşağıdaki eşitlik kullanılarak yapılmıştır.

$$\text{Kuru madde oranı (\%)} = 100 - \text{Nem oranı (\%)} \quad (2)$$

3.2.2.3. pH içeriğinin saptanması

Silaj örneklerinin pH değerleri, Chen ve ark. (1994)'e göre yapılmıştır. Silolama öncesi taze materyalde ve açım sonrası elde edilen örneklerde pH ölçümleri için 50 g' lık örneklere 125 ml saf su ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 1 saat süre ile zaman zaman karıştırılarak tutulmuştur. Daha sonra örnekler süzölmüş ve elde edilen süzükte pH metre aracılığı ile okuma gerçekleştirilmiştir (Anonim 1986). Şekil 3.10' da pH ölçümüne ilişkin resim gösterilmiştir.



Şekil 3.10. pH analizi

pH değeri, bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden bir ölçüdür. Açıkgöz ve ark. 2002' a göre "PEKİYİ" özellikte bir silajın pH değeri 3.5 ile 4.2 arasında olduğu belirtilmiştir.

3.2.2.4. NH₃-N (amonyağa bağlı nitrojen) içeriğinin saptanması

Silaj örneklerinde NH₃-N, silaj örneklerinden elde edilen ekstraktlarda mikro distilasyon metotlarına (Anonim 1986) göre gerçekleştirilmiştir. Kırk beş günlük süre sonrasında günlük elde edilen örneklerde NH₃-N tespiti için 20 g'lık taze örnek üzerine 100 ml saf su ilave edilerek çalkalama makinesinde 1 saat süre ile çalkalanmıştır. Daha sonra süzülerek elde edilen ekstrakte mikro distilasyon metodu aracılığı ile söz konusu parametre saptanmıştır. Şekil 3.11' de NH₃-N analizlerine ilişkin çalışmalardan görseller verilmiştir.



Şekil 3.11' de $\text{NH}_3\text{-N}$ analizlerine ilişkin çalışmalar

3.2.2.5. Suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) içeriğinin saptanması

Başlangıç ve silaj örneklerinde SÇK analizi Anonim (1986)' a göre yapılmıştır. Analize tabi tutulacak örnek 102°C sıcaklıkta 2 saat süre ile kurutulmuştur. Kurutulup öğütülmüş örnekten 0,2 g tartılarak bir şişe içerisine konulmuş, üzerine 200 ml saf su ilave edilerek 1 saat süre ile çalkalanmıştır. Örneklerin ilk birkaç damlası ihmal edilecek şekilde süzülerek 50 ml'lik berrak ekstrakt elde edilmiştir (Şekil 3.12). Standart eğrilerin hazırlanmasından sonra 2 ml ekstrakt alınarak 150x25 mm'lik borosilikat test tüplerine konulmuştur. Ön hazırlığı takiben absorbans değeri 620 nm'de 30 dakika içerisinde spektrofotometre aracılığı ile okunmuştur. Örnek ve kör denemeler sonrası tespit edilen absorbans değerlerine denk gelen mg glikoz değerleri arasındaki farklılık 500 katsayısı ile çarpılmıştır. Sonuç, örnek içerisinde yer alan g/kg SÇK miktarı olarak kaydedilmiştir.



Şekil 3.12. SÇK Analizleri

3.2.3. Silajın Fiziksel Değerlendirme Yöntemleri

Depolama sonrasında açılan paket silajlarda fiziksel değerlendirme yöntemi olarak Flieg puanlama yöntemi kullanılmıştır. Alman Tarım Örgütü (DLG 1987) tarafından

oluşturulan Flieg puanlama yöntemi silajın renk, koku ve strüktür gibi fiziksel özelliklerini esas almaktadır (Kılıç 1986; Alçıçek ve Özkan 1996).

Silaj örneklerinde Flieg puanları aşağıdaki (3) no'lu eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır. Flieg puanlarının hesaplanabilmesi için silaj örneklerinin kuru madde oranı ve pH değeri belirlenmelidir.

$$\text{Flieg puanı: } 220 + (2x \% \text{ kuru madde} - 15) - 40 \text{ pH} \quad (3)$$

Eşitlik yardımı ile silaj örneklerinin hesaplanan Fleig puanları Çizelge 3.8'da verilen puan kriterlerine göre, silajın kalitesi hakkında önemli ipuçları vermektedir (Nauman ve Bassler 1993).

Laboratuvar şartlarında belirlenen değer Fleig puanı ile karşılaştırıldığında yemin hangi nitelik grubunda yer aldığı hesaplanmaktadır. Bu değerlendirmeler, kimyasal analizler ile yapılan sonuçlara yaklaşmaktadır (Kılıç 1986; Bilgen ve ark. 1996).

Çizelge 3.8. Fleig puanına göre silaj kalite sınıfı

Hesaplanan Fleig puanı	Silaj kalite sınıfı
81-100	Pekiyi
61-80	İyi
41-60	Orta
21-40	Değeri az
0-20	Kötü

Fleig puanlama yönteminde yararlanılan pH değeri yemlerin yeterince ekşiyip ekşimediğini sayısal olarak belirleyen önemli bir ölçüdür. Hesaplanan Fleig puanı, silajın kalitesi hakkında önemli ipuçları vermektedir.

Çizelge 3.9'de silajların fiziksel özelliklerine göre değerlendirilmesinde kullanılan DLG Puanlama Yöntemi verilmiştir.

Silaj yemlerin koku, strüktür ve renk özelliklerine göre yapılan değerlendirmelerde Çizelge 3.9'a göre hesaplanan puanlara göre yemler;

I=Pekiyi-iyi (16-20 puan),

II=Memnuniyet verici (10-15 puan),

III=Orta (5-9 puan) ve

IV=Çok kötü (0-4 puan) gibi kalite sınıflarına ayrılmaktadır.

Puanlama, gözlemciler tarafından tekerrürlü olarak yapılan puan cetvelvellerinin ortalamalarına göre her bir örnek için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Çizelge 3.9. Silo yemlerinin fiziksel özelliklere göre değerlendirilmesi (DLG)

Özellikler	Puan
Koku	
Tereyağ asidi yok, hafif asidik	14
Çok az tereyağ asiti, kuvvetli asit kokusu, hafif küf kokusu	8
Orta derecede tereyağ asit kokusu, kuvvetli küf kokusu	4
Kuvvetli tereyağ asiti ve amonyak kokusu	2
Pis ve kuvvetli küf kokusu	0
Strüktür	
Yaprak ve sap strüktürü normal	4
Yaprak ve sap strüktürü biraz bozulmuş	2
Yaprak ve sap strüktürü belirgin derecede bozulmuş, kirli ve küflü	1
Yaprak ve sapsaplar kızarmış, fazla kirlilik ve aşırı küflenme	0
Renk	
Yeşil yem renginde	2
Renk sarı veya kahverengi	1
Rengi kaybetmiş, açık sarı veya koyu	0

3.2.4. İstatistik Analiz

Araştırmada elde edilen veriler (tesadüf parselleri $2 \times 3 \times 3$ faktöriyel deneme desenine göre) değerlendirilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklar, varyans analizi sonrası uygulanan çoklu karşılaştırma yöntemleri içinde en doğru ve en güçlü test olarak bilinen TUKEY HSD testi ile belirlenmiştir (Soysal 2010).

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Araştırmada; bölgede yoğun olarak silajı yapılan birinci ve ikinci ürün mısır silajının fermantasyon karakteristiğini belirlemede önemli bir kriter olan fermantasyon sıcaklığı üzerine hasat dönemi ve depolama koşullarının etkileri değerlendirilerek verilmiştir.

Hasat dönemi açısından bölgemizde birinci ürün silajlık mısır hasadı ve silolanması sıcak iklim dönemi olan Ağustos aylarına denk gelmekte, ikinci ürün mısır hasadı ve silolama çalışmaları ise iklim sıcaklığının kısmen daha soğuk bir dönem olan Eylül ayı sonu veya Ekim ayı içerisine denk gelmektedir. Bu nedenle silajlarının gerek fermantasyon ve gerekse depolama periyotları boyunca paket içi ve ortam sıcaklıklarının etkileri değerlendirilmeye çalışılmıştır. Olası farklılıkların özellikle vakumlu tip paket silajların fermantasyon gelişimleri ve silaj kalitesi üzerine etkilerini değerlendirilmiştir.

Ölçülen sıcaklık değerlerinin etkileri; farklı depolama koşulları, hasat dönemleri ve paketleme amacıyla kullanılan farklı plastik torbalar açısından irdelenmiştir.

4.1. Sıcaklığa ilişkin sonuçlar

Sıcaklığa ilişkin araştırma sonuçları depolama koşulları, paketleme amacıyla kullanılan plastik torba çeşitleri ve hasat dönemlerine göre sıcaklığın etkileri paket silajların fermantasyon sıcaklığı ve depolama sürecinde paket silajların sıcaklık değişimleri ayrı ayrı gösterilmiştir.

4.1.1. Depolama koşullarının fermantasyon sıcaklığı ve depolama sıcaklığı üzerine etkileri

Düşük yoğunluklu polietilen plastik (LD-PE) torbalara vakumlanarak doldurulan hasıl mısır, üç farklı ortamda depolanmış ve depolama sürecinde torba içlerine yerleştirilen sıcaklık sensörleri ile paket içi ve depolama ortamlarının fermantasyon süresince meydana gelen sıcaklık değişimleri kaydedilerek incelenmiş ve ortalama sıcaklık değerleri Çizelge 4.1' de verilmiştir. Fermantasyon sonrası depolama süresince depolama ortamından kaynaklanan paket sıcaklıklarının değişimi Çizelge 4.2' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Depolama koşullarına göre paket silajlarda fermantasyon sıcaklıkları

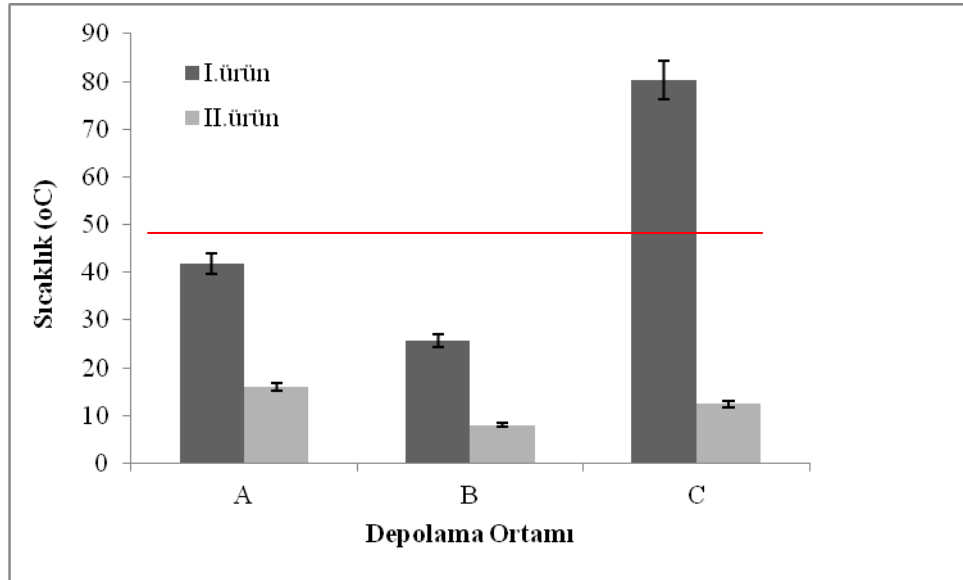
Depolama Koşulu	Min.	Max.	Fermantasyon sıcaklığı (°C)	F
I. Ürün				
A	37.30	46.89	41.75 ± 3.05 ^b	959.18
B	20.78	29.76	25.65 ± 2.57 ^a	
C	73.82	84.6	80.25 ± 3.68 ^c	
Ortalama	43.96	53.75	49.21 ± 3.1	
II. Ürün				
A	14.94	16.58	15.91 ± 0.47 ^c	1003.75
B	7.68	8.40	8.04 ± 0.21 ^a	
C	11.63	13.21	12.43 ± 0.54 ^b	
Ortalama	11.42	12.73	12.13 ± 0.41	

Depolama koşullarına göre; I. ürün ve II. ürün silaj yapımında fermantasyon dönemi paket silajların sıcaklığı üzerinde etkisi istatistiki açıdan ($P < 0.05$) önemli bulunmuştur. Fermantasyon dönemi sürecinde I. ürün silajlarında, paket silajların sıcaklık değerleri ortalama en düşük B ortamında (25.65 °C) depolanan silajlarda saptanırken, en yüksek sıcaklık değerleri ise C ortamında depolanan paket silajlarda (80.25 °C) ölçülmüştür. II. ürün silajlarda paket silajların depolama ortamında fermantasyon sürecindeki sıcaklık değerleri ise ortalama en düşük B ortamında (8.04 °C) depolanan silajlarda saptanırken, en yüksek sıcaklık değerleri ise A ortamında depolanan paket silajlarda (15.91 °C) ölçülmüştür.

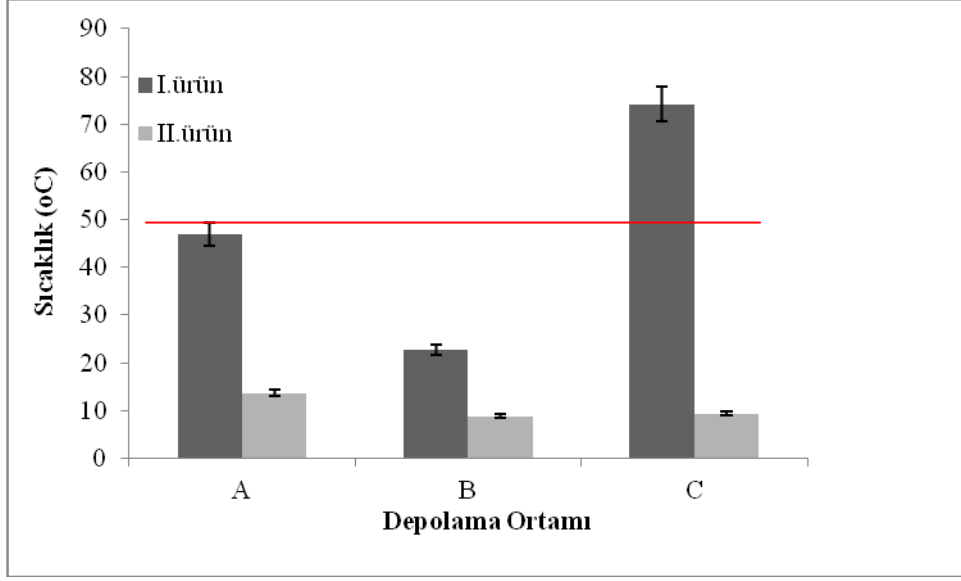
Çizelge 4.2. Depolama koşullarına göre paket silajların fermantasyon sonrası depolama sıcaklık değerleri

Depolama Koşulu	Min.	Max.	Depolama sıcaklığı (°C)	F
I. Ürün				
A	42.01	51.48	46.98 ± 3.02 ^b	1441.084
B	21.06	25.17	22.78 ± 1.18 ^a	
C	70.08	78.12	74.21 ± 2.45 ^c	
Ortalama	44.38	51.59	47.99 ± 2.21	
II. Ürün				
A	12.97	14.65	13.63 ± 0.60 ^b	13.415
B	4.26	13.05	8.78 ± 4.25 ^a	
C	8.49	10.51	9.33 ± 0.67 ^a	
Ortalama	8,57	12.73	10.58± 1.84	

Depolama koşullarına göre; I. ürün ve II. ürün silaj yapımında fermantasyon dönemi sonrası paket silajların depolama sıcaklığı üzerinde etkisi istatistiki açıdan ($P<0.05$) önemli bulunmuştur. Depolama dönemi sürecinde I. ürün silajlarında, paket silajların depolama ortamındaki sıcaklık değerleri ortalama en düşük B ortamında ($22.78\text{ }^{\circ}\text{C}$) depolanan silajlarda saptanırken, en yüksek sıcaklık değerleri ise C ortamında depolanan ($74.21\text{ }^{\circ}\text{C}$) paket silajlarda ölçülmüştür. II. ürün silajlarda paket silajların depolama ortamındaki sıcaklık değerleri ortalama en düşük B ortamında depolanan ($8.78\text{ }^{\circ}\text{C}$) silajlarda saptanırken, en yüksek sıcaklık değerleri ise A ortamında depolanan ($13.63\text{ }^{\circ}\text{C}$) paket silajlarda ölçülmüştür. A ortamında paket sıcaklıklarının yüksek olması, depolama ortamının korunaklı olmasından kaynaklanmıştır. Farklı depolama ortamlarında depolanan I.ürün ve II. ürün paket silajlarda ölçülen fermantasyon sürecindeki sıcaklıklarının değişimi Şekil 4.1' de, farklı depolama ortamlarında I.ürün ve II. ürün paket silajlarda depolama ortamında ölçülen sıcaklıkları değişimleri ise Şekil 4.2' de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Farklı depolama ortamlarında I.ürün ve II. ürün paket silajlarda fermantasyon sürecindeki sıcaklıkları değişimi



Şekil 4.2. Farklı depolama ortamlarında I. ürün ve II. ürün paket silajlarda depolama sürecindeki sıcaklıkları değişimi

Birinci ve ikinci ürün silajlar arasındaki sıcaklık farklılıkları en fazla C ortamında depolama koşulu altında gerçekleşmiştir. Bu farklılık I. ve II. ürün silaj yapımının iklimsel olarak hava sıcaklıklarının oldukça farklı süreçlere denk gelmesinden kaynaklanmaktadır. Fermantasyon sürecinde I. ürün ve II. ürün arasında saptanan ortalama sıcaklık farklılıkları A ortamında % 61.9, B ortamında % 68.66 ve C ortamında % 84.51, depolama sürecinde ise bu farklılıklar A ortamında % 70.99, B ortamında % 61.46 ve C ortamında ise % 87.43 olarak hesaplanmıştır. I. ve II. ürün paket silajlarında gerek fermantasyon ve gerekse de depolama periyodu sürecince büyük sıcaklık değişimleri meydana gelmektedir. Bu değişimler hava sıcaklığı gibi dönemsel etkilere bağlı olmakla birlikte depolama ortamından da etkilendiği görülmektedir. Benzer etkiler Nielse ve ark. (2007) tarafından da bildirilmiştir.

Paket silajların depolama sürecince açık ortamlarda depolanması tercih edilse bile fermantasyon dönemleri süresince silajların sundurma gibi korunaklı ortamlarda depolanması önerilmektedir. Özellikle I. ürün silajlarda fermantasyon süresince ölçülen sıcaklık ortalaması sundurma altında depolanan silajlarda 41.75 °C iken, güneş altında ve açıkta depolanan silajlarda fermantasyon dönemi sürecince ölçülen ortalama sıcaklık değeri yaklaşık % 47.98 artış göstererek 80.25 °C' ye ulaştığı görülmüştür. Bu sıcaklık seviyeleri silaj yemin kalite içeriğinin düşmesi hatta bozulması anlamına gelebilmektedir. Ortalama 47 °C > üzeri sıcaklıkların yaşanması silaj materyallerde protein yıkımının neden olması ile silaj kalitesinin

bozulması anlamına gelmektedir. Tüm bu nedenler ile I. ürün silajların hiç değilse fermantasyon dönemi süresince korunaklı ortamlarda bulundurulması, daha iyi silaj kalitesinin elde edilebilmesi amacıyla gerekmektedir.

Paket silajlarda depolama süresince ölçülen sıcaklık ortalaması sundurma altında depolanan silajlarda 46.98 °C iken, güneş altında ve açıkta depolanan silajlarda ölçülen ortalama sıcaklık değeri ise yaklaşık % 57,96 artış göstererek 74.21 °C' ye ulaştığı görülmüştür. Fermantasyon sürecine göre silajlarda ölçülen sıcaklık değerleri azalma eğilimde olsa da özellikle I. üründe C ortamında saptanan sıcaklıklar oldukça yüksektir.

II.ürün silajlarda fermantasyon süresince ölçülen sıcaklık ortalaması sundurma altında depolanan silajlarda 15.91 °C iken, güneş altında ve açıkta depolanan silajlarda fermantasyon dönemi süresince ölçülen ortalama sıcaklık değeri yaklaşık % 21.8 azalma göstererek 12.43 °C' ye düştüğü görülmüştür. Sonuç olarak II. ürün silajlarda fermantasyon dönemi süresince meydana gelen sıcaklık değişimleri her üç depolama koşulu için de olumsuz etkilerin yaşanmasını sağlayabilecek seviyelere ulaşmamıştır. Bu nedenle II. ürün paket silajların fermantasyon süresince de dış ortamlarda depolanması durumunda bir sakınca bulunmadığı görülmüştür.

II.ürün silajlarda depolama periyodu süresince ölçülen sıcaklık ortalaması sundurma altında depolanan silajlarda 13.63 °C iken, güneş altında ve açıkta depolanan silajlarda ölçülen ortalama sıcaklık değeri yaklaşık % 31.5 azalma göstererek 9.33 °C' ye düştüğü görülmüştür. Sonuç olarak II. ürün silajlarda depolama dönemi süresince meydana gelen sıcaklık değişimleri her üç depolama koşulu için de olumsuz etkilerin yaşanmasını sağlayabilecek seviyelere ulaşmamıştır. Bu nedenle II. ürün paket silajların depolama süresince de dış ortamlarda depolanması durumunda bir sakınca bulunmadığı görülmüştür.

4.1.2. Kullanılan plastik torbaların fermantasyon sıcaklığı ve depolama sıcaklığı üzerine etkileri

Denemelerde kullanılan dört farklı tip PE plastik torbalar kullanılarak yapılan paket silajlarda fermantasyon süresince ölçülen ortalama sıcaklık değerleri Çizelge 4.3' de verilmiştir. Fermantasyon sonrası depolama süresince ölçülen paket silajlara ilişkin sıcaklık değerleri ise Çizelge 4.4' de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Plastik torbalara göre paket silajların fermantasyon sıcaklıkları

Plastik torba çeşitleri	Min.	Max.	Fermantasyon sıcaklığı (°C)	F
I. Ürün				
A	23.34	75.16	46.98 ± 22.22	0.037
B	20.78	81.37	50.17 ± 25.07	
C	25.91	84.68	49.33 ± 25.97	
D	27.54	83.63	50.39 ± 24.43	
Ortalama	24.39	81.21	49.22±24.42	
II. Ürün				
A	8.02	16.30	12.12 ± 3.27	0.020
B	7.98	16.23	12.34 ± 3.32	
C	7.68	16.20	12.08 ± 3.55	
D	7.80	16.58	11.96 ± 3.61	
Ortalama	7.87	16.33	12.13±3.44	

Denemelerde kullanılan plastik torba çeşitlerinin paket silajların I. ürün ve II. ürün silaj yapımında fermantasyon sıcaklığı üzerindeki etkisi istatistiki açıdan ($P>0.05$) önemli olmamıştır.

Fermantasyon sürecindeki I. ürün paket silajlarda sıcaklık değerleri ortalama en düşük A tipi plastik torba çeşidindeki silajlarda saptanırken, en yüksek sıcaklık değerleri ise D tipi plastik torba çeşidine ilişkin paket silajlarda ölçülmüştür. II. ürün silajlarda paket silajların fermantasyon sürecindeki sıcaklık değerleri ise dört farklı plastik torba çeşidinde de benzer sıcaklık değerlerine sahip olmuştur.

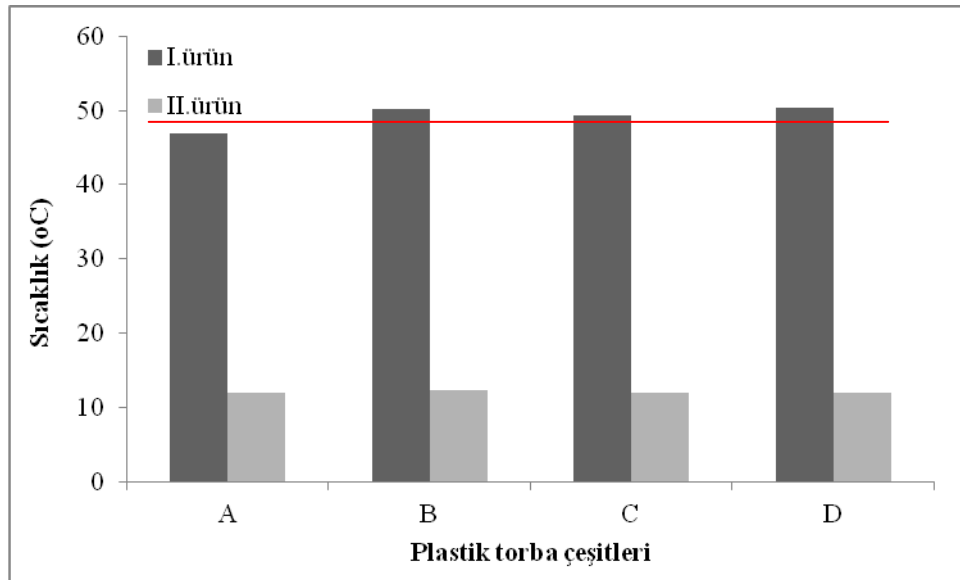
Denemelerde kullanılan plastik torba çeşitleri paket silajların I. ürün ve II. ürün silaj yapımında fermantasyon sonrası depolama sıcaklığı üzerinde istatistiki açıdan ($P>0.05$) önemli bulunmamıştır.

Depolama sürecindeki I. ürün paket silajlarda sıcaklık değerleri belirgin farklılıklar göstermemekle birlikte, ortalama en düşük A tipi plastik torba çeşidindeki silajlarda saptanırken, en yüksek sıcaklık değerleri ise D tipi plastik torba çeşidine ilişkin paket silajlarda ölçülmüştür. II. ürün silajlarda paket silajların depolama sürecindeki sıcaklık değerleri ise en düşük A tipi plastik torba çeşidindeki silajlarda saptanırken, en yüksek sıcaklık değerleri ise C tipi plastik torba çeşidine ilişkin paket silajlarda ölçülmüştür.

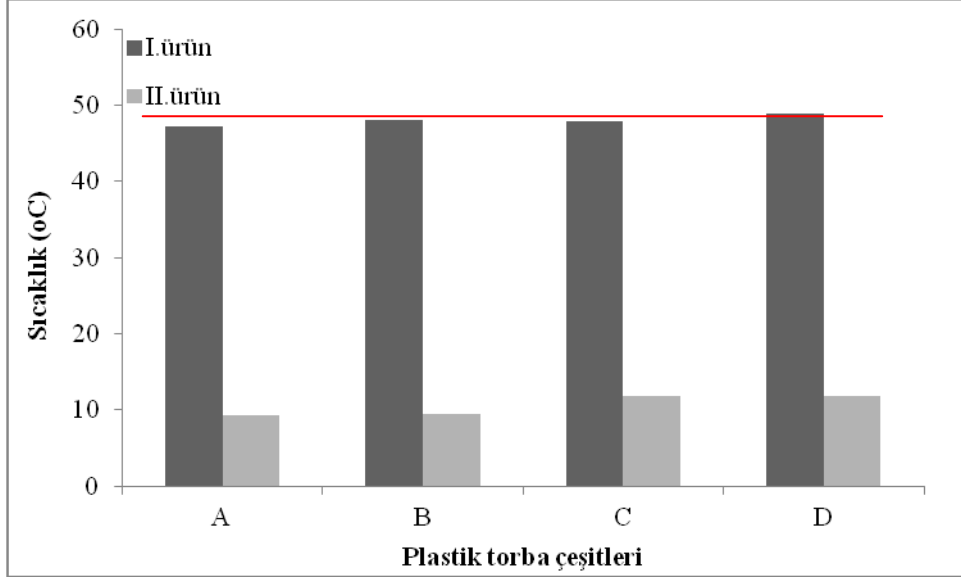
Çizelge 4.4. Plastik torbalara göre paket silajların fermantasyon sonrası depolama sıcaklık değerleri

Plastik torba çeşitleri	Min.	Max.	Depolama sıcaklığı (°C)	F
I. Ürün				
A	21.24	72.74	47.25 ± 21.42	0.008
B	21.06	74.26	48.06 ± 22.20	
C	22.52	78.12	47.84 ± 23.67	
D	23.55	77.08	48.83 ± 22.26	
Ortalama	22.09	75.55	47.99± 22.39	
II. Ürün				
A	4.26	13.32	9.33 ± 3.90	1.812
B	4.99	14.20	9.37 ± 3.73	
C	8.56	14.63	11.89 ± 2.35	
D	8.49	14.65	11.74 ± 2.37	
Ortalama	6.57	14.20	10.58± 3.09	

Farklı tip plastik torbalar içerisine paketlenen I.ürün ve II. ürün paket silajlarda fermantasyon sürecindeki ölçülen sıcaklık değişimleri Şekil 4.3' de, depolama sürecinde ölçülen sıcaklık değişimleri ise Şekil 4.4' de gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Plastik torba çeşitlerinin I.ürün ve II. ürün paket silajlarda fermantasyon sürecindeki sıcaklık değişimleri



Şekil 4.4. Plastik torba çeşitlerinin I.ürün ve II. ürün paket silajlarda depolama sürecindeki sıcaklık değişimleri

Fermentasyon sürecinde sıcaklık değerleri dört farklı tip plastik torba çeşidi için de benzer olup, genel farklılık hasat dönemlerinde saptanmıştır. Paket silajlarda I. ürün ve II. ürün arasında saptanan ortalama sıcaklık farklılıkları % 75.36 olarak hesaplanmıştır. Snell ve ark. (2003) paket içi sıcaklıklarda kullanılan plastiğin film kalınlığının önemli olduğunu belirtmiştir.

Depolama sürecinde de sıcaklık değerleri dört farklı tip plastik torba çeşidi için benzer olup, genel farklılık hasat dönemlerinde saptanmıştır. Paket silajlarda I. ürün ve II. ürün arasında saptanan ortalama sıcaklık farklılıkları % 77.96 olarak hesaplanmıştır. Depolama süresince hasat dönemlerine ilişkin hesaplanan sıcaklık değişimi fermentasyon sürecine göre daha yüksek hesaplanmıştır.

Paketler de özellikle I.ürün silajlarda fermentasyon süresince ölçülen sıcaklık ortalaması A tipi plastik torba çeşidinde en düşük (46 °C) saptanırken, diğer plastik torba çeşitlerinde paket içi sıcaklık değerleri istenmeyen sıcaklık değerlerine ulaştığı görülmüştür. Ölçülen sıcaklık seviyeleri silaj yemin kalite içeriğinin düşmesi hatta bozulması anlamına gelebilmektedir. Ortalama 47 °C > üzeri sıcaklıkların yaşanması silaj materyallerde protein yıkımının neden olması ile silaj kalitesinin bozulması anlamına gelmektedir. Tüm bu nedenler ile istatistiksel anlamda plastik torba çeşitleri arasında farklar saptanmasa da A tipi plastik torba çeşidi, diğer çeşitlere göre kullanım açısından tercih edilebilir.

Depolama periyodu süresince plastik torbaların sıcaklık değerleri oldukça yüksek bulunmuştur. Bu süreç içerisinde de en düşük sıcaklık A tipi torba çeşidinde bulunmuştur. B ve D tipi plastik torba çeşitleri I.ürün paket silaj yapımında tercih edilmemesi gereken ambalaj malzemeleri oldukları görülmüştür. II. ürün paket silaj yapımında tüm plastik torba çeşitleri tercih edilebilir.

4.1.3. Hasat döneminin fermantasyon sıcaklığı ve depolama sıcaklığı üzerine etkileri

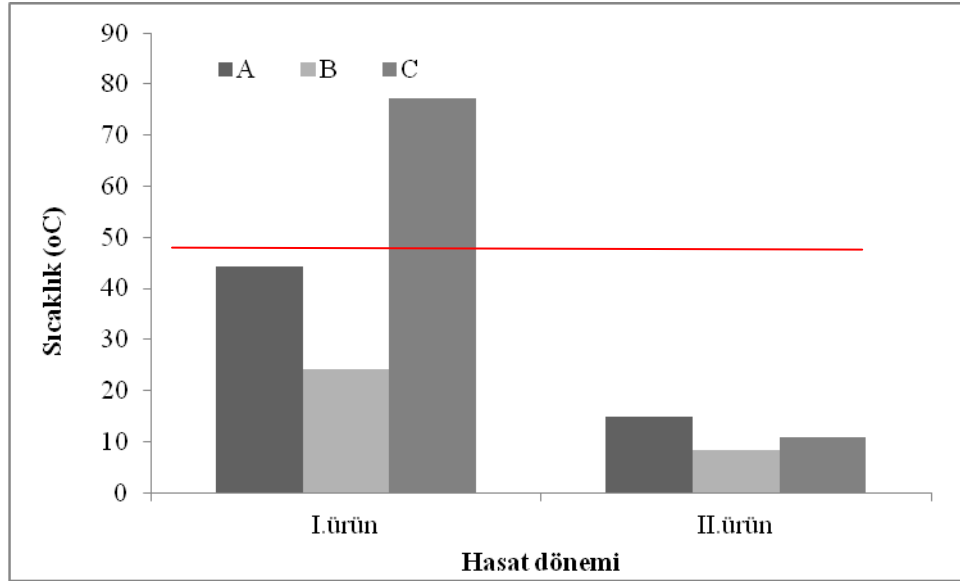
Paket silajlarda I. ve II. ürün olarak silolanması durumunda sıcaklığın etkisini belirlemek amacıyla Çizelge 4.5' de depolama ortamlarına göre ortalama sıcaklık değerleri, Çizelge 4.6' da polietilen (PE) torba çeşitlerine ilişkin ölçülen ortalama sıcaklık değerleri verilmiştir. Hasat dönemlerinde depolama koşullarına ilişkin sıcaklık dağılımları Şekil 4.5' de, Hasat dönemlerinde torba çeşitlerine ilişkin sıcaklık dağılımları ise Şekil 4.6' da gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Depolama ortamlarına göre I. ürün ve II. ürün paket silajlara ilişkin ortalama sıcaklıklar

Depolama koşulu	I.ürün	Kullanım	II.ürün	Kullanım	Fark	Yüzde (%)
Fermantasyon sic. (°C)						
A	41.75	✓	15.91	✓	25.84	61.9
B	25.65	✓	8.04	✓	17.61	68.7
C	80.25	X	12.43	✓	67.82	84.5
Ort.	49.21		12.13		37.08	75.3
Depolama sic. (°C)						
A	46.98	✓	13.63	✓	33.35	70.9
B	22.78	✓	8.78	✓	14.00	61.5
C	74.21	X	9.33	✓	64.88	87.4
Ort.	47.99		10.58		37.41	77.9
Genel ort.	48.60		11.35		37.25	76.6

Çizelge 4.5'den de görüldüğü gibi depolama koşullarına göre I. ve II. ürün paket silajlarda sıcaklık değerleri oldukça farklı ölçülmüştür. I. üründe ortalama sıcaklık 48.6 °C olurken, II. üründe 11.35 °C'ye düşmüştür. Depolama koşullarında I. üründe en yüksek

sıcaklık C ortamında olurken, II.ürün silajlarda A ortamında depolama koşulunda en yüksek sıcaklık değerleri ölçülmüştür.



Şekil 4.5. Hasat dönemlerinde depolama koşullarına ilişkin sıcaklık dağılımları

Hasat dönemlerine bağlı olarak I. ve II. ürün paket silajlarda sıcaklık değerleri arasında fermentasyon periyodu boyunca ortalama % 75.3, depolama periyodu boyunca ortalama % 77.9 fark gerçekleşmiştir. Bu durum I. ve II. ürün paket silajlarında büyük farklılıklar olduğunu ifade etmektedir (Nielse ve ark. 2007). Kontrollü ortamlarda depolama imkanının mümkün olmadığı düşünüldüğünde paket silajların sundurma altında depolanması, silaj sıcaklığının seyri açısından çok daha iyi olacağı görülmüştür.

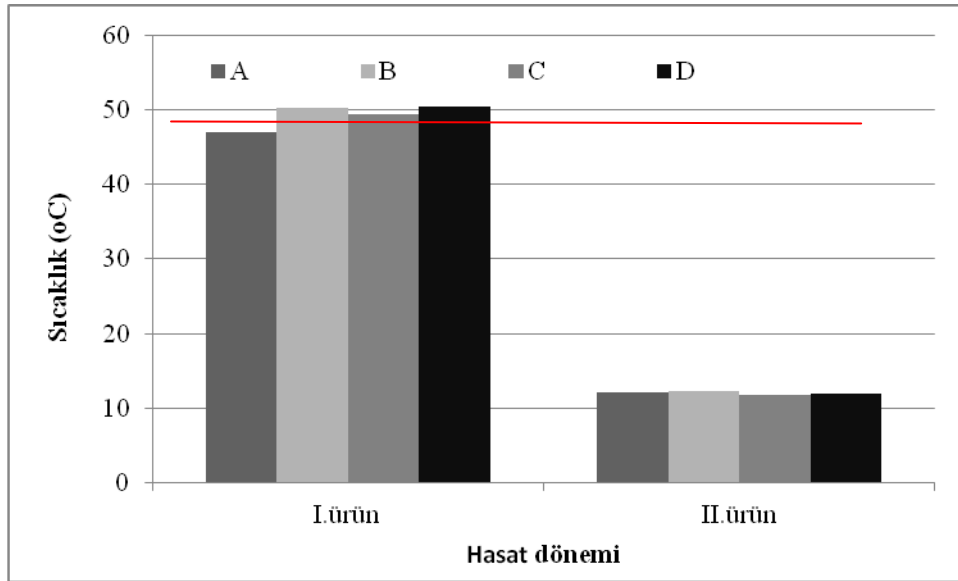
I. ve II. ürün paket silajlarda sıcaklık değerleri benzer aralıklarda ölçülmüştür. I. üründe ortalama fermentasyon sıcaklığı 49.2 °C olurken, II. üründe 12.13 °C olmuştur. Depolama koşullarında ölçülen sıcaklık ortalama değeri ise, I. üründe 47.9 olurken, II.ürün silajlarda 10.58 °C olarak ölçülmüştür. İki hasat dönemi arasında ortalama % 75 fark hesaplanmıştır. Hasat dönemi arasında yaşanan fark depolama periyodu süresince de kısmen benzer şekilde biraz daha artış göstererek (% 77.9) devam etmiştir.

Kullanılan polietilen torbalarda I. ürün hasat döneminde yüksek sıcaklıklar ölçülmüştür. Bu nedenle I. ürün hasat döneminde sadece A tipi polietilen torba harici diğer torba çeşitleri (B, C ve D) tercih edilmesi önerilmemektedir. Ancak, II. ürün olarak hasat edilen ürünlerde bu tip plastik torba çeşitlerinin kullanımı mümkün olabilir.

Çizelge 4.6. Polietilen (PE) torba çeşitlerine göre I. ürün ve II. ürün paket silajlara ilişkin ortalama sıcaklıklar

Depolama koşulu	I.ürün	Kullanım	II.ürün	Kullanım	Fark	Yüzde (%)
Fermantasyon sic. (°C)						
A	46.98	X	12.12	✓	34.86	74.21
B	50.17	X	12.34	✓	37.83	75.41
C	49.33	X	12.08	✓	37.25	75.52
D	50.39	X	11.96	✓	38.43	76.27
Ort.	49.22		12.13		37.09	75.36
Depolama sic. (°C)						
A	47.25	X	9.33	✓	37.92	80.26
B	48.06	X	9.37	✓	38.69	80.51
C	47.84	X	11.89	✓	35.95	75.15
D	48.83	X	11.74	✓	37.09	75.96
Ort.	47.99		10.58		37.41	77.96
Genel ort.	48.61		11.35		37.25	76.66

Çizelge 4.6'dan da görüldüğü gibi paketleme amacıyla kullanılan torba çeşitlerine göre



Şekil 4.6. Hasat dönemlerinde torba çeşitlerine ilişkin sıcaklık dağılımları

Paket silajların sıcaklık değerleri, hasat dönemleri (I. ürün ve II. ürün), depolama koşulları ve kullanılan plastik torbaların özelliklerine göre etkili olmuştur. Oksijen geçirgenliği gibi teknik özellikler açısından zayıf olan plastik malzemelerin özellikle I. ürün

silajlarda kullanımından kaçılmak gereklidir. Bunun yanında zayıf ve orta nitelikte plastikler ile yapılan silajların güneş altında depolanmasından kaçınmak gereklidir.

4.2. Paket silajların kalite parametrelerine ilişkin araştırma sonuçları

4.2.1. Depolama koşullarının paket silajların silolama karakteristiği üzerine araştırma sonuçları

Düşük yoğunluklu polietilen plastik (LD-PE) torbalara vakumlanarak doldurulan hasıl mısır, üç farklı ortamda depolanmış ve depolama süreci sonrası alınan örneklerden analiz edilen kalite parametrelerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.7' de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Depolama ortamlarına göre I. ürün ve II. ürün paket silajlara ilişkin kalite parametreleri

Depolama Koşulu	KM (%)	PH	SÇK (%)	NH ₃ -N	KH
I. Ürün					
A	38.77 ± 1.09 ab	6.0 ± 0.17 b	3.74 ± 0.78 a	0.9 ± 0.11	5.73 ± 1.85
B	41.71 ± 3.26 b	5.9 ± 0.03 ab	4.2 ± 1.43 a	0.9 ± 0.15	5.55 ± 2.65
C	36.95 ± 6.75 a	5.85 ± 0.14 a	6.07 ± 1.32 b	1.0 ± 0.18	5.0 ± 1.71
Ort.	39.14 ± 3.70	5.92 ± 0.11	4.67±1.18	0.93± 0.15	5.43±2.07
F	3.63	4.02	12.35	1.69	0.38
II. Ürün					
A	28.87 ± 3.86 b	5.7 ± 0.21 a	11.13 ± 1.75 a	0.085 ± 0.028	14.2 ± 0.22 a
B	33.96 ± 2.47 c	6.23 ± 0.21 b	49.65 ± 18.0 b	0.01 ± 0.017	14.6 ± 0.32 b
C	25.78 ± 3.15 a	5.87 ± 0.17 a	11.51 ± 4.54 a	0.093 ± 0.003	14.27 ± 0.33 a
Ort.	29.54± 3.16	5.99±0.20	24.09± 8.10	0.09±0.016	14.36±0.29
F	19.841	22.021	50.730	1.555	6.343

Depolama koşulları; I. ürün ve II. ürün silaj yapımında kuru madde (KM), pH ve suda çözülebilir karbonhidratlar (SÇK) paket silajların kalitesi üzerinde istatistiki açıdan (P<0.05) önemli bulunmuştur.

Farklı depolama koşullarında I. ürün silajlarında, paket silajların KM değerleri ortalama en düşük C ortamında depolanan silajlarda % 36.95 saptanırken, en yüksek KM değerleri ise B ortamında depolanan paket silajlarda % 41.71 ölçülmüştür. II. ürün silajlarda paket silajların depolama ortamında KM değerleri ise ortalama en düşük C ortamında % 25.78 depolanan silajlarda saptanırken, en yüksek KM değerleri ise B ortamında depolanan paket silajlarda % 33.96 belirlenmiştir.

I. ürün paket silajlarında, paket silajların pH değerleri ortalama en düşük C ortamında depolanan silajlarda 5.85 saptanırken, en yüksek pH değerleri ise A ortamında depolanan paket silajlarda 6.0 ölçülmüştür. II. ürün paket silajların depolama ortamında pH değerleri ise ortalama en düşük A ortamında 5.7 depolanan silajlarda saptanırken, en yüksek pH değerleri ise B ortamında depolanan paket silajlarda 6.23 olarak belirlenmiştir.

4.2.2. Kullanılan plastik torbaların paket silajların silolama karakteristiği üzerine araştırma sonuçları

Denemelerde kullanılan polietilen torba çeşitlerine göre paket silajların kalite parametrelerine ilişkin sonuçlar Çizelge 4.8' de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Torba çeşitlerine göre I. ürün ve II. ürün paket silajlara ilişkin kalite parametreleri

Polietilen torba çeşitleri	KM	PH	SÇK	NH ₃ -N	KH
I. Ürün					
A	40.92±3.64 b	5.93± 0.15	4.87±1.68	0.83±0.12	4.70±0.14 a
B	42.10±2.54 b	5.93±0.12	4.47±1.75	0.93±0.18	4.57±1.46 a
C	35.18±6.43 a	5.93±0.16	3.44±0.36	1.0±0.15	7.40±2.49 b
D	38.39±1.86 ab	5.87±0.15	5.90±1.05	0.97±0.13	5.03±2.08 a
Ort.	39.15± 3.61	5.92±0.15	4.67±1.21	0.93±0.15	5.43±0.04
F	5.25	0.47	5.22	2.07	4.95
II. Ürün					
A	31.02±0.79	5.93±0.25	14.99±4.42	0.09±0.02	3.60±1.20
B	27.65±6.46	5.93±0.27	23.49±24.19	0.083±0.03	3.13±0.68
C	30.17±4.71	5.87±0.40	25.80±22.75	0.09±0.02	2.81±1.48 a
D	29.33±4.73	6.00±0.26	32.10±25.94	0.10±0.01	2.37±1.21
Ort.	29.54±4.17	5.93±0.29	24.10±19.33	0.091±0.02	2.98±1.14
F	0.86	0.29	1.01	1.45	1.96

Denemelerde kullanılan torba çeşitlerine göre; I. ürün silaj yapımında kuru madde (KM) ve KH içerikleri açısından paket silajların kalitesi üzerinde istatistiki açıdan (P<0.05) önemli bulunmuş, II.ürün paket silajlarda torba türleri ele alınan kalite parametreleri açısından (P>0.05) önemli bulunmamıştır. Ashbell ve ark. (2001) tarafından da benzer şekilde torba özelliklerinin silaj kalitesi üzerine etkileri olduğu ifade edilmiştir.

Farklı torba tiplerinde I. ürün silajlarında, paket silajların KM değerleri ortalama en düşük C tipi torba çeşidine ait silajlarda % 35.18 saptanırken, en yüksek KM değerleri ise B tipi torba çeşidine ait paket silajlarda % 42.10 hesaplanmıştır. II. ürün silajlarda paket

silajlarda torba çeşidine KM değerleri ise ortalama en düşük B tipi torba çeşidinde % 27.65 saptanırken, en yüksek KM değerleri ise A tipi torba çeşidine ait paket silajlarda % 31.02 belirlenmiştir.

I. ürün paket silajlarında, paket silajların KH değerleri ortalama en düşük B tipi torba çeşidine ait silajlarda % 4.57 saptanırken, en yüksek KH değerleri ise C tipi torba çeşidine ait paket silajlarda % 7.4 ölçülmüştür. II. ürün paket silajlarda torba çeşitleri KH değerleri üzerine önemli etkisi olmamıştır. Ortalama olarak torba çeşitleri benzer değer aralığına sahip olmuştur.

4.3. Silaj yemlerin fiziksel nitelik puanı

Çizelge 4.9' da birinci ürün silaj yemlerin fiziksel nitelik puanı ve kalite sınıfları verilmiştir. Çizelge 4.10' da ikinci ürün silaj yemlerin fiziksel nitelik puanı ve kalite sınıfları verilmiştir.

Çizelge. 4.9. Birinci ürün silaj yemlerin fiziksel nitelik puanı ve kalite sınıfları

Depolama koşulu	Polietilen torba çeşitleri	KM (%)	pH	Fleig Puan	Kalite sınıfı
Kapalı ortam	A	45.62	5.5	76.24	İyi
	B	43.07	5.6	67.14	İyi
	C	39.21	5.6	59.42	Orta
	D	38.96	5.7	54.92	Orta
Sundurma altı	A	38.85	5.7	54.7	Orta
	B	37.68	5.7	52.36	Orta
	C	39.44	5.8	51.88	Orta
	D	39.47	5.8	51.94	Orta
Güneş (Açıkta)	A	38.65	6	42.3	Orta
	B	39.3	6.1	39.6	Değeri az
	C	36.88	6.2	30.76	Değeri az
	D	38.51	6.4	26.02	Değeri az

Genel olarak Çizelge 4.9'dan da görüldüğü gibi; I.ürün paket silajlarda kapalı koşullarda depolanan paketlerin daha iyi nitelikte "İyi-Orta", sundurma altında depolanan paket silajların "Orta" nitelikte oldukları, açık ortamda depolanan paket silajlarının "Değeri az" nitelikte oldukları görülmektedir. Torba tiplerinde ise, genel olarak en yüksek Fleig puanı

A ve B tipi torba çeşitlerinde olurken D tipi torba çeşidine ilişkin silajlarda Flieg puanları daha düşük olmuştur.

Çizelge. 4.10. İkinci ürün silaj yemlerin fiziksel nitelik puanı ve kalite sınıfları

Depolama koşulu	Polietilen torba çeşitleri	KM (%)	pH	Fleig Puan	Kalite sınıfı
Kapalı ortam	A	35.52	5.1	72.04	İyi
	B	36.00	5.2	69.01	İyi
	C	34.12	5.1	69.25	İyi
	D	34.22	5.2	65.44	İyi
Sundurma altı	A	30.98	4.8	74.96	İyi
	B	32.87	5.1	66.75	İyi
	C	32.25	5.2	61.51	İyi
	D	36.45	5.5	57.91	Orta
Güneş (Açıkta)	A	30.66	5.6	42.32	Orta
	B	34.05	5.8	41.10	Orta
	C	34.10	5.9	37.21	Değeri az
	D	34.31	5.9	37.63	Değeri az

Çizelge 4.10'dan da görüldüğü gibi; II.ürün paket silajlarda kapalı koşullarda depolanan paketlerin daha iyi nitelikte "İyi", sundurma altında depolanan paket silajların "İyi-Orta" nitelikte oldukları, açık ortamda depolanan paket silajlarının "Orta-Değeri az" nitelikte oldukları görülmektedir. Torba tiplerinde ise, genel olarak en yüksek Fleig puanı A ve B tipi torba çeşitlerinde olurken D tipi torba çeşidine ilişkin silajlarda Flieg puanları daha düşük hesaplanmıştır. Genel olarak II. ürün paket silajlarının kalite sınıfları I. ürün silajlara göre daha iyi olduğu söylenebilir. Çizelge 4.11' de I. ve II. ürün paket silaj yemlerin DLG puanları ve kalite sınıfları verilmiştir.

Denemelerde kullanılan torba çeşitleri II. ürün silaj yapımında paket silajların kalitesi üzerinde istatistiki açıdan ($P < 0.05$) önemli bulunmuş ancak I.ürün paket silajlarda torba çeşitleri ($P > 0.05$) önemli bulunmamıştır. A ve B tipi torba çeşitleri II. silaj yapımında öne çıkan torba çeşitleri olmuştur.

Çizelge 4.11. Torba çeşitlerine göre DLG Puanları

Polietilen torba çeşitleri	Ortama	Kalite sınıfı	Standart sapma	F
I. Ürün				
A	14	Memnuniyet verici	2.78	1.10
B	12	Memnuniyet verici	5.26	
C	15	Memnuniyet verici	2.33	
D	12	Memnuniyet verici	6.16	
Ortalama	13.25	Memnuniyet verici	4.13	
II. Ürün				
A	18 b	Pekiyi	2.10	10.30
B	19 b	Pekiyi	2.13	
C	16 a	İyi	2.03	
D	16 a	İyi	1.34	
Ortalama	17.25		1.9	

4.4. Paket silajlarda kuru madde kaybı

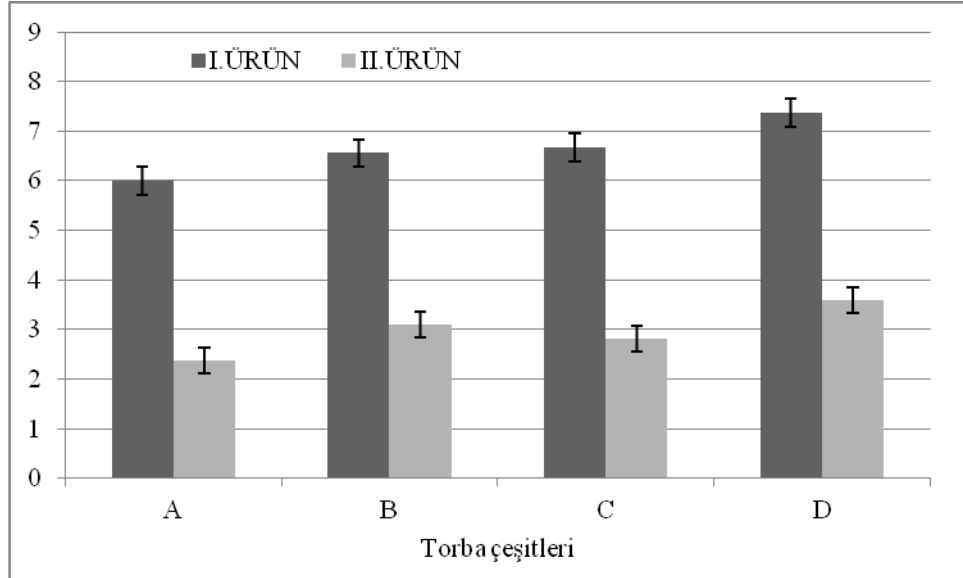
Çizelge 4.12' de hasat dönemlerine göre paket silajlarda torba çeşitlerine göre hesaplanan kuru madde kayıpları verilmiştir. Şekil 4.6' da torba çeşitlerinde kuru madde kaybı ve standart sapma görülmektedir.

Denemelerde kullanılan torba çeşitlerine göre; I. ürün ve II. ürün silaj yapımında kuru madde kaybı paket silajların kalitesi üzerinde istatistiki açıdan ($P>0.05$) önemli bulunmamıştır.

Farklı torba tiplerinde I. ürün silajlarında, paket silajların en yüksek kuru madde kaybı D tipi torba çeşidine ait silajlarda % 7.37 saptanırken, en düşük kuru madde kaybı değerleri A tipi torba çeşidine ait paket silajlarda % 6.0 hesaplanmıştır. II. ürün silajlarda paket silajlarda torba çeşidine kuru madde kaybı değerleri ise en düşük A tipi torba çeşidinde % 2.37 saptanırken, en yüksek kuru madde kaybı değerleri ise yine D tipi torba çeşidine ait paket silajlarda ve % 3.6 olarak belirlenmiştir. Hesaplanan kuru madde kayıpları I.üründe ortalama %6.65, II. üründe ortalama % 2.97 ile daha az olmuştur.

Çizelge 4.12. Torba çeşitlerine göre hesaplanan kuru madde kaybı (%)

Plastik ambalaj çeşitleri	Ortama	Standart sapma	F
I. Ürün			
A	6.0	1.96	0.69
B	6.56	1.89	
C	6.67	1.83	
D	7.37	2.35	
Ortalama	6.65		
II. Ürün			
A	2.37	1.21	1.74
B	3.1	0.67	
C	2.81	1.48	
D	3.6	1.02	
Ortalama	2.97		



Şekil. 4.7. Hasat dönemlerine göre torba çeşitlerinde hesaplanan kuru madde kaybı (%)

D torba çeşidi, I. ürün ve II: ürün paket silajlarda en yüksek kuru madde kaybının yaşandığı torba çeşidi olmuştur.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Vakumlu tip paket silajların fermantasyon seyri ve silaj kalitesi üzerine sıcaklık değerlerinin olası etkilerini incelemek amacıyla yürüttüğümüz çalışmada, hasat dönemleri (I. ürün ve II. ürün), depolama koşulları ve paketleme amacıyla kullanılan dört farklı özellikte plastik torba kullanılmıştır.

Çalışma sonuçlarına göre; I.ürün paket silaj yapımında paket silajlarının fermantasyon sürecinin sağlıklı ilerlemesi için sundurma altında depolanması önerilmektedir. Güneş altında ve açıkta depolanan vakumlu tip-paket silajların fermantasyon sıcaklıkları yüksek değerlerde kaydedilmiştir. Aynı koşullarda II. ürün paket silajlarda ise üç farklı depolama koşulu (güneş altında, sundurma altında ve kapalı ortamda) altında kaydedilen sıcaklık ölçümleri mevsime bağlı olarak düşük seyrettiği için fermantasyon ve depolama süreci periyodunda yüksek değerlere ulaşmadığı belirlenmiştir. Bu durum silaj kalitesi açısından dönemsel etkilerin önemli olduğunu göstermektedir.

Paket silaj yapımında kullanılan polietilen torbalara bakıldığında; B, C ve D tipi torba tiplerinin I. ürün paket silaj yapımında tercih edilmemesi gereken malzemeler olduğu görülmektedir. A torba tipinde ise ölçülen sıcaklık değerleri sınır kabul edilen sıcaklık değerlerine oldukça yakındır. Bu nedenle bu tip malzeme tercihi yapılırsa da silaj kalitesinin iyi olması için sundurma altı bir alanda depolanması gerekmektedir.

II. ürün silaj yapımında gerek depolama koşulları ve gerekse de kullanılan torba çeşitleri sıcaklık değerleri açısından problemlili bir sonucun yaşanmasına neden olmamıştır. Denemede paket içi sıcaklık değerleri açısından, I. üründe kullanımı problem olan plastik torbaların II. ürün silaj yapımında kullanılabilir olduğu görülmektedir. Bunun yanında kullanılan plastik (PE) torbaların kimyasal özelliklerinin silaj kalitesi açısından da önemli bir etken olduğu görülmektedir.

Tüm bu sonuçlara göre paket silaj yapımında ürünün I. ürün veya II. ürün silaj yapımının farklı olması gerektiği, I. ürün silaj yapımında silaj kalitesinin sağlanabilmesi amacıyla gerek torba çeşidi gerekse de depolama koşulları anlamında daha dikkatli silo yönetiminin uygulanması gerektiği anlaşılmaktadır. Bölgemizde yürütülen çalışma koşullarına göre hasat dönemlerine (I-II) ilişkin sıcaklık farklılıkları ortalama % 77.96 olarak hesaplanmıştır. Sıcaklık silajın olgunlaşma dönemi olan fermantasyon aşamasının en önemli

kriteridir ve bu nedenle hasat dönemleri paket silajların kalitesi açısından son derece önemlidir. II. ürün paket silajlarda Flieg puanlamaları daha yüksek bulunmuştur.

Çalışma sonuçlarına göre; paket silajların silaj fermantasyon seyri ve silaj kalitesi açısından sundurma altında depolanması gerektiği önerilmektedir. I. ürün silaj yapımında torba çeşidinin seçiminde çok daha dikkatli olunması, fiziksel ve kimyasal özellikleri açısından dayanımı iyi polietilen malzemelerin tercih edilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz E, Turgut İ, Filya, İ (2002). Silaj Bitkileri Yetiştirme ve Silaj Yapımı. Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- Akyıldız R., (1984). Yemler Bilgisi ve Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Yayın No:895, 229 s, Ankara.
- Alçıçek A ve Özkan K (1996). Silo Yemlerinde Destilasyon Yöntemi ile Süt Asiti, Asetik Asit ve Bütirik Asit Tayini. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg. 33(2-3), 191-198.
- Anonim (1986). The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: pp. 427-428, London.
- Anonim (2019). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Mısır Tarımı. www :// arastirma. tarimorman. gov.tr/ttae/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=89.
- ASAE Standarts (2002). Moisture Measurement -Forages. ASAE S358.2. Standards 2002: 565. St. Joseph, MI.
- Ashbell G, Kipnis T, Titterton M, Hen Y, Azrieli A ve Weinberg ZG (2001). Examination of a Technology for Silage Making in Plastic Bags. Anim. Feed Sci Technol, 91:213–222.
- Baydar H (2002). Tarla Bitkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 11/2, Isparta.
- Berger L L ve Bolsen K K (2006). Sealing Strategies for Bunker Silos and Drive-Over Piles. Pages 1–18 in Proc. Silage for Dairy Farms: Growing, Harvesting, Storing, and Feeding. NRAES 181. Ithaca, NY.
- Bilgen H, Alçıçek A, Sungur N, Eichhorn H ve Walz O P (1996). Ege Bölgesi Koşullarında Bazı Silajlık Kaba Yem Bitkilerinin Hasat Teknikleri ve Yem Değeri Üzerine Araştırmalar. Hayvancılık 96 Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı Cilt 1, s.781-789.
- Bolsen (1999). Silage Management in North America in the 1990s. in: T. P. Lyons and K.A. Jacques (eds). Biotechnology in the Feed Industry. Proceedings of AJİtech's 15'h Annual Symposium. USA. Nottingham University Press.
- Borreani G, Tabacco E ve Cavallarin L A (2007). New Oxygen Barrier Film Reduces Aerobic Deterioration in Farm-Scale Corn Silage. J Dairy Sci. 90:4701–4706.
- Borreani G. ve 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. Doi: 10.3168/jds.2009-2919.
- Borreani G. ve Tabacco E (2014). Improving Corn Silage Quality in The Top Layer of Farm Bunker Silos Through The Use of A Next-Generation Barrier Film with High Impermeability to Oxygen. J. Dairy Sci., 97, 2415-2426.
- Bugem 2018. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Verileri, 2017 Raporu.
- Büyüktosun N ve Tan F (2015). Farklı Özelliklerdeki Polietilen Malzemelerin Paket Silajlarda Kullanımı ve Yem Kalitesi Üzerine Etkileri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 12 (3):62-67.

- Chen J, Stokes M R, Wallace C R (1994). Effects Of Enzyme-Inoculant Systems On Preservation And Nutritive Value Of Hay Crop and Corn Silages. *J.Dairy Sci*,77:501-512.
- Coblentz W K, Coffey K P, Chow E A (2016). Storage Characteristics, Nutritive Value and Fermentation Characteristics of Alfalfa Packaged in Large-Round Bales and Wrapped in Stretch Film After Extended Time Delays. *J. Dairy Sci.* 99 :3497–3511.
- Der bedrosian M C, Nestor K E, Kung J R (2012). The Effects of Hybrid, Maturity and Length of Storage on The Composition and Nutritive Value of Corn Silage. *Journal Dairy Sci.* 95 :5115–5126. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2011-4833>.
- DLG (1987). DLG –Pattern for the Evulation of the Fermentation Quality of Grass Silages on The Basis of Chemical Analyses. Frankfurt am Main: Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft. Bewertungvon Grünfütter, Silageund Heu. Merkblatt, No.224 DLG Verlag, Frankfurt.
- Ergül M (1988). Yemler Bilgisi ve Teknolojisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:487, 318 s, İzmir.
- FAOSTAT (2016). Food and Agriculture Organization. [www. faostat.org](http://www.faostat.org).
- Filya I (2001). Silaj Fermantasyonu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 87 s, Erzurum.
- Filya I (2002). Silaj Yapımı. Silaj Bitkileri Yetiştirme ve Silaj Yapımı.Hasad Yayıncılık, Kayseri, 59-86.
- Filya I (2004). Nutritive Value and Aerobic Stability of Whole Crop Maize Silage Harvested at Four Stages of Maturity. *Animal Feed Science and Technology*, 116: 141-150.
- Forristal P D,Kiely P O ve Lenehan J J (1999). The Influence of The Number of Layers of Film Cover and Film Color on Silage Preservation, Gas Composition and Mould Growth on Big Bale Silage. In: Paulty T. Conference Proceeding of The XIIth International Silage Conference. Uppsala, Sweden.pp.305:306.
- Hoedtke S ve Zeyner A (2011). Comparative Evaluation of Laboratory-Scale Silages Using Standard Glass Jar Silages or Vacuum-Packed Model Silages. *J Sci Food Agric* 2011; 91: 841–849 DOI 10.1002/jsfa.4255
- https://www.pioneer.com/web/site/turkey/Our_products/corn/32K61/
- Jellum M D, Boswell F C, Young C T (1973). Nitrogen and Boron Effects on Protein and Oil of Corn Grain. *Agronomy Journal*, Madison, v.65, p.330-331, 1973.
- Jiang S, Jofriet J C and Buchanan-Smith J (1987). Temperature Observations in a Bottom- Unloading Concrete Silo. *Canadian Agricultural Engineering* 30: 249–55
- Johnson H E, Merry R J, Davies D R, Kell D B, Theodorou M K and Griffith G W (2005). Vacuum Packing: A Model System for Laboratory Scale Silage Fermentations. *J Appl Microbiol.*, 98:106–113.
- Johnson R R, Balwini T L, Mc Clure K E, Johnson L T (1966). Corn Plant Maturity. Effect of in Vitro Cellulose Digestibility and Soluble Carbohydrate Content. *J. Anim. Sci.* 1966(25) 617-620.
- Kılıç A (1983). Silolamada Meydana Gelen Kayıplar Üzerine Silo Kabının Etkinliği. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 20(3), 167-176

- Kılıç A (1986). Silo Yemi (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri). Bilgehan Basımevi, 327 s, İzmir.
- Kırtok Y (1998). Mısır Üretimi ve Kullanımı. Kocaoğulları Basım ve Yayınevi. İstanbul.
- Kim S C, Adesogan A T (2006). Influence of Ensiling Temperature, Simulated Rainfall, and Delayed Sealing on Fermentation Characteristics and Aerobic Stability of Corn Silage. *Journal of Dairy Science*. Volume 89, (8) August 2006, Pages:3122-3132. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72586-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72586-3).
- Kleinschmit D. ve Kung L (2006). A Meta-Analysis of the Effects of *Lactobacillus buchneri* on the Fermentation and Aerobic Stability of Corn and Grass and Small-Grain Silages. *Journal of Dairy Science*. 89(10):4005-13.
- Kung L (2011). Silage Temperatures: How Hot is Too Hot? <https://cdn.canr.udel.edu/wp-content/uploads/2014/02/HowHotisTooHot-2011.pdf>. Jiang ve ark. 1987
- McDonald P, Henderson A R, Heron S J E (1991). *The Biochemistry of Silage*. Chalcombe Publications, 13 Highwoods drive, Marlow Bottom, Marlow, Bucks, UK.
- Muck R E ve Holmes B J (2006) . Spreadsheet to Calculate The Average Density in a Bunker Silo. UWExtension Team Forage web site. [www. uwex.edu/ces/crops /uwforage/storage.htm](http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/storage.htm)
- Nauman C. ve Bassler R (1993). *Die Chemische Untersuchung von Futtermitteln. Methodenbuch, Band III*. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- Nielsen T S, Kristensen N B ve Weisbjerg M R (2007). Effect of Harvest Time on Fermentation Profiles of Maize Ensiled in Laboratory Silos and Determination of Drying Losses at 60°C. *Acta Agriculture Scand Section A*; 57: 30-37.
- Özen N, Çakır A, Haşimoğlu S, Aksoy A (1993). *Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi*. Atatürk Üniv. Zir. Fak. Ders Kitabı, p. 254, No: 50, Erzurum.
- Pitt R E (1990). The Probability of Inoculant Effectiveness in Alfalfa Silages. *American Society of Agricultural Engineering*. 33:1771-1778
- Robinson P H, Swanepoel N (2016). Impacts of a Polyethylene Silage Pile Underlay Plastic with or without Enhanced Oxygen Barrier (EOB) Characteristics on Preservation of Whole Crop Maize Silage, as well as a Short Investigation of Peripheral Deterioration on Exposed Silage Faces. *Animal Feed Science and Technology* 215 (2016) 13–24.
- Roth G W ve Heinrich A J (2001) *Corn Silage Production and Management*. College of Agricultural Sciences. Agricultural Research and Coop. Extension, Agronomy Facts 18
- Savoie P, Amyot A and Theriault R (2002). Effect of Moisture Content, Chopping and Processing on Silage Effluent. *Transactions of the ASAE*, Vol. 45 (4), 907-914.
- Snell H G J, Oberndorfer C, Lücke W, Van den Weghe H F A (2003). Effects of Polyethylene Colour and Thickness on Grass Silage Quality. *Grass and Forage Science*. 58 (3):225-331.
- Soysal M İ (2010). *Biometrinin Prensipleri*. Ders Notu, Yayın Yeri: NKÜ Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Tarım Bilgi Sistemi (2018). T.C Tarım Orman ve Hayvancılık Bakanlığı Kayıt Sistemi Verileri.

- Tan F. ve Büyüktosun N (2016). Effect on Density and Dry Matter Losses of Vacuum in Vacuum-Packed Polythene Bags Silage. *International Journal of Current Research*. Vol.8 (6):33185-33188.
- Tan F, Kayısoglu B, Okur E (2018). Effects of Compaction Pressure on The Temperature Distribution in Bunker Type Silage Silo. *Indian Journal Of Animal Sciences*, 88 (1): 116–120, January 2018.
- Toruk F. ve Gönülol E (2011). Effect of Particle Length on Alfalfala Baler Silage Quality and Color Under Different Storage Conditions. *Bulgarian Journaly of Agricultural Science*, 17(4): 451-455.
- TÜİK (2017). Tarımsal veriler.
- TÜİK (2018). Tarımsal veriler.
- Wang C, Nishino N (2013). Effects of Storage Temperature and Ensiling Period on Fermentation Products, Aerobic Stability and Microbial Communities of Total Mixed Ration Silage. *Journal of Applied Microbiology*. 114 (6):1687-1695.
- Weinberg Z G, Szakacs G, Ashbell G, Hen Y (2001). The Effect of Temperature on The Ensiling Process of Corn and Wheat. *J Appl Microbiol*. 2001 Apr; 90(4):561-6
- Weinberg Z G. ve Chen Y (2013). Effects of Storage Period on The Composition of Whole Crop Wheat and Corn Silages. *Animal Feed Science and Technology* 185: 196– 200.
- Wilkinson J M ve Stark M B A (1992). *Silage in Westem Europe* (2"a ed.). Chalcombe Publ., Church Lane. Kingston, Canterbuuy, Kent, UK.
- Wilkins R J, Syrjala-Qvist L, Bolsen K K (1999). The Future Role of Silage in Sustainable Animal Production, in: T. Pauly (Ed.), *Proceedings of the 12th International Silage Conference*, Uppsala, Sweden, 5–7 July 1999, pp. 23–40.
- Wilkinson J M (2019). Oxygen-barrier Film Cover Reduces Silage Losses. <https://www.feedstuffs.com/story-oxygenbarrier-film-cover-reduces-silage-losses-54-150069>
- Woolford M K (1999). *The Science and Technology of Silage Making*. Alltech Technical Publ.
- Zhou Y, Drouin P, Lafreniere C (2016). Effect of Temperature (5–25°C) on Epiphytic Lactic Acid Bacteria Populations and Fermentation of Whole-Plant Corn Silage. *Journal of Applied Microbiology*. 121 (3):657-671.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmaya başlamam da ve alışmamın her aşamasında beni destek ve eleştirileri ile yönlendiren hocam Doç. Dr. Fulya TAN'a, ve kurumumda beraber çalıştığım mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

Hüseyin AYKIZ, 1982 Edirne ili Havsa ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğretim Havsa ilçesinde okudu. Liseyi Söke Ziraat Teknik Lisesinde okudu. 2011 yılın da Anadolu Üniversitesi İktisat bölümü ve 2013 yılın da Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümünden mezun oldu. 2006 yılından itibaren Tarım ve Orman Bakanlığında çalışmaktadır. 2015-2016 Eğitim Öğretim yılın da Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı.