

**VAKUMLANMIŞ PAKET SİLAJLARDA  
VAKUM SEVİYESİ VE FARKLI  
POLİETİLEN MALZEMELERİN KURU MADDE  
VE YOĞUNLUK KAYBI ÜZERİNE ETKİSİ**

**Nurçin BÜYÜKTOSUN**  
**Yüksek Lisans Tezi**  
**Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı**  
**Danışman: Doç. Dr. Fulya TAN**  
**2014**

**T.C.**  
**NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**VAKUMLANMIŞ PAKET SİLAJLARDA VAKUM SEVİYESİ VE FARKLI  
POLİETİLEN MALZEMELERİN KURU MADDE VE YOĞUNLUK KAYBI  
ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Nurçin BÜYÜKTOSUN**

**BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN: DOÇ. DR. FULYA TAN**

**TEKİRDAĞ- 2014**

**Her Hakkı Saklıdır**

Doç. Dr. Fulya TAN danışmanlığında, Nurçin BÜYÜKTOSUN tarafından hazırlanan “Vakumlanmış Paket Silajlarda Vakum Seviyesi ve Farklı Polietilen Malzemelerin Kuru Madde ve Yoğunluk Kaybı Üzerine Etkileri” isimli bu çalışma 30 Haziran 2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Doç. Dr. Fulya TAN

*İmza :*

Üye : Prof. Dr. Bahattin AKDEMİR

*İmza :*

Üye : Doç. Dr. Fisun KOÇ

*İmza :*

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU  
**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### VAKUMLANMIŞ PAKET SİLAJLARDA VAKUM SEVİYESİ VE FARKLI POLİETİLEN MALZEMELERİN KURU MADDE VE YOĞUNLUK KAYBI ÜZERİNE ETKİLERİ

**Nurçin BÜYÜKTOSUN**

Namık Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Fulya TAN

Vakumlanmış paket silajlarda vakum seviyesi ve farklı polietilen (PE) malzemelerin kuru madde ve yoğunluk kaybı üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada paket silajı yapılacak olan mısır bitkisi iki farklı dönemde (%30 ve %45 kuru madde) hasat edilmiştir. Daha sonra, mısır bitkisi 1,5 cm boyutlarında kıyılmasıyla elde edilen mısır hasılı 0,07MPa (10 s), 0,1MPa (15 s) ve -0,1MPa (25 s) düzeylerinde vakumlanarak paketlenmiştir. Denemelerde, Petkim Petrokimya A.Ş. tarafından üretimi yapılmakta olan gıda ambalajlama kullanımına uygun olan, 200×250 mm boyutlarında, üç farklı özellikte; Poliamid/Alçak Yoğunluklu Polietilen (PA/PE) baskısız, Bioriente Polyamide/Alçak Yoğunluklu Polietilen (BOPA/PE) baskısız ve Bioriented Polypropylene /Alçak Yoğunluklu Polietilen/Ethylene Vinyl Alcohol (OPP/PE/EVOH/PE) baskısız vakum torbaları silaj paketleme amacıyla kullanılmıştır. Oksijen geçirgenliği sırasıyla 41, 28 ve 1.13 cc/mm<sup>2</sup> gün olmak üzere üç farklı özelliklere sahip düşük yoğunluklu PE torbalara vakumlanmıştır. Vakumlanan torbalar laboratuarda uygun depolama koşulları altında muhafaza edilerek depolama süresince kontrol altına alınmıştır. Depolama süresine bağlı olarak da belirlenen ölçümler gerçekleştirilmiştir. Fiziksel değerlendirmede silajların renk, koku ve strüktürünü esas alan Fleig puanlama yöntemi uygulanırken, kimyasal analizlerde örneklerin kuru madde, nem oranları, yoğunluk ve pH düzeyleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, -0,1MPa (25 s) düzeylerinde vakumlanarak paketlenen silajların, yem niteliği yüksek, PEKİYİ kalite sınıfındadır. Kullanılan LD-PE plastik torbalar kuru madde kaybına göre sırasıyla OPP/PE/EVOH/PE baskısız, BOPA/PE baskısız ve PA/PE baskısız torbalarda saptanmıştır. İlk hasat döneminde % 30 kuru madde de hasat edilen vakumlu silaj örneklerinde KMK ve yoğunluk parametreleri açısından daha iyi olduğu da görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** vakum, paket silaj, LD-PE torba, kuru madde kaybı, yoğunluk

**2014 , 70 sayfa**

## **ABSTRACT**

MSc. Thesis

### **EFFECTS OF POLYETHYLENE MATERIALS AND DIFFERENT VACUUM LEVELS ON DRY MATTER AND DENSITY LOSSES**

**Nurçin BÜYÜKTOSUN**

Namık Kemal University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Biosystems Engineering

Supervisor : Assoc. Prof.Dr. Fulya TAN

This experiment is aimed to determine the effect of different PE materials on dry matter and density loss for vacuumed silage bags. Corn was harvested at the two different harvest periods (Dry matter 30% and 45%). In this study, the chopped corn at the lengths of 1,5 cm was packaged at the vacuum levels of 0,07MPa (10 s), 0,1MPa (15 s) and -0,1MPa (25 s). In the experiments three different characteristicly featured unprinted vacuum bags Poliamid/Low Density Polyethylene (PA/PE), Bioriente Polyamide/Low Density Polyethylene (BOPA/PE) and Bioriented Polypropylene /Low Density Polyethylene/Ethylene Vinyl Alcohol (OPP/PE/EVOH/PE) which are produced by Petkim Petrokimya A.Ş. , suitable for nourishment packing and size of 200x250 mm have been used for packing. Silages have been vacuumed by LD-PE bags which have oxygen transmittance of 41, 28 cc/mm<sup>3</sup>day and 1.13 cc/mm<sup>3</sup>day by order. Vacuumed bags were maintained in the laboratory under appropriate storage conditions. The measurements were made during storage periods. Fleig scores method was used in physical properties such as color, odor and structure. In chemical analyses, dry matter content, moisture content, density and pH levels were determined. In conclusions, packaged silages at the vacuum level of -0,1MPa (25 s) obtained with all levels of parameters investigated are VERY GOOD quality class. Used LD-PE unprinted plastic bags are OPP/PE/EVOH/, BOPA/PE and PA/PE bags by the order of dry matter loss. Better silage quality values have been seen in the first harvest stage products of silage samples which have harvested %30 DM in dry matter loss and density parameters.

**Keywords:** vacuum, packed silage, LD-PE bag, Dry matter loss, density,

**2014, 70 Pages**

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	iii
<b>ÇİZELGE DİZİNİ</b> .....	iv
<b>ŞEKİL DİZİNİ</b> .....	vi
<b>SİMGELER DİZİNİ</b> .....	vii
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
1.1. Genel.....	1
1.2. Kuru Madde ve Yoğunluk Kaybı.....	7
<b>2. KAYNAK ÖZETLERİ</b> .....	10
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM</b> .....	23
3.1. Materyal.....	23
3.1.1. Silajlık mısır bitkisinin özellikleri.....	23
3.1.2. Vakum makinesi.....	26
3.1.3. Torba malzemesi.....	27
3.1.4. Hassas terazi.....	30
3.1.5. Dereceli silindir.....	31
3.1.6. pH metre.....	32
3.2. Yöntem.....	33
3.2.1. Deneme yöntemi ve incelenen parametreler.....	33
3.2.2. Silaj yemin nem içeriğinin saptanması.....	37
3.2.3. Kuru madde oranının analizi.....	37
3.2.4. pH içeriğinin saptanması.....	38
3.2.5. Silaj yoğunluk ölçümleri.....	39
3.2.6. Silajın fiziksel değerlendirme yöntemleri.....	39
3.2.7. İstatistiksel yöntem.....	41
<b>4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI</b> .....	42
4.1. Kuru madde kaybına ilişkin sonuçlar.....	42
4.2. pH içeriğine ilişkin sonuçlar.....	46
4.3. Yoğunluk içeriğine ilişkin sonuçlar.....	51
4.4. Fiziksel özelliklerine ilişkin sonuçlar.....	56
<b>5. SONUÇ VE TARTIŞMA</b> .....	60
<b>6. KAYNAKLAR</b> .....	62
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	69
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	70

## ÇİZELGE DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 1.1 : Tür ırklarına göre büyükbaş hayvan sayıları.....	1
Çizelge 1.2 : Bölgelere göre yem bitkisi ekiliş alanları.....	3
Çizelge 1.3 : Yem bitkisi üretim miktarları.....	4
Çizelge 2.1 : Farklı vakum seviyesi ve depolama süresine bağlı olarak silaj kalite sınıfı.....	11
Çizelge 2.2 : Silaj yoğunluğuna göre kuru madde kayıpları.....	17
Çizelge 3.1 : Pioneer 3K61 silajlık mısır çeşidi.....	23
Çizelge 3.2 : Hasat tarih ve nem içerikleri.....	24
Çizelge 3.3 : Denemelerde kullanılan mısır silaj makinesine ilişkin teknik özellikler.....	26
Çizelge 3.4 : Vakum makinesine ait teknik özellikler.....	27
Çizelge3.5 : Plastik torbalara ilişkin genel özellikler.....	28
Çizelge 3.6 : PA/PE baskısız torbaya ilişkin geçirgenlik değeri ve test koşulları.....	29
Çizelge 3.7 : BOPA/PE baskısız torbaya ilişkin geçirgenlik değeri ve test koşulları.....	29
Çizelge 3.8 : OPP/PE/EVOH/PE baskısız torbaya ilişkin geçirgenlik değeri ve test koşulları.....	29
Çizelge 3.9 : Uygulanan vakum basıncı ve süre.....	33
Çizelge 3.10 : Deneme planı.....	34
Çizelge 3.11 : Silo yemlerinin fiziksel özelliklerine göre değerlendirilmesi.....	40
Çizelge 3.12 : Kuru madde ve pH değerine göre hesaplanan fleig puanına göre silaj kalite sınıfı.....	41
Çizelge 4.1 : Vakumlu paket silaj yemlerin % kuru madde kayıpları (%30 nem seviyesinde-hasat-1).....	42
Çizelge 4.2 : Vakumlu paket silaj yemlerin % kuru madde kayıpları (%45 nem seviyesinde-hasat-2).....	43
Çizelge 4.3 : Torba tiplerine göre 1 yıl sonunda kuru madde (KM) kaybı.....	44
Çizelge 4.4 : Vakum seviyelerine göre 1 yıl sonunda kuru madde (KM) kaybı.....	45
Çizelge 4.5 : Vakumlu paket silaj yemlerin pH içerikleri, ortalama ve standart sapma değerleri (% 30 nem seviyesinde-hasat-1).....	46
Çizelge 4.6 : Vakumlu paket silaj yemlerin pH içerikleri, ortalama ve standart sapma değerleri (% 45 nem seviyesinde-hasat-2).....	47
Çizelge 4.7 : Vakumlu paket silaj yemlerin torba tiplerine göre 1 yıl sonunda pH içerikleri, ortalama ve standart sapma değerleri.....	48

Çizelge 4.8 : Vakumlu paket silaj yemlerin vakum seviyelerine göre 1 yıl sonunda pH içerikleri, ortalama ve standart sapma değerleri.....	48
Çizelge 4.9 : Vakumlu paket silaj yemlerin yoğunluk değerleri (hasat-1).....	51
Çizelge 4.10 : Vakumlu paket silaj yemlerin yoğunluk değerleri (hasat-2).....	52
Çizelge 4.11 : Vakumlu paket silaj yemlerin torba tiplerine göre 1 yıl sonunda yoğunluk içerikleri, ortalama ve standart sapma değerle.....	53
Çizelge 4.12 : Vakumlu paket silaj yemlerin vakum seviyelerine göre 1 yıl sonunda yoğunluk içerikleri, ortalama ve standart sapma değerler.....	53
Çizelge 4.13 : Hasat1, hasat 2 ve toplamda torba tipi ve vakum seviyelerinin pH, KMK ve yoğunluğa ilişkin korelasyonlar.....	54
Çizelge 4.14 : Vakumlu Paket Silaj Yemlerin Nitelik Sınıfları (%30 kuru madde-hasat-1).....	56
Çizelge 4.15 : Vakumlu Paket Silaj Yemlerin Nitelik Sınıfları (%45 kuru madde-hasat-2).....	57
Çizelge 4.16 : Silaj örneklerinin fiziksel analiz puan (FAP) ortalamaları ve standart sapma değerleri.....	58
Çizelge 4.17 : Silaj örneklerinin DLG Puanı ve kalite sınıfı.....	59



## ŞEKİL DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 1.1 : 2011-2012 Yılı hayvan varlığı.....	2
Şekil 2.1 : Yığın içerisindeki yere bağlı olarak yoğunluk değişimi.....	16
Şekil 3.1 : Silajlık mısır bitkisi deneme alanı.....	24
Şekil 3.2 : Silajlık mısır hasadı.....	25
Şekil 3.3 : Deneme alanındaki çalışmalar.....	25
Şekil 3.4 : Vakum makinesi.....	27
Şekil 3.5 : Vakumlanan silaj örnekleri.....	30
Şekil 3.6 : Hassas terazi.....	31
Şekil 3.7 : Dereceli silindir.....	32
Şekil 3.8 : pH metre.....	32
Şekil 3.9 : Silaj vakumlama.....	35
Şekil 3.10 : Vakumlu silaj torbaları.....	35
Şekil 3.11 : Vakum seviyelerine göre silaj torbalarının sıralanışı.....	36
Şekil 3.12 : Silaj örneklerinin nem oranının analizi.....	37
Şekil 3.13 : Silaj örneklerinin pH düzeyinin analizi.....	38

## SİMGELER DİZİNİ

atm	: Atmosfer
BBHS	: Büyükbaş Hayvan Sayısı
BOPA	: Bioriented Poliamid
CO <sub>2</sub>	: Karbondioksit
°C	: Celsius
da	: Dekar
DLG	: Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft
EVOH	: Ethylene Vinyl Alcohol
FAP	: Fiziksel analiz puanı
ha	: Hektar
KM	: Kuru Madde
KMK	: Kuru Madde Kayıpları
L	: Litre
LA	: Laktik Asit
LAB	: Laktik Asit Bakterileri
LDPE	: Low Density Polyethylene
MPa	: Mega Pascal
N <sub>2</sub>	: Azot
O <sub>2</sub>	: Oksijen
OPP	: Bioriented Polypropylene
P	: Önem Derecesi
Pa	: Pascal
PA	: Poliamid
PE	: Polietilen
RH	: Bağlı Nem
S	: Standart Sapma
SEK	: Suda Eriyebilir Karbonhidratlar
X	: En Küçük Kareler Ortalaması

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Genel

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 fermentasyon yoluyla laktik asite dönüştürülmesi sonucu oluşan fermente yemlere silaj denmektedir. Silaj adı ile kültürü yapılan herhangi bir yem bitkisi yoktur. Bu üretim tekniğiyle elde edilen silaj, yapıldığı yemin adı ile anılmaktadır. Örneğin mısır silajı, sorgum silajı ve ayçiçeği silajı gibi (Kılıç 1997).

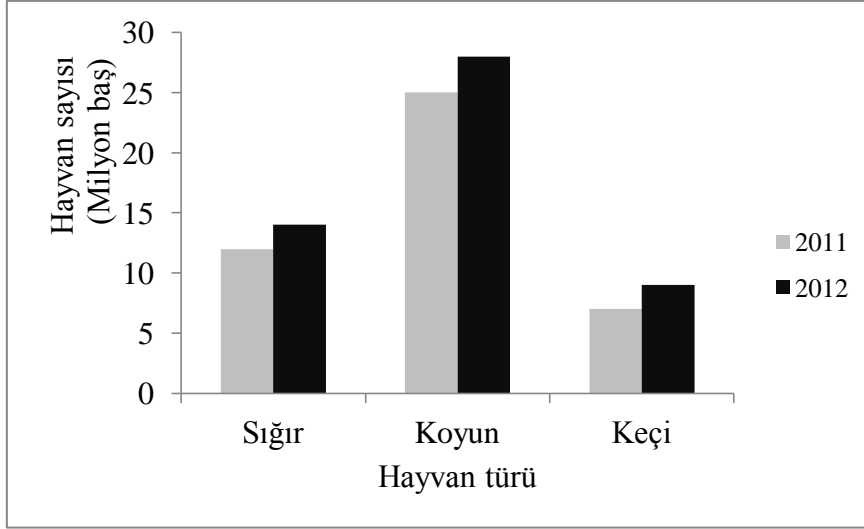
Genel bir kavram olarak suca nem içeriği yüksek yeşil yemlerin hepsi silolanabilir; ancak bunların silolanabilme yetenekleri farklıdır. Silolanacak suca zengin yemlerin kuru madde içeriklerinin %25-35 arasında, kolay çözünebilir karbonhidrat içeriklerinin ise en az %3 olması gerekmektedir. Mısır hasılı, yüksek düzeyde kolay parçalanabilen karbonhidrat içeriği ve uygun tampon kapasitesi nedeniyle en kolay silolanabilen yem bitkisi özelliği taşımaktadır (Mc Donald 1981, DLG 1987). Birim alan veriminin yüksekliği, silaj yapımına uygunluğu ve elde edilen silajın besleme değerinin yüksekliği gibi önemli özellikleri ile silaj amacıyla yetiştirilen bitkiler arasında ülkemizde de yaygın olarak kullanılmaktadır (Kılıç 1986, Tümer 2001, Açıkgöz 2002, Filya 2002).

Büyükbaş hayvan sayısı bir önceki yıla göre %12,3 artmış ve yıl sonu itibariyle sığır sayısı 13 milyon 915 bin baş, koyun sayısı 27 milyon 425 bin baş, keçi sayısı ise 8 milyon 357 bin baş olmuştur. Tür ve ırklarına göre büyükbaş hayvan sayıları Çizelge 1.1 de, (TUİK 2012). 2011-2012 yılı hayvan varlığımız Şekil 1.1' de verilmiştir.

**Çizelge 1.1.** Tür ve ırklarına göre büyükbaş hayvan sayıları

Yıllar	Sığır - Kültür	Sığır - Kültür melezi	Sığır - Yerli	Manda
2009	3 723 583	4 406 041	2 594 334	87 207
2010	4 197 890	4 707 188	2 464 722	84 726
2011	4 836 547	5 120 621	2 429 169	97 632
2012	5 679 484	5 776 028	2 459 400	107 435

Türkiye’de 2012 yılı verilerine göre yaklaşık 14 milyon BBHS bulunmakta ve bunların sadece yaşama payı besin madde gereksinimlerini kaba yemlerle karşılamak için yılda ortalama 70 milyon ton kaliteli kaba yeme gereksinim duyulmaktadır.



**Şekil 1.1.** 2011-2012 yılı hayvan varlığı

Kaliteli kaba yem üretimimiz 33 milyon ton düzeyinde kalmaktadır. Mevcut üretim düzeyimiz ile hayvanlarımızın yaşaması için gerekli yem ihtiyacının ancak % 58'i karşılanabilmektedir. Durum böyle olunca da gelişmiş ülkelerde altlık olarak kullanılan saman ülkemizde önemli bir kaba yem kaynağı haline gelmektedir. Samanın gereğinden fazla kullanılması, süt sığırları rasyonlarının temel yiyeceği olarak algılanması aşırı miktarda kesif yem kullanımını zorunlu kılmaktadır. Böylesi bir besleme sistemi ise, süt sığırcılığında karlılığı olumsuz yönde etkilemektedir (Alçipek ve ark. 2010).

Ülkemiz eğimli araziler ile birlikte yaklaşık 81.5 milyon ha alana sahip olup bunun 41.2 milyon ha'ı tarım arazisidir. Ancak bu arazinin 23.8 milyon hektarı işlenmektedir. Kaba yem üretim kaynaklarımız yem bitkileri ekim alanı ve çayır-mer'alardan karşılanmaktadır. Yem bitkileri ekim alanı 1.585.681 hektardır ve nadas alanları dahil toplam ekim alanlarının % 7.61'ini oluşturmaktadır. Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgelerinde % 11-13 arasında olan yem bitkileri ekilişleri, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde % 4-5 civarındadır (Çizelge 1.2).

Ülkemizdeki yüksek sayıdaki büyükbaş hayvan varlığına rağmen çayır meralar yetersiz ve kaba yem kaynaklarımız sınırlıdır. Aşırı ve zamansız otlatma yüzünden çayır mera alanları her geçen gün azalmakta ve kullanılmaz hale gelmektedir (TUİK 2009).

**Çizelge 1.2.** Bölgelere göre yem bitkisi ekiliş alanları

Bölgeler	Yem Bitkileri	Hasıl Mısır	Silajlık Mısır	Fiğ	Yonca	Korunga	Burçak	Üçgül
Marmara	186 002	4 413	80 459	62 383	35 318	2 929	500	-
Ege	213 203	3 291	85 473	80 021	38 526	3 626	2 137	129
İç	235 587	477	29 854	77 676	89 453	33 359	4 668	100
Akdeniz	89 780	1 108	18 997	56 172	9 906	3 429	167	-
Karadeniz	204 446	7 014	37 608	117 634	30 182	11 957	51	-
Doğu	585 433	35	7 589	141 229	348 407	84 343	1 733	2 097
Güneydoğu	71 230	242	12 323	44 569	3 930	486	9 681	-
Toplam	1 585 681	16 580	272 303	579 684	555 722	140 129	18 937	2 326
%		1.04	17.17	36.56	35.05	8.84	1.19	0.15

TUİK 2009

En fazla ekim alanına sahip yem bitkisi fiğdir ve 579.684 hektar ile tüm yem bitkisi ekilişlerinin % 36,56'sını oluşturmakta, yonca 555.722 hektar ile ikinci sırada gelmektedir. Silajlık mısır ekim alanı 272.303 hektardır, kaba yem üretimi açısından üçüncü sırada yer alan korunga ekim alanı oranı ise yalnızca % 8,84'tür. Son yıllarda azalma eğiliminde olan burçak tarımı ise yalnızca 18.937 hektar alanda yapılmaktadır.

Çizelge 1.3' de yem bitkisi üretim miktarları verilmiştir. kuru ot üretiminde yonca 4.3 milyon ton ile ilk sırada yer almakta, fiğ 2.1 milyon tonla yoncayı takip etmektedir. Yaklaşık 11 milyon ton olan silajlık mısır dışında kalan diğer yem bitkilerinden 7.5 milyon ton kuru ot elde edilmektedir.

**Çizelge 1.3.**Yem bitkisi üretim miktarları (ton)

Bölgeler	Fiğ	Yonca	Korunga	H.Mısır	S.Mısır	Burçak	Üçgül
Marmara	240 362	394 504	16 999	130 262	3 273 981	1 293	-
Ege	498 598	464 679	17 123	76 707	3 856 975	4 516	1 509
İç Anadolu	174 979	772 454	128 236	14 179	1 247 685	17 788	12
Akdeniz	258 070	114 718	11 755	37 659	848 890	435	-
Karadeniz	368 847	246 988	71 458	52 554	1 214 822	88	-
Doğu	489 681	2 244 656	387 691	903	274 915	4 156	10 775
Güneydoğu	110 885	130 392	6 302	10 150	466 022	11 863	-
Toplam	2 141 422	4 368 391	639 564	322 414	11 183 290	40 139	12 296

TUİK 2009

Ülkemizde kaba yem üretimi ağırlıklı olarak doğal çayır meralardan, kültürü yapılan yem bitkilerinden, çeşitli bitki artığı samanlardan ve suca zengin yemlerden yapılmaktadır. Ülkemiz kaba yem üretiminde önemli bir yere sahip olan çayır mera alanları 14.6 milyon ha olup toplam arazisinin %35.4'ünü oluşturmakta ve bu alanlardan yılda tahminen 8.8 milyon ton kuru ot (7.9 milyon ton kuru madde) elde edilmektedir (Filya 2008).

Ülkemizde, kaliteli kaba yem üretim kaynakları olan çayır mera ve yem bitkileri alanları dışında, yem değeri düşük diğer kaba yem kaynakları da bulunmaktadır. Söz konusu yem değeri düşük kaba yem kaynaklarının ortak temel özellikleri, ham selüloz, lignin ve hemiselüloz oranları yüksek, enerji içerikleri, ham protein ve sindirilebilir organik madde düzeylerinin düşük oluşudur (Akyıldız 1984). Ancak, bu kaba yem kaynakları, geniş getiren hayvanların rumeninde yaşayan selülitik bakterilerce organik asitlere kadar parçalanmakta ve bu asitler hayvan tarafından enerji metabolizmasında değerlendirilmektedir (Ensminger ve ark. 1990). Yem değeri düşük olan bu maddeler aynı zamanda zor sindirildiğinden sindirim sisteminde uzun süre kalmakta ve hayvanlara tokluk hissi vermektedir. Ülkemizde ucuz olan bu kaba yem kaynakları, hayvan beslemede gereğinden fazla kullanılmakta ve rasyonların temel komponenti olarak algılanmaktadır (Kılıç 1984, Alçiçek 2002). Bu durum; rasyonda yem değeri yüksek diğer yem hammaddelerinin de sindirimini olumsuz etkilemektedir.

Ülkemizde yapılan silajların %85'ini mısır silajı oluşturmaktadır. Kalan az miktardaki silaj yem ise tahıl, tahıl+fiğ ve yonca ile diğer baklagil ve buğdaygil yem bitkilerine aittir. Silajlık kaba yem bitkilerinin üretiminde görülen sorunlar ise öncelikle üretimimizin yetersiz oluşu, yapılan silaj yemlerin düşük kaliteli ve aerobik stabiliteilerinin yetersiz olmasıdır. Silaj yem yapımı konusunda üreticilerin ve teknik elemanların yeterli bilgi ve deneyime sahip olmaması, silolanacak ürünlerin genellikle çok erken olgunlaşma dönemlerinde hasat edilmesi

nedeniyle KM içeriklerinin çok düşük olması ve bunun sonucunda hem silo suyu ile oluşan yıkanma kayıpları hem de fermantasyon sonucu oluşan kayıplarının artması da önemli sorunlar arasındadır. Soldurma işleminin bilinmemesi ve uygulanmaması, parçalama boyutlarının çok yüksek, sıkıştırma yoğunluğunun da çok düşük olması sonucu ürünlerin iyi fermente olmaması, siloların iyi kapatılmaması ve kıyılan materyalin çok büyük bir bölümünün hava alması diğer sorunlardan sayılabilir (Filya 2008).

Silaj yapım tekniği olarak silaj yemlerin farklı şekillerde silolanması söz konusudur. Bu silolama yöntemleri günümüzde geleneksel silaj yemi yapım yöntemi ve ticari silaj yemi yapım yöntemleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Geleneksel silaj yemi yapım yöntemi; silajlık bitki materyalin silaj makinaları ile kıyılarak hasat edilmesinden sonra yığın halinde dökülüp traktörler yardımıyla ezilerek sıkıştırılması ve üzerinin plastik örtüyle hava aldırılmaz şekilde kapatılması yöntemidir. Yüzeysel silo yöntemi olarak da bilinmektedir. Basit ve az maliyetli yapılabilecek yapım yöntemidir. Ticari silaj yemi yapım yöntemlerinden silindirik balya silaj yemi yapım yöntemi; materyalin hasat aşamasından sonra kıyılmış materyal taşıma katarları ile balyalama+paketleme makinasına getirilerek makinaya boşaltılması ve balyanın folyo ile sarıldığı yöntemdir. Balya silajı yeni bir tarımsal yöntem olarak ilk kez 70'li yıllarda Avustralya ve Yeni Zelanda da kullanılmıştır.

Balya silajı, bir çok avantajı ile tercih sebebi olmuş ve uygulamaya geniş bir alanda girmiştir. Ülkemizde özellikle son yıllarda silaja olan yoğun ilgi, ticari işletmeleri harekete geçirmiş, taze bitki hasılı veya fermente olmuş silaj 50 kg'lık torbalar içerisine doldurularak satışa sunulmaya başlanmıştır (Kılıç 1986, Yalçın ve Bilgen 2002, Yalçın ve Çakmak 2005). Silo yeminin paket, balya, sucuk gibi çeşitli formlarda hazırlanması ve kullanıma sunulması hayvancılık sektöründe ilgi uyandıran bir konu olmuştur (Ashbell et al. 2001). Balya silajı, 2005 yılında Avrupa' da silaj üretiminin yaklaşık %25 lik bölümünü oluşturmuştur (Wilkinson 2005). Giderek yaygınlaşan bir uygulama haline dönüşmüştür (Uppenkamp 1991).

Silaj yemlerin paketlenmesinin getirdiği bazı avantajlar;

- Taşınma ve yeme aşamasındaki mekanizasyonunun daha kolay olması ve tüketim avantajı sağlaması,
- Geleneksel silolara göre yatırım maliyetinin daha düşük olması,

- İşletmenin ihtiyacı kadar olan miktarlarda tüketimi olanaklı kılarak, bozulmaya sebep olmaksızın kullanılabilme imkanı vermesi,
- Paketler arası silaj yemin kalitesinin farklılıklar göstermemesi, farklı hasat dönemlerine veya ürünlere ilişkin silajlık materyalin, ayrımının kolay olması,
- Ticari olarak alım satımı yapılabilen bir ürün ortaya çıkması,
- Hayvancılık ile uğraşmayan işletmeler için de silaj üretimini mümkün hale getirmek, kaba yem üretiminin artmasını teşvik etmesi şeklinde belirtilmektedir (Marshall ve Howe 1989, Yalçın ve Bilgen 2002, Polat ve Özkul 2005).

Balya silajının tercih edilme sebepleri; balya silajında yem kalitesinin yüzeysel silodakinden daha nitelikli olması, mekanizasyonunun daha kolay olması (kolay saklama ve yemleme), düşük yatırım giderleri içermesi, tarladan depoya taşıma giderleri daha az olması, uygun soldurma koşulları olmadığında, hava şartlarına daha az bağımlı olması nedeniyle daha kolay hazırlanması, yeşil yemin bulanmadığı sezonda satışının yapılabilmesi, hazırlama ve depolamada düşük madde kayıplarıdır (McEniry et all. 2007).

Günümüzde 50 tür altında 600 farklı bileşime sahip plastik üretilmektedir. Ancak genel ve yaygın üretimi olanlar "genel amaçlı plastikler" olarak adlandırılan plastiklerdir. Büyük oranda petrolden üretilen plastik, birçok endüstri dalında çok amaçlı olarak kullanılmaktadır. Özellikle yeni yapılan çalışmalarla plastiklerin mekanik özellikleri metallere yaklaşmıştır (Askeland 1998).

Modern gıda ambalajlama teknolojisi, tüketicilerin bilinçlenip raf ömrünün arttırılması, ambalajlanmış gıdanın kalite kontrolünün sağlanması gibi konularda taleplerinin olması nedeniyle genel ambalajlamada teknolojinin gelişmesi sonucu ortaya çıkmıştır. Aktif ambalajlama günümüzde gıda ambalajlamada tüketici taleplerine ve pazarlama eğilimlerine bir cevap olarak ortaya çıkmıştır. Bu teknoloji ile çeşitli aktif bileşenler ambalaj malzemesine eklenip ambalaja talebe göre bazı fonksiyonlar kazandırılmakta ve ürünün besleyici değeri ve kalitesi korunarak raf ömrünün uzatılması amaçlanmaktadır (Seydim ve ark.2007). Plastik ambalaj malzemeler içinden günümüzde en fazla kullanılan polietilen filmlerdir. Polietilen filmler meyve sebze gibi ürünlerde, paket içindeki gazlara karşı geçirgenliğinin az olmasından dolayı ambalaj malzemesi olarak tercih edilmektedir. Filmler içerisine zeolit veya volkanik kaya tozlarının katılması ile gaz geçirgenlik özelliklerinin geliştirilmesini sağlayarak paketlenmiş ürünlerin raf ömrünün uzaması açısından önemli olup bununla ilgili endüstriyel ürünlerde denenmektedir (Esin ve Dirim 2000).



Silaj yapım tekniğinde vakum teknoloji de kullanılmaktadır. Amaç, silajı yapılacak materyal içerisinde havanın kalmayacağı şekilde ortamın oluşturulmasıdır. Bu amaçla, vakumlama silaj yapımında ilgi gören bir teknoloji olmuştur. Diğer yandan silaj materyallerine ilişkin çalışma yapmak için çok sayıda örnek gerekmesi, laboratuvar koşullarında vakumlanmış torbalar ile çok sayıda paketlere silaj yapılarak çalışılması yaygın olarak kullanılmaktadır. Vakum kullanılarak yapılan silajlarda maya ve küf gelişimi açısından problem yaşanmaması ve silaj kalitelerinin yüksek olması, balya silajlarında yaşanan delinme problemlerinin yaşanmaması gibi avantajlar bu teknolojinin hızla uygulamaya girmesine neden olmuştur.

Vakumlanarak yapılan silajlarda, vakum yem niteliğini olumlu yönde belirlediği gibi, özellikle silaj balyalarının üst üste depolanmasında kolaylık sağlamaktadır (Toruk ve Kayışoğlu 2010, Yıldız 2008). Kıyılmış ürünü paketleyip havasız ortamı paket içinde sağlayarak fermantasyonu gerçekleştirmek, böylece son tüketiciye kadarki süreçte bozulma riskini ortadan kaldırmaktır. Bu nedenle tüketicilerden son zamanlarda gelen talepler giderek artmıştır. Söz konusu yem saklama yöntemine olan talebi karşılamaya çalışan girişimci sayısı giderek artmakta, birkaç girişimcinin de bu yöntemi kısmen de olsa uyguladığı bilinmektedir. Gerek nitelikli silaj yem kaynağı ve gerekse ticareti ve taşınması kolay böyle bir son ürünün talebi ve buna bağlı olarak da arzı karşılayacak girişimcilerin sayısının artacağı, yeni ve dinamik bir sektör olarak yakın gelecekte de hızla büyüyeceği eğilimi vardır (Bilgen ve ark. 2005).

## **1.2. Kuru Madde ve Yoğunluk Kaybı**

Silolama sırasında kayıplar materyalin biçilmesi ile başlar ve her aşamada kayıplar meydana gelmektedir. Bunlar;

- Solunum kaybı,
- Mekanik kayıp,
- Fermantasyon kayıpları,
- Silo suyu ile kayıplar,
- Açım sonrası yemleme kayıpları,
- Besin madde kayıpları olmak üzere sınıflandırılmaktadır (Kılıç 1985).

Hangi yöntem ile silaj yapılırsa yapılsın, silolamada kuru madde ve dolayısıyla besin madde kayıpları oluşmaktadır. Bu kayıplar, silo yapısı ve silaj materyalinin çeşidi, hasat

dönemine, silonun dolduruluş şekline, sıkıştırma işleminin başarısına, silaj yapmada gerekli olan koşullara uygunluk durumuna göre değişmektedir. Silajda meydana gelen kayıplar hasatta başlayarak, yapım aşamasında, fermantasyon sürecinde ve açım sonrasında da devam etmektedir. Mevcut kaba yem üretimimizin zaten hayvanlarımızın ihtiyacını karşılayamadığını, yeterli olmadığını düşünürsek kayıpların artması mevcut problemlerin sadece artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, kayıpların en aza indirgenmesi ve kaliteli yem elde etmek temel amaç olmalıdır.

Silajın hayvanlara yedirilmesi aşamasında yığın yada balyaların açılması sonucunda silaj içerisine sızan hava maya ve bakterilerin oksijenli ortamdaki aerobik fermantasyon etkinliğini arttırarak, kolay eriyebilir karbonhidratlar, laktik asit ve yapısal karbonhidratların parçalanmasına neden olarak siloda sıcaklığın artmasına ve bozulmaya neden olabilmektedir. Bu koşullarda kayıp, 10 gün içerisinde kuru maddenin %10'u düzeyine ulaşmaktadır . Silajlık materyalin su oranının çok yüksek olması halinde, silo suyu sızması ile kuru madde kaybı %12'ye kadar çıkabilmektedir. Bu nedenle, silo suyu sızması ile kuru madde kaybını belirleyen en önemli etken silajlık materyalin kuru madde içeriğidir (Kutlu 1995). Yemlerin siloya konma sürecinde toplam kuru madde kayıplarının %30'u besin kayıplarını belirtmişlerdir (Roth and Undersander 1995).

Yoğunluk silaj kalitesi üzerinde etkili önemli bir faktördür. Yüksek yoğunluklu bir silajda düşük porozite ve bu sebeple daha az hava olmaktadır. Düşük yoğunluklu silajlara göre kapasiteleri de yüksek olmaktadır. Bu ise, depolamadaki birim maliyeti azaltmaktadır. Ağır sıkıştırma ekipmanları yığın silajlarında kuru madde yoğunluğunu arttırmak için kullanılmaktadır. Ancak bu ufak işletmeler için her zaman pratik olarak uygulanamaz. Silaj yoğunluğunu arttırmak için parça boyu, ürün nemi, paketleme zamanı, örtünün kalınlığına da dikkat etmek gerekmektedir (Roy et. al. 2001).

Kule tipi silolarda dayanıklılığı arttırmanın doğal sonucu olarak yoğunluğu belirlemek için analitik bir model belirlemiştir. Ancak model yatay silo tipleri için uygun değildir. Yığın silolarda silaj yoğunluğunu etkileyen farklı faktörler olduğu belirtilmiştir (Pitt 1983).

Düşük yoğunluklu silolarda, hava geçirgenliği ve kayıplar daha yüksek olmaktadır. Materyal hasat nemine bağlı olarak sıkıştırmanın tam yapılamaması meydana gelen besin madde ve nitelik kayıplarının artmasını hızlandırmaktadır. Vakum tekniği ile sıkıştırmadan kaynaklanan yoğunluk kayıpları daha kontrol edilebilir şekle getirilmektedir. Özellikle süt

hayvancılığı yapan işletmelerde kaliteli kaba yem olarak kullanımı yaygınlaşan silaj yeminin önemi bu açıdan gün geçtikçe artmaktadır. Küçük hayvancılık işletmelerinin ucuz ve kaliteli bir kaba yem olan silo yemi (silaj yemi) kullanmaları ve bunun yaygınlaşması, işletmelerin daha ekonomik üretim yapabilmelerine olanak tanıyacaktır.

Hayvan beslemede oldukça önemli bir yer tutan silaj yemin, gerek yüzeysel silolarda gerek balya ve paket silaj olarak yapımında kullanılan plastik malzemelerin silaj niteliği üzerindeki etkisi bilinmektedir. yüzeysel toprak silolarda kullanılan malzemeler genelde fiziksel - kimyasal özellikleri bakımından zayıf, piyasada kolay bulunan plastiklerdir. Balya silajlarında kullanılan plastik malzemelerin %90' ı dış alım yoluyla ülkemize gelen malzemeler oluşturmaktadır. Bu nedenle balyalama maliyeti artmaktadır. Özellikle sarma sayısının artması da balya fiyatını etkilediği için az sarım sayısı uygulanmaktadır. Bu uygulama, silajların yırtılması, delinmesi veya hava almasını kolaylaştırarak düşük nitelikli balya silajlarının yapılmasını olanaklı kılar. Bu çalışma ile ülkemiz koşullarında imali yapılan silolama amacıyla kullanılabilir nitelikli plastik malzemeleri test ederek, bu sektöre uygun plastik üretimi için öneriler getirilmesi düşünülmüştür. Bu amaçla aynı kalınlığa sahip (90µ) farklı özellikte üç polietilen (PE) malzeme seçilmiştir.

Bu çalışmada; iki farklı nem düzeyinde hasat edilen mısır, farklı vakum seviyelerinde belirlenen üç farklı özellikteki torba içerisine siolanarak, kapalı depolama ortamında fermantasyon sürecine bırakılmıştır. Çalışmanın amacı, laboratuvar koşullarında silaj materyalinde meydana gelebilecek kuru madde ve yoğunluk kayıplarını saptamak ve kayıplar üzerinde kullanılan PE malzemenin ve vakumlama özelliklerinin etkilerinin olup olmadığının araştırılmasıdır.

Bu doğrultuda, ele alınan parametreler açısından seçilen torba tiplerinin silaj yapımında hangisinin uygun olduğunu belirleyerek sektöre yönelik öneri getirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Silaj yemi; hayvanlar tarafından sevilerek tüketilmesi, sindirilme oranının yüksek olması, dayanma süresinin uzun olması, ekonomikliği ve besin madde kaybının az olmasından dolayı tercih edilmektedir. Silaj yapılacak yemlerde belirli özellikler bulunmalıdır. Yeşil yemlerin kimyasal ve mekanik özellikleri hem fermantasyonu etkiler hem de elde edilecek silaj yemin yem değerini etkilemektedir. Her şeyden önce ne çok sulu ne de çok kuru olmamalıdır. Eğer gereğinden fazla kuru olursa silolama esnasında iyi sıkıştırılmazlar ve küflerin gelişmesini sağlayacak kadar hava kalır. Silo yemi, çok sulu olursa silaj çok ekşi olabilmekte hatta bozulabilmektedir (Akyıldız 1986).

Johnson et al. (2005), deneme amaçlı laboratuvar şartlarında yapılan silajlarda silo kabı olarak kullanılan cam kavanozlar ile vakum poşetlerin kullanılabilirliğini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmada, yonca ve çavdar bitkilerini kullanmışlardır. Bu bitkileri 2 ve 4 cm boyutlarında kıydıktan sonra, dört farklı yoğunlukta (0.397, 0.435, 0.492 ve 0.534 kg/dm<sup>3</sup>) ve vakum seviyelerinde (serbest dolum hacminin %60, 70, 80 ve 90'ı vakumlanarak) cam kavanozlara ve vakum poşetleri içerisine koyup, 35 gün fermantasyon sürecine bırakmışlardır. Bu süre sonunda uygulanan vakum değerlerinin ve ürün yoğunluğunun, silajın pH değeri ve laktik asit değerleri üzerinde önemli farklılıklar oluştuğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar çalışmalar sonunda, vakum poşetinin uygun bir silo kabı olduğunu ancak daha büyük çaplı üretime yönelik araştırmalar için, farklı kuru madde seviyelerinde farklı ambalajlama materyallerinin ve balya yoğunluklarının silaj üzerinde yapılacak değişik laboratuvar çalışmaları için araştırılmasını tavsiye etmişlerdir.

Toruk ve Kayışoğlu (2008), silaj paketleme makinasında farklı vakum seviyelerinin silaj kalitesine olan etkilerini araştırdıkları bu çalışmalarında, depolama süresine bağlı olarak silaj kalite sınıflarını belirlemişlerdir (Çizelge 1.4). Farklı vakum seviyelerinde (kontrol, 3C (3 atm), 5C (5 atm)) vakumlanmış örneklerin kalitesini belirlemek için farklı depolama sürelerinde fiziksel ve mikrobiyolojik olarak incelemişlerdir. Vakum uygulaması yapılmayan kontrol grubu (NC) silaj paketleri de hazırlanmıştır. Ham protein, kuru madde, pH ve organik asit analizleri her örnek için kalite faktörlerini belirlemiştir. Kaliteyi etkileyen aerobik bozulmada belirlenmiştir. Deneme sonucunda, vakum seviyesinin silaj kalitesini istatistiksel olarak önemli şekilde etkilediği bulunmuştur. Ayrıca depolama periyoduyla besin maddesi

değerlerinin de değiştiği belirlenmiştir. 5C ile gösterilen vakum seviyesine ilişkin paketlerin 80 gün sonunda da mükemmel değere sahip olduğu görülmüştür.

**Çizelge 2.1.** Farklı vakum seviyesi ve depolama süresine bağlı olarak silaj kalite sınıfı (Toruk ve Kayışoğlu 2008)

Vakum uygulaması	Flieg Puanı		
	NC	3C	5C
Silaj, 15 gün	56.6 F	66.3 G	98.9 Ex
Silaj, 45 gün	39.6 M	64.3 G	96.5 Ex
Silaj, 80 gün	19.2 B	39.7 M	95.8 Ex

Yalçın ve Çakmak (2005), farklı ürünlerin farklı nem içeriklerinde ve farklı kaplarda yaptıkları sıkıştırma denemelerinde; hacim ağırlığı değişimlerinin arpa-fiğ karışımında sıkıştırma öncesi  $0.16 \text{ gr/cm}^3$  olan hacim ağırlığı 10 bar basınç altında daire kaptta  $0.75 \text{ gr/cm}^3$ 'e yükselirken, en yüksek hacim ağırlığının 40 bar basınç altında kare kaptta  $1.17 \text{ gr/cm}^3$ 'e ulaştığını saptamışlardır. Nem içeriğinde sıkıştırma oranının en yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Mısır bitkisinde % 68.5 nemde 10 bar basınç seviyesinde % 66.7, 40 bar basınç seviyesinde % 77 sıkıştırma oranı saptarken, % 75.4 nemde 10 bar basınçta % 67.5, 40 bar basınç altında ise % 77.8 sıkıştırma oranı elde etmişlerdir. Sıkıştırmaya bağlı olarak incelendiğinde su çıkışında, 10 bar basınç altında yonca hariç arpa-fiğ ve mısır silajlarında su çıkışı olmamıştır. 20 bardan büyük sıkıştırma basınçlarında su çıkışının hız kazandığı, buna bağlı olarak su çıkışı yönünden bakıldığında 20 bardan yüksek sıkıştırma basıncının uygulanmaması gerektiğini belirtmişlerdir.

Bilgen ve ark (1997b), ot balya silajı yapımı üzerine yapmış oldukları çalışmalarında, arpa-fiğ karışımı ekili olan tarlada, hasat olgunluğuna gelen bitkileri önce ot biçme makinesi ile biçmişler daha sonra sıkı ve gevşek olmak üzere iki değişik basınçta balyalamışlardır. Bu balyaları plastik torba içerisine koyup, süt sağım makinesinin vakum ünitesi ile torba içindeki havayı alarak torbaların ağızlarını kapatmışlardır. 30 günlük fermantasyon süresi sonunda sıkı kapatılmış balyalarda herhangi bir bozulma görülmezken, gevşek kapatılmış balyalarda fiğ yapraklarında kararmalar görülmüştür. Çalışmanın sonucunda araştırmacılar; ot balya silajının uygulanabilir olduğunu, ancak ambalajlama işlemine önem verilmesi ve bu konuda ileriye dönük çalışmalara devam edilmesi gerektiği vurgulamışlardır.

Savoie et al. (2002), mısır, yonca ve çim silajında depolama nemi, kıyım boyutu ve sıkıştırma basıncının, silaj kalitesi ve silo suyu çıkışı üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, yaklaşık 5.2 L hacimli PVC malzemedan yapılmış 10 cm iç çap ve 66 cm yüksekliğe sahip, üstten kapaklı, alt taraftan ise 9 mm çapında bir tahliye borusu takılı olan silolar kullanılmıştır. Mısır bitkisi, ekimden 94 gün sonra %76 nemde ve 108 gün sonra %72 nemde hasat edilmiş, iki farklı boyutta kıyılmış (tek kıyım 12,7 mm ve çift kıyım 11,6 mm) ve iki farklı basınç değerinde sıkıştırılarak (200 ve 480 kPa) silolara doldurulmuştur. 35 günlük fermantasyon sürecinde silo suyu çıkışı gözlenmiş ve 35. günde açılan silajların yem niteliğine bakılmıştır. Çalışma sonucunda araştırmacılar, Tek kıyım işleminde kıyılan silaj örneklerinde silo suyu çıkışı %1,4 iken, çift kıyım işleminde bu değer %2,9'a yükseldiğini silajların pH değerlerinin 3,9-4,1 arasında değiştiğini, %72 nem düzeyinde hasat edilerek silolanan örneklerde silo suyu çıkışı %1 iken, %76 nem düzeyinde silolanan örneklerde bu değer %3'e çıktığını, 200 kPa basınç uygulanan silolarda %1,47 olan silo suyu çıkışının 480 kPa basınç uygulanan örneklerde %2,17 değerine yükseldiğini saptamışlardır. Araştırmacılar silo suyunun yüksek korozyon etkisinin olduğunu, silo suyu içindeki kuru madde oranının %8-11 arasında değişiklik gösterdiğini, bu nedenle silo suyu çıkışının hiç olmaması veya minimum seviyede kalması gerektiğini, bunun içinde silajı yapılacak bitkinin %70 nemin altında hasat edilerek silajının yapılmasını önermektedirler.

Bilgen ve ark. (2005), paket silaj yapımı ile ilgili çalışmalarında mısır silajının paketlenmesinde kullanılan PE rengi, vakum uygulaması ve hazırlanan paketlerin farklı depolama ortamlarında fermantasyona bırakılmasının elde edilen silaj yemi niteliği üzerine etkileri saptanmaya çalışılmıştır. Çalışma sonucunda; mısır silaj yemi niteliği üzerine PE rengi, vakum uygulaması ve PE torbaların farklı depolama ortamında (açık ve kapalı) fermantasyona bırakılmış olmasının herhangi bir olumlu ya da olumsuz etkide bulunmadığı saptanmıştır.

Çakmak ve Yalçın (2005), silaj yemin paketlenmesi mekanizasyonunda kullanılan PE malzemelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi adlı çalışmalarında, silajlık kıyılmış kaba yemin torbalamasında kullanılan farklı katkı ve karışım oranlarına sahip üç farklı PE ambalaj malzemesinin depolama süresi sonundaki mekanik özellikleri araştırılmıştır. Silajın konulduğu torbalar üç ayrı tip PE malzeme ve farklı katkı malzemeleri kullanılarak yapılmış, açık ve kapalı olarak belli bir süre depolanmıştır. Depolama süresi sonunda torbalar açılarak kullanılan malzemeler ait mekanik özellikleri çekme dayanımı ve % kopma uzaması olarak

belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, ele alınan tüm PE malzemelerin silajın paketlenmesinde kullanılabileceği belirlenmiştir. Ancak bunların içinde Tip 2, düşük malzeme maliyeti nedeniyle tercih edilebileceği belirtilmiştir.

Toruk ve ark. (2009), farklı depolama koşulları altında balya silajlarındaki renk değişimlerini inceledikleri çalışmalarında; silaj yüzey renginin parça boyu (4-8 cm), PE rengi (siyah-beyaz), depolama koşulları ve sarma katına bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini saptamışlardır. Beyaz renk ile sarılan balya silajlarının renk özelliklerinin olumlu yönde artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Snell ve ark. (2003) beyaz renk ile sarılan balyaların siyah, yeşil gibi koyu renkli sarılan balyalara oranla daha parlak olduğunu belirtmişlerdir. Sarma katının artması ile de renkler olumlu etkilendiğini, 8 cm parça boyuna sahip balyaların renk özelliklerinin daha iyi olduğunu ve kapalı ortamda depolama koşullarında silaj renginin istenen oranda iyi olduğunu ölçmüşlerdir.

Toruk ve ark. (2010), aerobik stabilite süresince paket silajlarında renk değişimi çalışmasında, paket silajlarda açım sonrası silaj yüzeyinin renginde meydana gelen değişim ile bazı kimyasal ve mikrobiyolojik parametreler, altı günlük aerobik stabilite süresince izlenilmiştir. Kontrol (K), Silo-king firma dozu (RF), silo-king çift doz (R2), Simsilaj firma dozu (SF) ve Simsilaj çift doz (S2) olarak uygulamalar belirlenmiştir. Mısır bitkisi, silaj paketlenme makinası ile 3 kg plastik torbalara vakumlanarak paketlenmiştir. Doksan günlük depolama sonrasında açılan örneklerden aerobik stabilite süresince CIE Lab renk sisteminde renk analizleri yapılmıştır. Deneme sonucunda, aerobik stabilitenin silaj yüzey rengi üzerine etkisi önemli bulunmuş olup ( $p < 0.05$ ), en düşük renk değişimi ( $\Delta E$ ) 8.96 olarak S2 uygulamasında görülürken, renk değişimi en yüksek sıcaklık ve pH değerinin olduğu 96 saatte olduğu belirtilmiştir. En yüksek CO<sub>2</sub> değerleri firma dozu uygulamalarında bulunmuştur.

Ashbell et al. (2001), küçük ölçekli hayvancılık işletmeleri için plastik torbalarda silaj yapılabilişliğini araştırmışlardır. Çalışma üç aşamalı yürütülmüştür. Birinci aşamada, dört farklı plastik torba tipinde [(0,17 mm kalınlığında polyester+polietilen), (0,19 mm kalınlığında polipropilen + polietilen), (0,40 mm kalınlığında polyester+naylon) ve (0,57 mm kalınlığında polyester)] O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> geçirgenliği test edilmiştir. O<sub>2</sub> geçirgenliği sırasıyla 43, 94, 234 ve 288 ml.m<sup>-2</sup>/24h, CO<sub>2</sub> geçirgenliği sırasıyla 420, 2650, 4012 ve 4463 ml.m<sup>-2</sup>/24h olarak ölçülmüştür. İkinci aşamada silajlık mısır bitkisi %28 kuru madde oranında hasat

edilmiştir. Ortalama 1 cm boyutunda kıyılmış mısır bitkisi ve yaklaşık 10 kg ağırlığında mısır hasılı plastik torbalara doldurularak, fermantasyon sürecine bırakılmıştır. Silolama başlangıcından 4 ve 9 hafta sonra örnekler açılıp silajların yem niteliğine bakılmıştır. Tüm torba tiplerinde silajların iyi nitelikli ve hayvan besleme için uygun silajlar olduğu saptanmıştır. Silajların 4. ve 9. hafta sonundaki kimyasal analiz sonuçları ise kuru madde oranları %26-28, pH düzeyleri 3,8-3,7 ham protein oranları %8,2-10,9 laktik asit oranları %0,16-3,0 ve asetik asit oranları %0,10-2,2 olarak ölçülmüştür. Çalışmanın üçüncü aşamasında en iyi sonuçların alındığı birinci tip (0,17 mm kalınlığında polyester+polietilen) plastik torbalara, %30 kuru madde oranına sahip süt olum dönemindeki buğday hasat edilmiş ve yaklaşık 1 cm boyutunda kıyılıp 8 kg ağırlığında doldurularak 6 ay süre ile depolanmıştır. Depolamanın başlangıcından itibaren her ay örnekler açılıp kimyasal analizler yapılmıştır. 6. ay sonundaki sonuçlarda silajların iyi kalitede olduğu ve ağırlık kaybının %3'den daha az olduğu gözlenmiştir. Çalışma sonunda araştırmacılar; incelenmiş olan tüm plastik torba tiplerinin silaj yapımı için uygun olduğunu belirtmişlerdir.

Kavalcıoğlu (2008), yonca balya silaj yapım aşamasındaki farklı uygulamaların, silaj yem kalitesine etkisini araştırmıştır. Uygulamalar, 4 ve 8 cm parça boyu, 16 ve 20 balya sarma katı ve siyah ve beyaz iki farklı plastik film şeklinde olmuştur. 72 günlük depolama sonrası yem analizleri için balyalar açılmıştır. Alınan örneklerde asetik asit, laktik asit, ham kül, pH, ham selüloz ve ham protein analiz içerikleri saptanmıştır. Balya sarma katı ve parça boyunun silaj kalitesi üzerine önemli bir etkisinin olduğu, ancak film renginin önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür. En iyi silaj kalitesi balya sarma katı 20 ve parça boyu 8 cm olduğu koşullarda elde edilmiştir.

Shinners et al. (2007), silajlık mısır bitkisinin farklı nem oranlarında hasat edilmesi, kıyılması ve depolanmasının silajın yem niteliği ve silo kayıpları üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında, %42, %47 ve %55 üç farklı nem düzeyinde hasat ettikleri mısır bitkisini üç farklı kıyma boyutunda (6,4 mm, 12,7 mm ve 19,1 mm) kıyıp plastik torba silo ve streç film şeklinde ambalajlayıp, içeride ve dışarıda depolayarak fermantasyon süreci sonunda silajların içeriklerine ve silo kayıplarına bakılmıştır. Çalışma sonunda araştırmacılar; birinci ve üçüncü hasat nem seviyesinde yapılan silajların pH seviyelerinin istatistiksel olarak önemli olduğunu ( $p < 0,05$ ), plastik torba silolarda 4,3 olan pH düzeyinin streç film ile sarılmış olan balyalarda 4,9'a yükseldiğini, yaklaşık sekiz aylık depolama süresi sonunda içeride



depolanmış olan örneklerde ortalama %3,3 olan kuru madde kaybı görülürken, dışarıdaki örneklerde %18,1'e kadar yükseldiğini ifade etmişlerdir.

Paillat ve Gaillard (2001), silaj balyalarının ambalajlanmasında kullanılan polietilen (PE) streç filmlerin, tropikal ve ılıman iklim koşullarında, hava geçişine karşı direncini saptamak amacıyla bir laboratuvar çalışması yapmışlardır. Araştırmacılar, üç farklı renkte (beyaz, siyah ve açık yeşil) ve iki farklı genişlikteki (50 ve 75 cm) sekiz farklı streç filmi, 1 ve 3 kat sararak hava geçişine karşı direncini ölçmüşlerdir. En düşük hava geçiş miktarı 0,18 mbar min L-1 değeri ile üç kat sarılan siyah renkli 75 cm genişlikteki streç filmde görülürken en yüksek hava geçişi 0,39 mbar min L-1 değeri ile 3 kat sarılan 50 cm genişliğindeki beyaz renkli streç filmde görülmüştür.

Muck and Holmes (2000), yığın silolar için rapor ettikleri modelde, 2500 kg ağırlığındaki traktör ile  $90 \text{ kg/m}^3$  KM yoğunluğu, 4500 kg ağırlığındaki traktör ile çalışmalarda  $160 \text{ kg/m}^3$  KM yoğunluğu saptamışlardır. Sıkıştırma sırasında traktör ile kullandıkları iki farklı hız değerinin (2-4 km/h) yoğunluk üzerine etkisi olmadığını belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmalarında kuru madde yoğunluklarını ( $106$  to  $434 \text{ kg/m}^3$ ) aralıklarında belirlemişlerdir. Yoğunluk üzerine etkili olan en önemli dört unsuru traktör ağırlığı, bir ton yemi sıkıştırmak için harcanan zaman, tabaka kalınlığı ve kuru madde içeriği olarak açıklamışlardır. Çift lastik kullanımının önemli bir etki yapmadığını da belirtmişlerdir. Yoğunluk değişiminin basınç, ürün prosesi ve tabaka kalınlığında önemli derecede etkilenirken, sıkıştırma süresinden daha az etkilendiğini açıklamışlardır.

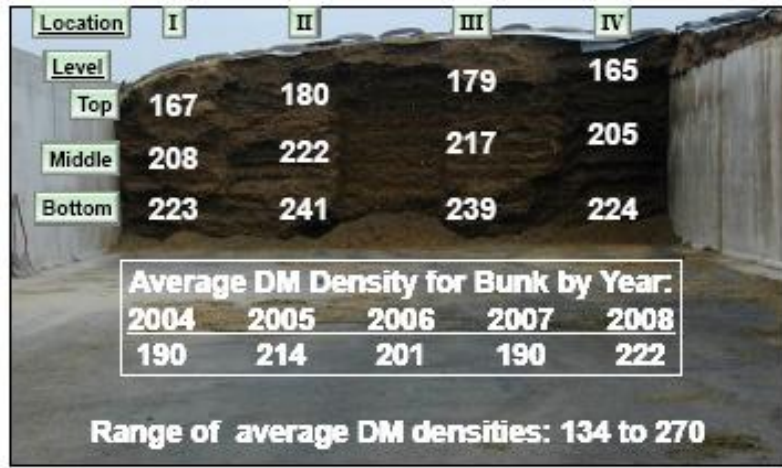
Savoie et. al. (2004), yığın silolarda silaj yoğunluğunu ölçmek için 0.15, 0.30, 0.45, ve 0.60 m dört farklı katmanda 20 ve 80 kPa basınç uygulamışlardır. 1 ve 10 s. arasında sıkıştırma sürelerinde farklı testler yapmışlardır. İlk yoğunluğu 0.30 m de ortalama  $95 \text{ kg KM/m}^3$ , en yüksek sıkıştırma yoğunluğu 169 and 261  $\text{kg KM/m}^3$  olarak hesaplamışlardır.

Uygulanan vakum değerlerinin (Toruk ve Kayısoğlu 2010) ve ürün yoğunluğunun, silajın pH değeri ve laktik asit değerleri üzerinde önemli farklılıklar oluştuğunu tespit etmişlerdir (Johnson et al. 2005).

Amours and Savoie (2005), geleneksel 6 adet yığın siloda yapım ve sonraki aylarda da farklı noktalardan silaj içindeki yoğunluk değişimlerini incelemişlerdir. Kuru madde yoğunluğunu 180 ile 360 mm arasındaki yüksekliklerden 115 ile 361  $\text{kg KM/m}^3$  arasında

(ortalama 234 kg KM/m<sup>3</sup>) değiştiğini saptamışlardır. Yüzeyden alınan örneklerde saptanan yoğunluk tabandan alınan örneklere göre % 23 daha az yoğunluğa sahip olduğu görölmüştür. Merkeze yakın olan örneklerin ise duvara yakın olan örneklere göre % 7 daha fazla yoğun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca hububat yüzdesi ve silaj yüksekliğine bağlı olarak yoğunlukla arasında sıkı bir korelasyon ( $R^2 = 0.945$ ) saptamışlardır.

Griswold et. al. (2009). Beş yıllık yürüttükleri projede 103 yığın siloda kuru madde ve mısır silajının yoğunluğu arasında bir ilişki araştırmışlardır. Ortalama kuru madde yoğunluğu ve kuru madde içeriği ile yıllara göre ikinci dereceden bir ilişki ( $P < 0.0001$ ,  $R^2 = 0.13$ ) saptamışlardır. Yoğunluk genel olarak örneğin alındığı bölgeye göre değişim göstermiştir. Yoğunluk, kuru maddeye göre silajda daha önemli bir etken olarak belirtilmiştir. şekil 2.1. de yığın içerisindeki örnekleme yapılan lokal alanlara göre yoğunluk değişimi görölmektedir.



şekil 2.1. Yığın içerisindeki yere bağlı olarak yoğunluk değişimi

(Lee and Griswold 2011), kuru madde kaybının dört tipini belirtmiştir. Bunlar; fermantasyon kayıpları, sızıntı kayıpları, yüzeyin bozulması ile yaşanan kayıplar ve besleme kayıplarıdır. Fermantasyon ve sızıntı kayıplarının ise yoğunluk ve kayıp arasında ilişkiye göre çözümlenebileceğini belirtmiştir. Kuru madde kayıplarını önde % 9.2, arka taraftan % 7.3 daha fazla saptamıştır. Yoğunluk, kayıp ile ters ilişkilidir. Artan yoğunluk ile kuru madde kayıplarının daha azalacağını ifade etmiştir. Genel olarak silajın yoğunluğunu etkileyen faktörleri;

- Silajın derinliği ve duvar yüksekliği,
- Tabaka kalınlığı,
- Hazırlama süresi,

- Kuru madde içeriği,
- Parça boyu,
- Proses,
- Hasat dönemi,
- Traktör sayısı,
- Ortalama traktör ağırlığı,
- Lastik basıncı olarak sıralamıştır.

Ruppel (1992), yonca silajı için kuru madde kayıplarını ölçerek, kayıp ve yoğunluk arasında bir eşitlik geliştirmiştir. Yığın ve sosis silajlarda kuru madde yoğunluğu arttıkça, kuru madde kaybının azaldığını saptamıştır (Çizelge 2.2). Artan yoğunluk ile birim depolanan ürün maliyetinin azaldığını, depo kapasitesinin yükseldiğini belirtmiştir.

**Çizelge 2.2.** Silaj yoğunluğuna göre kuru madde kayıpları (Ruppel 1992)

Kuru madde yoğunluğu (lbs DM/ft <sup>3</sup> )	Kuru madde kaybının 180 gün (%)
10	20.2
14	16.8
15	15.
16	15.1
18	13.4
22	10.0

Holmes and Muck (2008), silajda aşırı kuru madde kaybının yaşanmaması için minimum kuru madde yoğunluğunun 240 kg DM/m<sup>3</sup> (15 lbs DM/ft<sup>3</sup>) olması gerektiğini önermişlerdir. Kuru madde içeriğinin artmasına bağlı olarak porozitenin arttığını, hacim ağırlığının artmasına bağlı olarak porozitenin azaldığını belirtmişlerdir.

Çakmak vd. (2013), İki farklı kıyma boyunda hasıl mısır (13 - 17 mm) ve geleneksel siloda 2 ay fermente olmuş mısır olmak üzere üç farklı örneği, bir paketleme tesisinde 130, 150 ve 160 bar basınç altında 40 kg'lık polietilen torbalar kullanılarak paketlenildikten sonra 2, 4, 6 ve 12 ay süre depolamışlardır. Silaj kalitesi üzerine paketleme basıncı, depolama süresi ve silaj materyalinin tipinin etkisini araştırmışlardır. Bu çalışma ile silajlık hasıl mısırın kıyıldıktan sonra 150 bar basınç altında hemen paketlenmesi ve 4 ay süreyle depolanması ile

yüksek besin içerikli-çok iyi kalitede silaj elde edilebileceğini ortaya koymuşlardır. Mısır bitkisinin fermente olduktan sonra paketlenmesine gerek olmadığı, hasılın kıyılıp paketlenmesiyle kaliteli bir silaj elde edilebileceği, aynı zamanda saklanabileceği ortaya konmuştur.

Martin et. al. (2004), yoğunluğu etkileyen faktörlerden birisinin de kullanılan ekipman olduğu bildirilmiştir. İki yıl süre ile yığın ve 47 sosis tip silo yapımında kuru madde kaybı ve yoğunluk üzerine araştırmalar yapmışlardır. Kullanılan ekipmanların silaj yoğunluğu üzerine etkilerini saptamışlardır. Kullanılan traktörün boyutu ve operatörden kaynaklanan değişimin etkisi ifade edilmiştir.

Bilgen ve ark. (2005), plastik rengi, vakum uygulaması ve bekletme şeklinin paket mısır silaj yemi kalitesi üzerine etkilerini inceledikleri araştırmalarında; farklı plastik rengi, vakum uygulaması ve bekletme şeklinin silo yeminin kalitesi üzerine olumlu ya da olumsuz bir etkisinin olmadığı belirlemişlerdir. Bu nedenle özellikle küçük hayvancılık işletmeleri açısından paket silo yemi kullanımının, özellikle yemleme ve taşıma kolaylığı nedeniyle geleneksel silo yemine alternatif olabileceğini ifade etmişlerdir.

Yıldız (2008), farklı koşullarda paketlenmiş mısır küçük balya silajı yapımı için uygun parametrelerin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, mısır bitkisini, %70 ve 60 nem seviyelerinde hasat ederek, hasat anında 1,5 ve 4 cm boyutlarında kıyıp, elde edilen mısır hasılı 200, 400 ve 600 kPa basınç seviyelerinde sıkıştırılarak balya haline getirilmiştir. Balyalar, vakum poşetlerine konmuş, yarısı 760 mbar vakum seviyesinde vakumlanmış, diğer yarısı ise vakumlanmadan ağızları kapatılmıştır. İki ayrı depolama ortamında (Kapalı depoda ve açık alanda örtü altında) depoladıkları mısır hasıl balyaları, fermantasyon sürecinin 20. ve 60. gününde açılıp, fiziksel değerlendirme ve kimyasal analizlerine bakılarak, silajların yem niteliğine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, tüm silajların, yem niteliği yüksek olduğu belirtmiştir. Mısır balya silajı için en uygun hasat döneminin hamur olum dönemi olduğunu, vakum poşetinin, hava geçişine izin vermediğinden, balya silajı için uygun bir ambalaj malzemesidir.

Savoie et. al. (2006), mısır silajının kuru madde kaybı üzerine depolama süresi (1, 2 ve 6 ay), derinlik, örtü ve yoğunluğunun etkisinin araştırıldığı çalışmalarında, % 37 KM de hasat edilen mısır hasılı 10 mm boyutunda kıyarak mini silolarda 160, 240 ve 320 kg KM/m<sup>3</sup> olacak şekilde silaj yapmışlardır. Kuru madde kayıpları sırasıyla % 25.9, 15.9 ve 9.1 oranında

bulunmuştur. İyi kapatılan silolarda minimum kuru madde kaybı olduğunu belirtmişlerdir. Koruma zayıfladığında, yoğunluk azaldığında kuru madde kaybının artma eğiliminde olduğu ifade edilmiştir.

Toruk ve ark. (2009), farklı sıkıştırma koşullarında ve farklı olgunluk dönemlerinde ayçiçeği silajlarında yoğunluk, porozite ve geçirgenlik oranlarını araştırmışlardır. Ayçiçeği (*Helianthus annuus L.*) çiçeklenme başlangıcı (% 78), süt olum (% 70) ve geç olum döneminde (% 64) hasat edilmiştir. Hasat edilen kıyılmış materyal mini silolarda biri kontrol olmak üzere beş farklı uygulamaya tabi tutulmuştur. 150 kPa, 248 ve 498 kPa sıkıştırma kuvveti uygulanmıştır. Bir örnek için vakum uygulaması yapılmıştır. Laboratuvar ortamında oluşturulan düzenek yardımıyla porozite ölçümleri yapılmıştır. Porozite, geçirgenlik (permeabilite) ve yoğunluk olgunluk dönemi ve sıkıştırma uygulamalarından etkilendiğini ifade etmişlerdir. En yüksek yoğunluk, (Savoie 2003) düşük porozite değerine sahip olan örneklerde saptanmıştır. En yüksek geçirgenlik ise, düşük kuru madde içeriğine sahip geç olgunluk döneminde hasat edilen örneklerde bulunmuştur.

Toruk et. al. (2009), ayçiçeği silajının kalitesi üzerine olgunluk dönemi ve sıkıştırmanın etkisi araştırdıkları bu çalışmalarında, silaj kalitesini saptamaya yönelik ele aldıkları parametrelerde kalite sınıfı en iyi olan örneklerin süt olum döneminde hasat edilen ve 498 kPa sıkıştırma kuvveti uygulanan örneklere ait olduklarını saptamışlardır. Ayçiçeği bitkisi olgunluk döneminde % 10-12 ham protein (HP) içerirken mısırdaki % 8 HP (Garcia 2002) bulunduğu ve silaj yapımında alternatif bir bitki olduğu belirtilmiştir. Uygulanan sıkıştırma kuvvetinin artmasına bağlı olarak ölçülen parametreler pozitif yönde değişmiştir.

Polietilene zeolit eklenmesinin filmin gaz geçirgenliğini artırdığı gözlemlenmiş, eklenen zeolit parçacıklarının büyüklüğünün artması ile karbondioksit geçirgenliğinin oksijen geçirgenliğine göre fazla olmasını sağlamıştır (Esin ve Dirim 2000).

Amerika Birleşik Devletlerinde, Ever-Fresh adlı firmanın pazarladığı filmler ile ilgili verdiği bilgilere göre filmler etilen gazını emme özelliğine sahiptir (Zagory 1995). Bu filmlerin raf ömrünü uzatan, paket içinde uygun nem ve gaz bileşimi oluşturduğu belirtilmektedir. Filmlere eklenen filmler içine yerleştirilmiş gözenekli taneciklerin etkisiyle (zeolitler, volkanik kayalar ya da ufalanmış kayalar gibi) paketleme malzemesi yeterli oksijen ve karbondioksit değişimini sağlamıştır (Rooney 1995).

Aktif ambalajlama ile raf ömrü ve gıda güvenliğini artırmak amacıyla son zamanlarda tüm dünyada kullanılan ambalajlama tekniğidir. Bu teknikte antimikrobiyal ve/veya antioksidan etki vb. etkiler sağlamak amacıyla farklı yöntemler kullanılmaktadır. Örneğin fonksiyonel ajanların paketlemede kullanılan film içerisine katılmasıyla, filmin iç yüzeyi fonksiyonel ajanı içeren bir tabakayla kaplanmasıyla, ambalaj içerisine istenilen fonksiyonu yerine getirecek ajanı barındıran küçük paketçiklerin yerleştirilmesi şeklinde aktif ambalajlamada uygulamaları yaygındır (Quintavalla and Vicini 2002).

Karaçalı ve ark. (2003), kuru kayısı meyvelerinin kitlesele depolama olanaklarının araştırıldığı çalışmada meyveleri kapalı kasa (40x40x90cm), açık kasa (%5 açık olan 40x40x90cm), bez çuval (50kg), PE torba (40x60cm) ve mukavva kutu 12 kg olmak üzere beş farklı ambalajlara yerleştirilmiştir. PE torba meyveleri ortamdan en az etkilenmiş olup en düşük su miktarı göstermiştir.

Brody (1970) de güneşte kurutulan meyvelerde genelde karton kutu veya yağlı kağıtla kaplanmış kutuların tercih edildiğini ancak özellikle hem dekorasyon hem de nem transferini azaltmak amacı ile selofan ve/veya polietilen malzemelerin kullanabildiğini bildirmektedir.

Polimer malzemeler, hafif ve kolay şekillendiğinden dolayı endüstriyel alanlarda tercih edilirken mekanik özellikleri yüksek olmadığı için nano ya da mikro boyutlu inorganik partiküller (Brenier 1998) takviye edilmektedir (Kasama 2008). Bu tip kompozitlerin kullanımı otomotiv, uçak, uzay gibi farklı alanlarda hızla artış göstermektedir. Nano boyutlu inorganik partiküller ile polimerin mekanik, fiziksel, optik, kimyasal, elektriksel özellikleri mikro boyutlu inorganik partiküllere oranla daha çok geliştirilebilmektedir (Altan ve ark. 2011).

Plastik ürünlerin hava ile temasıyla birçok bakteri bu ürünlere bulaşabilmektedir. Antimikrobiyal özellik göstermeleri için ergiyik karışımı yoluyla bu polimerlere bazı antibakteriyel ajanlar katılarak plastik ürünlerin steril olarak kullanımları mümkün olabilmektedir (Sauvet 2000).

Metaller, alüminyum kağıdı, kağıt, plastik filimler, tahta, yenilebilir filimler ve bunların bir araya gelmesiyle oluşmuş bileşik malzemeler, paketleme malzemesi olarak gıda ambalajında kullanılmaktadır. Paketleme malzemesinin seçimi yapılırken öncelikle ürünün fiziksel ve kimyasal özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır (Mathlouthi ve Leiris 1990).

Paket içinde tüketilen ve üretilen gaz miktarı paketin gaz geçirgenliğine eşitse bu iki gaz için denge miktarlarına ulaşılır. Bu denge sıcaklık, solunum hızı, ürün miktarı, filmin gazlara karşı geçirgenliği, paketin içindeki boş hacim ve film alanına bağlıdır (Kader ve ark. 1989). Kapalı ambalajlarda (PE torba) ambalaj içerisinde nem miktarı değişimi çok sınırlıdır. Açıklık arttıkça, etkilenme de arttığından, ambalaj içerisinde değişimler artar (Karagözoğlu ve Köylü 1991).

Plastik filmler, metal ve camın sağladığı oksijen bariyeri özelliğini sağlayamazlar. Bu filmlerin gazlara karşı olan düşük miktardaki geçirgenlikleri hasattan sonra da yaşamsal faaliyetlerini sürdüren taze meyve ve sebzeler gibi ürünler için olumlu bir durumdur (Esin ve Dirim 2000).

Avrupa Birliği (EU) ülkelerinde siloların kapatılması ve silaj balyalarının ambalajlanması amacıyla yıllık yaklaşık 93.800 ton plastik filmin kullanıldığını, bu nedenle üründe bozulmaya fırsat vermeden, örtü kalınlığını azaltmanın başarılması halinde, kullanılan plastik miktarının da önemli ölçüde azalacağını ifade etmektedirler (Snell et al. 2000). Silaj yapımında kullanılan plastik örtünün kalınlığının, hava geçişine karşı direnci, depolanan silajın yoğunluğu, kuru madde içeriği ve depolama süresinin fonksiyonları üzerine etkili olduğunu ifade etmektedir (Savoie 1998). Paketleme amacıyla kullanılan plastiğin kimyasal bileşimi ve kalınlığı da silaj kalitesi üzerine önemli derecede etkili olduğu bildirmişlerdir (Keller et al. 1998). Özellikle paket olarak silajlarda kullanılan plastik malzemelerin mekanik özellikleri (Çakmak ve Yalçın 2005), rengi ve geçirgenlik değerleri silaj kalitesi üzerinde önemli etkiye sahiptir (Snell et al. 2002).

Balyaların sarılmasında düşük yoğunluklu polietilen (PE) plastik malzemeler kullanılmaktadır. Bu malzemelerin geçirgenlik değerleri balya kalitesi için önemlidir (Borreani and Tabacco 2008). Balya silajlarının sarılmasında kullanılan PE plastiklerin incelikleri, sarma sayıları da silaj kalitesi ve fermantasyon üzerine etkili parametrelerdir (McNally vd. 2005).

Sarma sayısı olarak genellikle dört kat olarak uygulanmaktadır. Bu, balyaların tekrar anız üzerine bırakıldığı sistemlerde büyük oranda delinme problemlerinin artmasına ve balyaların bozulması ile kayıpların artmasına neden olmaktadır (Toruk 2009a). Özellikle dört yerine altı yada sekiz kat sarılan balya silajlarında maya ve küf gelişiminde önemli azalmalar saptamışlardır (Keller vd. 1998).

Paketlenmiş silajı yapılacak bitki, geleneksel silaj üretiminde olduğu gibi aynı yöntemlerle yetiştirilir. Dikkat edilecek en önemli husus, silajı yapılacak bitkinin hasat zamanıdır. Depolama süresince silo suyunun problem yaratmaması için kuru madde miktarının en uygun zamanında hasadın yapılması gerekir (Mc Cormic et al. 2002). Paketlenmiş mısır balya silajı yapımı için sıkıştırma işlemi önemli bir aşamadır. Ancak sıkıştırma değerinin artırılması ile silaj kalitesinin de sürekli artacağı gibi yanlış bir düşünceye kapılmamak gerekir. Önemli olan hasat nemi ve kıyma boyutuna uygun sıkıştırma basıncı uygulayarak, silaj örneklerinden silo suyu çıkışına fırsat vermeden sağlıklı bir fermantasyon süreci ile kaliteli bir silaj elde etmektir (Yıldız 2008).



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Araştırmada materyal olarak; silajlık mısır, vakum makinası, torba malzemesi, hassas terazi, dereceli silindir, pH metre kullanılmıştır.

##### 3.1.1. Silajlık mısır bitkisinin özellikleri

Araştırma materyali olarak Trakya bölgesinde yoğun olarak silajı yapılan Pioneer 32K61 mısır çeşidi kullanılmıştır. Mısır çeşidine ilişkin özellikler Çizelge 3.1' de verilmiştir. Silajlık kullanılan mısır bitkisinin deneme alanındaki resmi Şekil 3.1' de gösterilmiştir.

**Çizelge 3.1.** Pioneer 32K61 silajlık mısır çeşidi

Özellik	Değer
Bitki boyu (cm)	236
İlk koçan yüksekliği (cm)	87
Koçan sayısı (adet)	1.6
Bin tane ağırlığı (g)	303.4
Koçan uzunluğu (cm)	19.8
Hektolitresi	Yüksek

Pioneer 32K61 hibrit çeşidi bitkisel özellikleri, morfolojik gelişimi ve yem verimleri yönünden silaj üretimi için önerilmiştir (Erdoğan ve Altınok, 2003, Şirikci 2006).



**Şekil 3.1.** Silajlık mısır bitkisi deneme alanı

Silajlık mısır deneme alanı Tekirdağ ili Yeşilsırt köyünde seçilmiştir. Silajı yapılacak mısır bitkisi iki farklı hasat döneminde hasat edilmiştir. Çizelge 3.2'de hasat tarihleri verilmiştir.

**Çizelge 3.2.** Hasat tarih ve nem içerikleri (%)

	Hasat tarihi	Nem içeriği (%)	KM (%)
Hasat 1	5 Eylül 2012	70	30
Hasat 2	26 Eylül 2012	55	45

Silajlık mısır hasadı kiralama usulü ile kullanılan JD 7450 kendi yürür tip sıra bağımsız silaj makinası ile yapılmıştır. Şekil 3.2' de çalışmalar sırasındaki mısır silaj makinesine ait bir resim, Şekil 3.3.' de deneme alanındaki çalışmalardan örnek gösterilmiştir. İki hasat işleminde de aynı makine kullanılmıştır. Silaj makinesine ilişkin teknik özellikler Çizelge 3.3'de verilmiştir.



**Şekil 3.2.** Silajlık mısır hasadı



**Şekil 3.3.** Deneme alanındaki çalışmalar

Mısır silaj makinesi çalışmalarda üretici koşullarında uygulanan koşullar esas alınmıştır. İlerleme hızı, parça boyu üzerinde herhangi bir değişiklik uygulanmamıştır. Kıyılan materyaller önceden saman serilerek hazırlanan düz zemin üzerine yığılarak ezilmiştir. Örnekler vakumlanmak üzere kıyılmış materyallerden alınmıştır.

**Çizelge 3.3.** Denemelerde kullanılan mısır silaj makinesine ilişkin teknik özellikler

Teknik Özellik	Değer
Marka	John Deere
Model	JD 7450
Tip	Sıra bağımsız
İş genişliği (mm)	3300
Genişlik (mm)	3450
Yükseklik (mm)	6200
Uzunluk (mm)	6620
Ağırlık (kg)	11580
Kesme uzunluğu (mm) 40 bıçak	6-26
48 bıçak	5-22
56 bıçak	4-19
Devir (d/d)	1000

Kıyılan mısır örnekleri alınarak vakumlama ve paketlenme işlemlerinin yapılması için Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Laboratuvarına taşınmıştır.

### **3.1.2. Vakum makinesi**

Örneklerin vakumlanarak paketlenmesi amacıyla Şekil 3.4' de gösterilen vakum makinesi kullanılmıştır. Laboratuvar tipi CAS CVP 260 PD marka kullanılan vakum makinesine ilişkin teknik özellikler Çizelge 3.4' de verilmiştir. Üç farklı vakumlama seviyesinde (0,07MPa, 0,1MPa ve -0,1MPa) vakumlama işlemi yapılmıştır.



Şekil 3.4. Vakum makinesi

Çizelge 3.4. Vakum makinesine ait teknik özellikler

Teknik Özellikler	Değeri
Model	CAS 260 PD
Makine Ölçüsü (mm)	480×330×320
Bölme Ölçüleri (mm)	385×280×90(50)
Mühürleme Ölçüleri (mm)	260×8
Pompa kapasitesi m <sup>3</sup> /h	10
Brüt Ağırlık (kg)	44
Net Ağırlık (kg)	36
Paket Ölçüleri (mm)	570×440×460

### 3.1.3. Torba malzemesi

Paketleme amaçlı kullanılan polietilen plastiklerin farklı tipleri bulunmaktadır. Bunlar; düşük yoğunluklu *Low-density polyethylene (PE-LD veya LDPE)*, yüksek yoğunluklu *High-density polyethylene (PE-HD veya HDPE)* ve Lineer düşük yoğunluklu polietilenler *Linear low-density polyethylene (PELLD)* olarak ayrılmaktadır.

En önemli kullanım alanı film üretimidir. Film kullanımının % 50'si gıda ve endüstriyel ürünlerin paketlenmesinde ve geriye kalan diğer kısım ise tarımda kullanılmaktadır. Tarımda kullanılan LDPE, seracılık, tünel ve sera örtüsü yapımı kullanımına ayrılmış bulunan dayanıklı filmler ile genellikle gübre ve kimyasal madde üreticileri tarafından kullanılan dayanıklı torbalardan oluşmaktadır.

Denemelerde, Petkim Petrokimya A.Ş. tarafından üretimi yapılmakta olan gıda ambalajlama kullanımına uygun olan, farklı özelliklerde üç plastik torba seçilmiştir.

Çalışmada ambalaj malzemesi olarak 200×250 mm boyutlarında, üç farklı özellikte; PA/PE baskısız, BOPA/PE baskısız ve OPP/PE/EVOH/PE baskısız vakum torbaları silaj paketleme amacıyla kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan vakum torbalarına ilişkin genel özellikler Çizelge 3.5' de verilmiştir.

**Çizelge 3.5.** Plastik torbalara ilişkin genel özellikler

Özellik	PA/PE	BOPA/PE	OPP/PE/EVOH/PE
En (mm)	200	200	200
Boy (mm)	250	250	250
Kalınlık (μ)	90	90	90
Ağırlık (g/m <sup>2</sup> )	87	82.8	90.18
Uzama (%)	370	95 ASTM D882	95 ASTM D882
Verim (m <sup>2</sup> /kg)	-	12.07	11.08
Ürün yapısı	Poliamid/Alçak Yoğunluklu Polietilen (LDPE)	Bioriente Polyamide / Alçak Yoğunluklu Polietilen (LDPE)	Bioriented Polypropylene // Alçak Yoğunluklu Polietilen / Ethylene Vinyl Alcohol

Denemelerde kullanılan baskısız torbalara ilişkin mekanik özelliklerinin de farklı olması nedeniyle ayrıca verilmiştir. PA/PE baskısız torbaya ilişkin geçirgenlik değeri ve test koşulları Çizelge 3.6' da, BOPA/PE baskısız torbaya ilişkin geçirgenlik değeri ve test koşulları Çizelge 3.7' de, OPP/PE/EVOH/PE baskısız torbaya ilişkin geçirgenlik değeri ve test koşulları Çizelge 3.8' de gösterilmiştir.



**Çizelge 3.6.** PA/PE baskısız torbaya ilişkin geçirgenlik değeri ve test koşulları

PA/PE BASKISIZ TORBA				
Bariyer Özellikleri				
Özellik	Birim	Metod	Test Koşulları	Geçirgenlik
O <sub>2</sub> Geçirgenliği	cc/m <sup>2</sup> gün	ASTM D-3985	23°C rH%50 1atm	41
CO <sub>2</sub> Geçirgenliği	cc/m <sup>2</sup> gün	ASTM D-1434	23°C rH%50 1atm	160
N <sub>2</sub> Geçirgenliği	cc/m <sup>2</sup> gün	ASTM D-1434	23°C rH%50 1atm	10
Su buharı Geçirgenliği	cc/m <sup>2</sup> gün	ASTM E-98	38°C rH%90	7

**Çizelge 3.7.** BOPA/PE baskısız torbaya ilişkin geçirgenlik değeri ve test koşulları

BOPA/PE BASKISIZ TORBA				
Bariyer Özellikleri				
Özellik	Birim	Metod	Test Koşulları	Geçirgenlik
O <sub>2</sub> Geçirgenliği	cc/m <sup>2</sup> gün	ASTM D-3985	23°C rH%50 1atm	28
CO <sub>2</sub> Geçirgenliği	cc/m <sup>2</sup> gün	ASTM D-1434	23°C rH%50 1atm	150
N <sub>2</sub> Geçirgenliği	cc/m <sup>2</sup> gün	ASTM D-1434	23°C rH%50 1atm	7.5
Su buharı Geçirgenliği	cc/m <sup>2</sup> gün	ASTM E-98	38°C rH%90	7

**Çizelge 3.8.** OPP/PE/EVOH/PE baskısız torbaya ilişkin geçirgenlik değeri ve test koşulları

OPP/PE/EVOH/PE BASKISIZ TORBA				
Bariyer Özellikleri				
Özellik	Birim	Metod	Test Koşulları	Geçirgenlik
O <sub>2</sub> Geçirgenliği	cc/m <sup>2</sup> gün	ASTM D-3985	23°C rH%50 1atm	1.13
CO <sub>2</sub> Geçirgenliği	cc/m <sup>2</sup> gün	ASTM D-1434	23°C rH%50 1atm	12
N <sub>2</sub> Geçirgenliği	cc/m <sup>2</sup> gün	ASTM D-1434	23°C rH%50 1atm	0.7
Su buharı Geçirgenliği	cc/m <sup>2</sup> gün	ASTM E-98	38°C rH%90	1.45

Oksijen (O<sub>2</sub>) geçirgenlik değeri en düşük OPP/PE/EVOH/PE baskısız torbalarda 1.13 cc/m<sup>2</sup> gün, PA/PE baskısız torbalarda 41 cc/m<sup>2</sup> gün, Karbondioksit geçirgenliği ise OPP/PE/EVOH/PE baskısız torbalarda 12 cc/m<sup>2</sup> gün, PA/PE baskısız torbalarda 160 cc/m<sup>2</sup> gün değerine sahiptir.

Denemelerde belirlenen vakum torbalarına kıyılmış mısır hasılı koyularak, vakumlanmıştır. Vakumlanmış torbalara ilişkin örnekler Şekil 3.5' de görülmektedir. Vakumlanan torbalar laboratuarda uygun depolama koşulları altında depolanmıştır. Depolama süresine bağlı olarak da belirlenen ölçümler gerçekleştirilmiştir.



**Şekil 3.5.** Vakumlanan silaj örnekleri

#### **3.1.4. Hassas terazi**

Vakumlanarak hazırlanan silaj paketlerin ağırlık değerlerini ölçmek için hassas terazi kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan hassas terazi Şekil 3.6' da gösterilmiştir.





**Şekil 3.6.** Hassas terazi

### **3.1.5. Dereceli silindir**

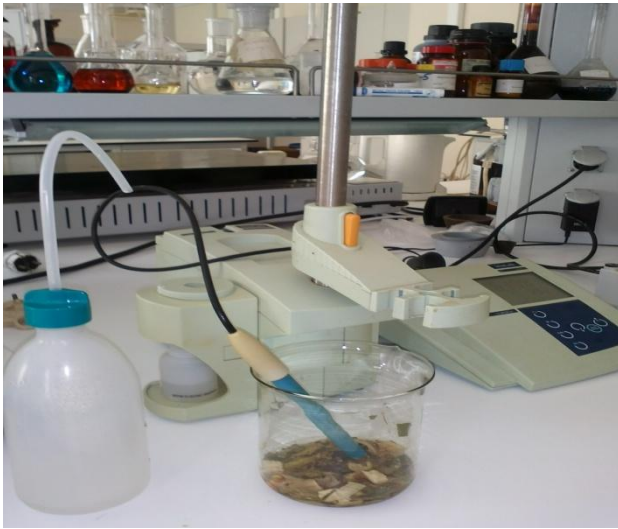
Vakumlanmış silaj paketlerin yoğunluk değerlerini bulmak için dereceli silindir yönteminden yararlanılmıştır (Cai et al. 1997). Dereceli silindir içine bir miktar su konularak paketler silindire batırılmak suretiyle su seviyesindeki artışa göre hacim değerleri bulunmuştur. Ölçümlerde kullanılan dereceli silindirler Şekil 3.7' de gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Dereceli silindir

### 3.1.6. pH metre

Silaj yemlerin pH değerlerini ölçmek için WTW İNOLAB marka dijital pH metre kullanılmıştır. Şekil 3.8' de ölçümlerde kullanılan pH metre gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Ph metre

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Deneme yöntemi ve incelenen parametreler

Vakumlanmış paket silajlarda vakum seviyesi ve farklı PE malzemelerin kuru madde ve yoğunluk kaybı üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada paket silajı yapılacak olan mısır bitkisi iki farklı döneminde hasat edilmiştir.

Silajlık kıyılan mısır hasılı 90 mikron kalınlığında, 200×250 mm boyutlarında farklı özelliklere sahip PA/PE Baskısız, BOPA/PE Baskısız ve OPP/PE/EVOH/PE Baskısız ve O<sub>2</sub> geçirgenlikleri sırasıyla 41, 28, 1.13 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>gün, CO<sub>2</sub> geçirgenlikleri sırasıyla 160, 150, 12 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.gün ve N<sub>2</sub> geçirgenlikleri sırasıyla 10, 7.5, 0.7 cm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>gün olmak üzere üç farklı özelliklere sahip LDPE torbalara vakumlanmıştır.

Hasıl mısır, üç farklı vakumlama seviyesinde; 0,07MPa, 0,1MPa, -0,1MPa silajlık mısır materyaliyle doldurulup vakum makinesi ile sıkıştırılan paket silajlar, kapalı depolama ortamında 35 gün fermantasyon sürecine bırakılmıştır.

Torbalara koyulan mısırların vakumlanması amacıyla belirlenen vakum seviyeleri kullanılan vakum makinesine bağlı olarak süreler göre ayarlanmaktadır. Bu nedenle yapılan ön çalışmalarda üç vakum seviyesi belirlenmiştir (Çizelge 3.9). Daha yüksek vakum basıncı uygulanmalarında paketlerde deforme görüldüğü için bu üç vakum değeri deneme için seçilmiştir. İlgili laboratuvar çalışmalarında 25s süre ile uygulanan vakum çalışması yapılmamıştır.

Çizelge 3.9. Uygulanan vakum basıncı ve süre

Vakum basıncı (MPa)	Süre (s)
0,07	10
0,1	15
-0,1	25

Denemelerde ele alınan parametreler ve değerlerini ifade eden deneme planı Çizelge 3.10' da verilmiştir.

**Çizelge 3.10. Deneme Planı**

Parametre	Seviye	Değer
Torba tipi	3	PA/PE, BOPA/PE, OPP/PE/EVOH/PE
Vakum basıncı	3	0.07MPa (A), 0.1MPa (B), -0,1MPa (C))
Depolama süresi	7	1. gün 3. gün 5. gün 10. gün 20. gün 30. gün 1 yıl
Hasat (Kuru madde)	2	% 30 KM % 45 KM
Tekrar	5	
Toplam örnek sayısı	450	

Denemede (3 torba tipi X 3 vakum basıncı X 5 depolama süresi X 2 hasat dönemi X 5 tekrar olmak üzere) toplam 450 adet vakumlu paket silaj yapılmıştır. Paketleme başlangıcından itibaren belirli aralıklarla; 1, 3, 5, 10, 20, 30. günlerde ve 1 yıl sonunda, vakum seviyesi ve farklı PE malzemenin kuru madde ve yoğunluğa etkisini belirlemek amacıyla paketlerin yoğunluk ve hacim değerlerine beş tekerrür yapılmıştır. Şekil 3.9' de silaj örneklerinin vakumlanmasına ilişkin bir resim görülmektedir. Şekil 3.10' da vakumlanan silaj torbalarına ilişkin örnekler görülmektedir. Şekil 3.10a' da vakumlanan örneklerin 1.güne ait, Şekil 3.10b' de vakumlanan örneklerin 30.güne ait bir resmi görülmektedir. Şekil 3.10c' de vakumlanan örneklerin 1yıl sonundaki resmi görülmektedir.



Şekil 3.9. Silaj vakumlama



(a)



(b)

Şekil 3.10. Vakumlu silaj torbaları (a) 1.gün, (b) 30 gün





Şekil 3.10c Vakumlu silaj torbaları 1 yıl sonraki görüntüleri

Vakumlanan silaj torbalarının vakum seviyelerine göre sıralanışı şekil 3.11' de görülmektedir.



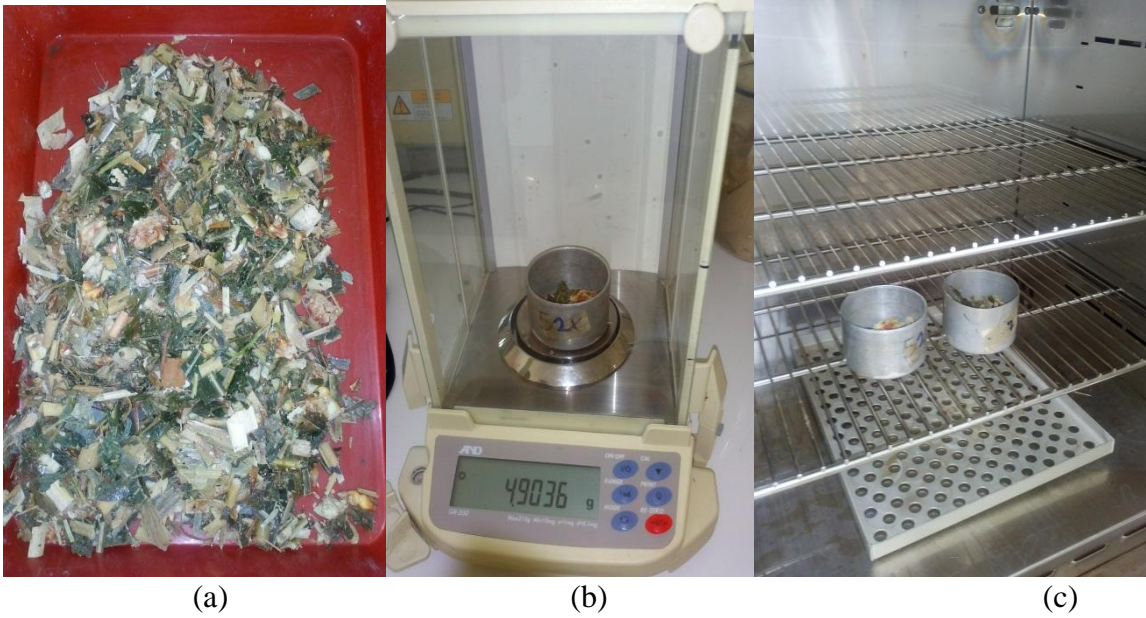
Şekil 3.11. Vakum seviyelerine göre silaj torbalarının sıralanışı

### 3.2.2. Silaj yemin nem içeriğinin saptaması

Silajların nem oranı (ASAE Standartds, 1999)' a göre yapılmıştır.

Silaj paketleri açılmış ve bir tepsiye boşaltılmıştır (Şekil 3.12a). Örnekler elle hafif 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 (Şekil 3.12b), kurutma fırınında 103 °C, 24 saat etüvde kurutulularak (Şekil 3.12c) belirlenmiştir. Örnekler, hassas terazide tartılarak silajların nem düzeyi belirlenmiştir (Şekil 3.12).

$$\text{Nem oranı (\%)} = \frac{\text{Yaş ağırlık} - \text{Kuru ağırlık}}{\text{Yaş ağırlık}} \times 100 \quad (2)$$



Şekil. 3.12. Silaj örneklerinin nem oranının analizi (a)-silaj örnekleri, (b)-hassas terazi, (c)-etüv

### 3.2.3. Kuru madde oranının analizi

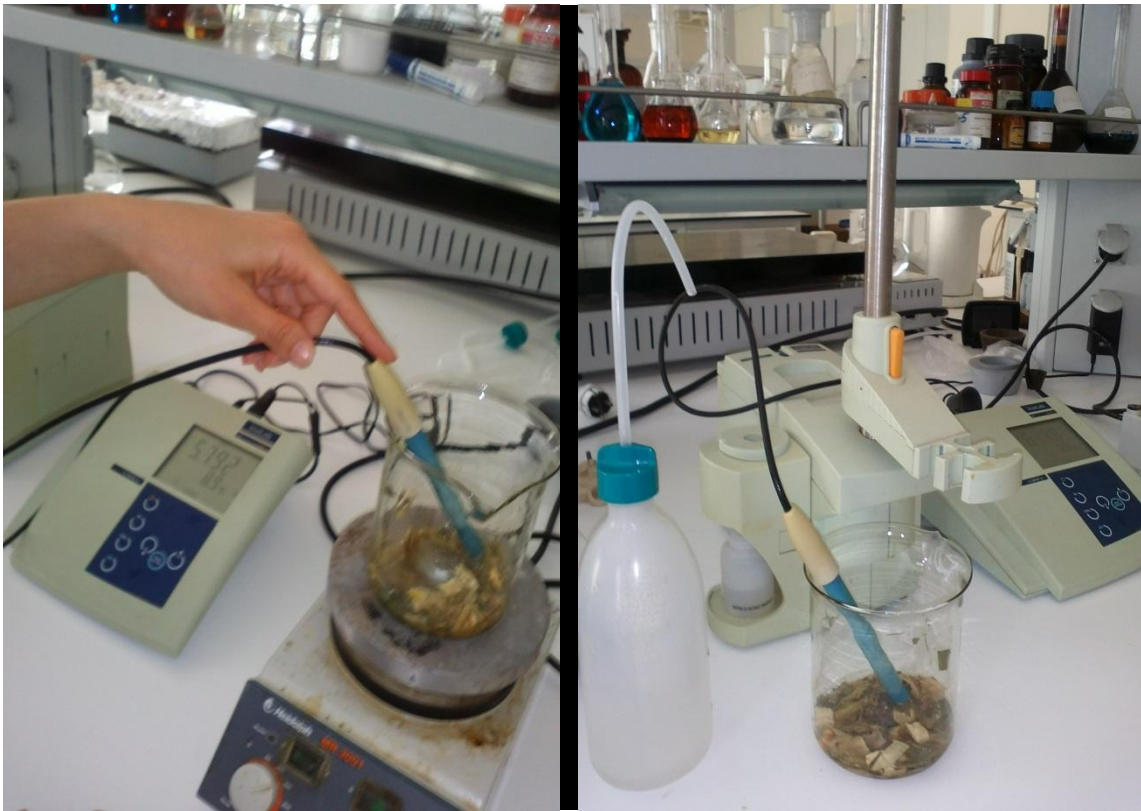
Silajların kuru madde oranları Akyıldız (1984) ve Ergül (1988)'e göre aşağıdaki eşitlik kullanılarak yapılmıştır.

$$\text{Kuru madde oranı (\%)} = 100 - \text{Nem oranı (\%)} \quad (3)$$

### 3.2.4. pH içeriğinin saptanması

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

Silaj yemlerin pH değerleri, Chen et. al. (1994)'e göre yapılmıştır. Bunun için 10g silaj örneği bir behere konularak 0,01 hassasiyetteki terazide tartılmıştır. Örneğin üzerine 125 ml saf su ilave edilerek blendırda 5 dakika süre ile karıştırılıp (Şekil 3.13a) homojenize edildikten sonra, karışımdan süzülerek 30 ml örnek alınmış ve alınan bu süzükte WTW İNOLAB marka dijital pH metre (Şekil 3.13b) ile örneğin pH değeri ölçülmüştür. Şekil 3.13' de pH ölçümüne ilişkin örnekler verilmiştir.



(a)

(b)

Şekil 3.13. Silaj örneklerinin pH düzeyinin analizi



### **3.2.5. Silaj yoğunluk ölçümleri**

Ürün yoğunluğunun belirlenebilmesi için öncelikle hasat aşamasında alınan örneklerin doğal hacim ağırlıkları ( $\text{gcm}^{-3}$ ) ölçülmüştür (Cai et al. 1997). Farklı vakum değerleri, farklı kuru madde içeriğine sahip vakumlanmış silaj paketlerindeki ürünlerin, fermantasyon süresine ve depolama süresine bağlı olarak hacim ağırlıkları ölçülmüştür (Bastaban, 1982-Yalçın ve Çakmak, 2005).

### **3.2.6. Silajın fiziksel değerlendirme yöntemleri**

Silajların yem niteliğinin belirlenmesinde Alman Tarım Örgütü (DLG 1987) tarafından oluşturulmuş ve silajın renk, koku ve strüktür gibi fiziksel özelliklerini esas alan Fleig Puanlama Yöntemi kullanılmıştır (Kılıç 1986; Alçiçek ve Özkan 1996). Fleig puanlama yönteminde yararlanılan pH değeri yemlerin yeterince ekşiyip ekşimediğini sayısal olarak belirleyen önemli bir ölçüdür. Çizelge 3.11'de silajların fiziksel özelliklerine göre değerlendirilmesinde kullanılan Fleig Puanlama Yöntemi verilmiştir. Çizelge 3.12'de silajların fiziksel özelliklerine göre değerlendirilmesinde kullanılan DLG Puanlama Yöntemi verilmiştir.

**Çizelge 3.11.** Silo yemlerinin fiziksel özelliklere göre değerlendirilmesi (DLG)

<b>Özellikler</b>	<b>Puan</b>
<b>Koku</b>	
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
<b>Strüktür</b>	
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 sapsar kırmızı, fazla kirlilik ve aşırı küflenme	0
<b>Renk</b>	
Yeşil yem renginde	2
Renk sarı veya kahverengi	1
Rengi kaybetmiş, açık sarı veya koyu	0
<b>Nitelik sınıfı</b>	
Pekiyi (18-20), İyi (14-17), Orta (10-13), Değeri Az (5-9), Kötü (0-4)	

Fleig yöntemini kullanarak yapılan değerlendirmelerde deneyim ön plana çıkmaktadır. Herhangi bir somut laboratuvar sonucu olmaması nedeniyle değerlendirmelerin objektif ve güvenilir kişiler tarafından yapılması gerekmektedir. Bu şekilde yapılan değerlendirmeler kimyasal analizler ile yapılan sonuçlara yaklaşmaktadır (Kılıç 1986; Bilgen vd 1996).

Bu yöntemde fleig puanı;

$$\text{Fleig puanı: } 220 + (2x \% \text{ kuru madde} - 15) - 40\text{pH} \quad (1)$$

Yukarıdaki 1 nolu eşitlik yardımıyla hesaplanmaktadır. Görüldüğü gibi yemin kuru madde oranı ve pH değerine göre belirlenmektedir. Laboratuvar şartlarında belirlenen değer Fleig sıklası ile karşılaştırıldığında yemin hangi nitelik grubunda yer aldığı hesaplanmaktadır.

Hesaplanan Fleig puanı Çizelge 3.12’de verilen puan kriterlerine göre, silajın kalitesi hakkında önemli ipuçları vermektedir (Nauman and Bassler 1993).

**Çizelge 3.12.** Kuru madde ve pH değerine göre hesaplanan Fleig puanına göre silaj kalite sınıfı (Nauman and Bassler 1993)

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

### 3.2.7. İstatistiksel yöntem

Araştırmada elde edilen veriler (tesadüf parselleri 2×3×3 faktöriyel deneme desenine göre) değerlendirilmiştir (Soysal 2012). Burada;

$$Y_{ijkl}=M+H_i+J_j+V_k+(HT)_{ij}+(HV)_{ik}+(TV)_{jk}+(HTV)_{ijk}+e_{ijkl}$$

$Y_{ijkl}$ =  $i$ .hasat,  $j$ .torba tipi,  $k$ ' inci vakum etkileri altındaki gözlem değeri,

$M$ = populasyona ilişkin ortalama,

$H_i$ =  $i$ . hasat tipinin etkisi,

$J_j$ =  $j$ .torba tipinin etkisi,

$V_k$ =  $k$ . cı vakum seviyesinin etkisi,

$(HT)_{ij}$ =  $i$ . hasat tipi,  $j$ . ci torba tipinin birlikte etkisi,

$(HV)_{ik}$ =  $i$ . hasat tipi,  $k$ . cı vakum seviyesinin etkisi,

$(TV)_{jk}$ =  $j$ . ci torba tipi ve  $k$ . cı vakum seviyesinin etkisi,

$(HTV)_{ijk}$ =  $i$ . hasat,  $j$ . ci torba tipi ve  $k$ . cı vakum seviyesinin birlikte etkisi

$e_{ijkl}$ = normal hatayı göstermektedir.

Ortalamalar arasındaki farklar, varyans analizi sonrası uygulanan çoklu karşılaştırma yöntemleri içinde en doğru ve en güçlü test olarak bilinen TUKEY testi ile belirlenmiştir.

## 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

### 4.1. Kuru Madde Kaybına İlişkin Sonuçlar

Vakumlanarak paketlenen silajlarda belli depolama günlerinde (3., 5., 10., 20., 30. gün) ve 1 yıl süre sonunda kuru madde kayıpları ölçülmüştür. Hesaplamalar 1 yıl sonu ölçülen kayıplar üzerinden yapılmıştır. Hesaplanan değerler ortalama ve standart sapması ile verilmiştir. Birinci hasat döneminde (%30 KM) yapılan silaj örneklerine ilişkin kuru madde kayıpları değerleri Çizelge 4.1' de, İkinci hasat döneminde (%45KM) yapılan silaj örneklerine ilişkin kuru madde kayıpları değerleri Çizelge 4.2' de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Vakumlu paket silaj yemlerin % kuru madde kayıpları (%30 kuru madde seviyesinde-hasat-1)

Torba Tipi	Vakum Seviyesi (MPa)	KM Kayıpları (%)
PA/PE	0,07	8,07±0,03
	0,1	8,82±0,02
	-0,1	7,26±0,02
		8,05±0,66
BOPA/PE	0,07	11,08±0,02
	0,1	8,77±0,01
	-0,1	10,94±0,04
		10,26±1,12
OPP/PE/EVOH/ PE	0,07	5,44±0,04
	0,1	6,24±0,04
	-0,1	6,19±0,01
		5,95±0,389

Vakumlanmış paket silaj örneklerinde kuru madde kayıpları 3., 5., 10., 20., 30. gün ve bir yıl sonrasında hesaplanmıştır. Paketlerde bir yıl sonunda hesaplanan kuru madde kayıpları her torba tipi içinde sırasıyla 0.07, 0.1 ve -0.1 MPa vakum seviyesinde yapılan silaj örneklerinde azalma gösterdiği görülmüştür. En düşük KM kaybı OPP/PE/EVOH/PE tipi torbalara yapılan silajlarda saptanmıştır.

Torba tiplerine göre; en az kuru madde kaybı OPP/PE/EVOH/PE torba tipinde olmuştur. En fazla kuru madde kaybı ise BOPA/PE torba tipinde bulunmuştur. Hesaplanan ortalama kuru madde kaybı sırasıyla %8,05 (PA/PE) , %10,26 (BOPA/PE) ve %5,95 (OPP/PE/EVOH/PE) olmuştur.

**Çizelge 4.2.** Vakumlu paket silaj yemlerin % kuru madde kayıpları (%45 kuru madde seviyesinde-hasat-2)

Torba Tipi	Vakum Seviyesi (MPa)	KM Kayıpları (%)
PA/PE	0,07	10,39±0,03
	0,1	9,67±0,05
	-0,1	8,89±0,01
		9,65±0,65
BOPA/PE	0,07	10,13±0,03
	0,1	12,66±0,06
	-0,1	12,19±0,00
		11,66±1,16
OPP/PE/EVOH/PE	0,07	6,20±0,02
	0,1	6,26±0,01
	-0,1	6,17±0,01
		6,21±0,04

Vakumlanmış paket silaj örneklerinde kuru madde kayıpları 3., 5., 10., 20., 30. gün ve bir yıl sonrasında hesaplanmıştır. Paketlerde bir yıl sonunda hesaplanan kuru madde kayıpları PA/PE ve OPP/PE/EVOH/PE torba tipinde sırasıyla 0.07, 0.1 ve -0.1 MPa vakum seviyesinde yapılan silaj örneklerinde azalma göstermiştir. BOPA/PE tipi torbalarda yapılan paketlerde her üç vakum seviyesinde de yüksek kuru madde kaybı saptanmıştır. En düşük kuru madde kaybı -0.1 MPa vakum seviyesinde yapılan silaj örneklerinde saptanmıştır.

Torba tiplerine göre; en az kuru madde kaybı OPP/PE/EVOH/PE torba tipinde olmuştur. En fazla kuru madde kaybı ise BOPA/PE torba tipinde bulunmuştur. Hesaplanan ortalama kuru madde kaybı sırasıyla %9,65 (PA/PE) , %11,66 (BOPA/PE) ve %6,21 (OPP/PE/EVOH/PE) olmuştur.

Çizelge 4.3' de torba tiplerine ve % kuru madde içeriklerine göre kuru madde (KM) kayıpları (%) verilmiştir.

**Çizelge 4.3.** Torba tiplerine göre 1yıl sonunda kuru madde (KM) kaybı (%)

Torba tipi	Hasat1 (%30 KM)	Hasat2 (%45 KM)	Ort.
PA/PE	8,05±1,03 <b>b</b>	9,65±0,65 <b>b</b>	8,85 <b>b</b>
BOPA/PE	10,26±1,32 <b>c</b>	11,66±1,16 <b>c</b>	10,96 <b>c</b>
OPP/PE/EVOH/PE	5,95±0,29 <b>a</b>	6,21±0,04 <b>a</b>	6,08 <b>a</b>
Ortalama	8,63±2,23	9,17±2,40	

**\*\*a, b, c):** Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.01)

Silajların kuru madde kaybı üzerinde, çalışma kapsamında kullanılan torba tipinin etkisi her iki hasat dönemi içinde istatistiksel olarak çok önemli (\*\*p<0,01) bulunmuştur. Çizelge 4.3' den de görüldüğü gibi torba tiplerine göre; en az kuru madde kaybı her iki hasat döneminde de OPP/PE/EVOH/PE torba tipinde (% 5,95 - % 6,21) , en fazla kuru madde kaybı ise BOPA/PE torba tipinde (% 10,26 - % 11,66) bulunmuştur. Hesaplanan ortalama kuru madde kaybı ilk hasat döneminde sırasıyla % 8,05(PA/PE) , % 10,26 (BOPA/PE) ve % 5,95 (OPP/PE/EVOH/PE) , hesaplanan ortalama kuru madde kaybı ikinci hasat döneminde sırasıyla %9,65 (PA/PE) , %11,66 (BOPA/PE) ve %6,21 (OPP/PE/EVOH/PE) olmuştur.

Hasat dönemlerine bakıldığında, ikinci hasat döneminde % 45 KM de yapılan silaj örneklerinde KM kayıpları, ilk hasat dönemi % 30 KM ye göre % 5.89 daha fazla saptanmıştır. Hasat1 de %8.63, hasat2 de %9.17 kuru madde kaybı hesaplanmıştır. Muck and Holmes (2001), ortalama %8.4 KMK saptanmıştır. Hesaplanan kayıplar literatür çalışmaları ile benzer oranda bulunmuştur.

En az KM kaybına göre her iki hasat dönemi için de torba tiplerini OPP/PE/EVOH/PE, PA/PE ve BOPA/PE şeklinde sıralayabiliriz.

Çizelge 4.4' de vakum seviyelerine ve farklı hasat dönemlerine göre (% 30-% 45 kuru madde içeriklerine göre) kuru madde (KM) kayıpları (%) verilmiştir.

**Çizelge 4.4.** Vakum seviyelerine göre 1 yıl sonunda kuru madde (KM) kaybı (%)

Vakum seviyesi (MPa)	Hasat1 (%30 KM)	Hasat2 (%45 KM)	Ort.
0,07	8,19 <b>c</b>	8,90±2,02 <b>a</b>	8,55 a
0,1	7,94 <b>a</b>	9,53±2,77 <b>c</b>	8,73 c
-0.1	8,13 <b>b</b>	9,08±2,61 <b>b</b>	8,61 b
Ortalama	8,09	9,17±2,40	

\*\*a, b, c): Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.01)

Silajların kuru madde kaybı üzerinde, çalışma kapsamında ele alınan vakum seviyelerinin etkisi istatistiksel olarak çok önemli (\*\*p<0,01) bulunmuştur. Bonomi ve ark. (1991) tarafından bildirildiğine göre, silo yemlerinin niteliği ile bitkilerin hasat dönemleri arasında yakın bir ilişki olduğunu belirtmiştir. Erken dönemlerde yapılan hasatlarda su içeriğinin yüksek olduğunu, bu nedenle silo suyu ile çözülebilir karbonhidratların büyük kısmının kaybolduğunu belirtmiştir. Mısır, sorgum gibi yem bitkileri süt ve hamur olgunluğu devresinde hasat edildiğinde kuru madde ve karbonhidrat oranının yükselmesi ile silolanma kabiliyetinin arttığını belirtmektedir.

Silaj örneklerinin kuru madde kaybı değerleri üzerinde, çalışma kapsamında incelenen parametrelerin interaksiyonları her iki hasat döneminde de hasat dönemi x torba tipi, torba tipi x vakum seviyesi ve hasat x torba tipi x vakum seviyesi interaksiyonlarının istatistiksel olarak çok önemli (p<0,01) bulunmuştur.

PA/PE torba tipinde her iki hasat döneminde de -0.1 MPa vakum seviyesinde en düşük KMK saptanmıştır. Diğer iki torba tipinde ise vakum seviyelerine göre değişken oranda KMK hesaplanmıştır. BOPA/PE ve OPP/PE/EVOH/PE için en düşük KMK 0.07 MPa vakum seviyesinde olmuştur. KMK (%) en düşük OPP/PE/EVOH/PE torba tipinde saptanırken, vakum seviyesine bağlı olarak büyük farklılıklar oluşmamıştır.

Uygulanan vakum seviyeleri arasında istatistiki açıdan farklılıklar saptansa da vakum artışı ile KMK arasında düzenli bir ilişki görülmemiştir.

## 4.2. PH İçeriğine İlişkin Sonuçlar

pH değerleri, silaj örneklerinin iyi bir fermantasyon süreci geçirip geçirmediğinin en önemli göstergelerinden birisidir. Birinci hasat döneminde vakumlanarak paketlenen silajlarda, bir yıl sonunda ölçülen pH değerleri Çizelge 4.5' de, ikinci hasat döneminde vakumlanarak paketlenen silajlarda, bir yıl sonunda ölçülen pH değerleri ise Çizelge 4.6' da verilmiştir.

**Çizelge 4.5.** Vakumlu paket silaj yemlerin pH içerikleri, ortalama ve standart sapma değerleri (% 30 kuru madde seviyesinde-hasat-1)

Torba Tipi	Vakum Seviyesi (MPa)	pH ( $\bar{x}$ ) $\pm$ S
PA/PE	0,07	3,90 $\pm$ 0,05
	0,1	3,81 $\pm$ 0,02
	-0,1	3,86 $\pm$ 0,00
		3.85 $\pm$ 0.05
BOPA/PE	0,07	3,85 $\pm$ 0,00
	0,1	3,97 $\pm$ 0,14
	-0,1	3,88 $\pm$ 0,01
		3.90 $\pm$ 0.087
OPP/PE/EVOH/PE	0,07	3,88 $\pm$ 0,02
	0,1	3,85 $\pm$ 0,03
	-0,1	3,92 $\pm$ 0,02
		3.88 $\pm$ 0.037

Silaj örneklerinin pH değerleri torba tiplerine göre en az PA/PE torba tipinde 3.85, OPP/PE/EVOH/PE torbalara yapılan silajlarda 3.88 ve BOPA/PE torba tipinde 3.90 olarak saptanmıştır. Vakum seviyeleri arasında da belirgin farklar saptanmamıştır. Ancak tüm torba tipinde elde edilen pH değerleri iyi bir fermantasyon seyri için uygun değerler arasında olmuştur.



Birinci hasat nemi düzeyinde en yüksek pH değerinin görüldüğü BOPA/PE torbalarındaki silajlarda, %10 vakum seviyesinde 3,85 olan pH düzeyi %15 vakum düzeyinde 3,97 ' ye çıkmıştır. %25 vakum düzeyinde 3,88' e düşmüştür. Uygulanan vakum seviyelerinin pH değerleri üzerinde önemli etkisi gözlenmemiştir.

**Çizelge 4.6.** Vakumlu paket silaj yemlerin pH içerikleri, ortalama ve standart sapma değerleri (% 45 kuru madde seviyesinde-hasat-2)

Torba Tipi	Vakum Seviyesi (MPa)	pH ( $\bar{x}$ ) $\pm$ S
PA/PE	0,07	4,31 $\pm$ 0,01
	0,1	4,28 $\pm$ 0,06
	-0,1	4,15 $\pm$ 0,01
		4,24 $\pm$ 0,07
BOPA/PE	0,07	4,26 $\pm$ 0,12
	0,1	4,09 $\pm$ 0,11
	-0,1	3,97 $\pm$ 0,04
		4,10 $\pm$ 0,15
OPP/PE/EVOH/PE	0,07	4,19 $\pm$ 0,01
	0,1	4,20 $\pm$ 0,02
	-0,1	4,05 $\pm$ 0,01
		4,14 $\pm$ 0,07

Farklı vakum seviyelerinde, farklı özellikteki plastik torbalar içerisine vakumlanarak yapılan silaj örneklerinin pH değeri % 30 KM de 3.88, % 45 KM de 4.14 olarak bulunmuştur. Hasat nemi azaldıkça silajların pH düzeyleri de artış göstermiştir (Yıldız 2008). Paketlenen tüm silaj örnekleri için genel pH ortalaması ise 3,81-4,28 aralığında saptanmıştır. Kılıç 2006, Açıkgöz et al 2002' a göre "PEKİYİ" özellikte bir silajın pH değeri 3.5 ile 4.2 arasında olduğu belirtilmiştir. Bu pH değerlerine göre her iki KM seviyesinde (%30-%45), tüm torba tiplerinde ve üç farklı vakum seviyesinde yapılan silajlar için sağlıklı bir fermantasyon seyri gerçekleştiği söylenebilir. Vakumlu paket silaj yemlerin torba tiplerine göre pH içerikleri, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.7 de, vakum seviyelerine göre pH içerikleri, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.8' de verilmiştir

**Çizelge 4.7.** Vakumlu paket silaj yemlerin torba tiplerine göre 1 yıl sonunda pH içerikleri, ortalama ve standart sapma değerleri

Torba tipi	Hasat-1 pH ( $\bar{x}$ ) $\pm$ S	Hasat-2 pH ( $\bar{x}$ ) $\pm$ S	Ort.
PA/PE	3,85 $\pm$ 0,05 <sup>ns</sup>	4,24 $\pm$ 0,07 <b>c</b>	4,05 $\pm$ 0,06 <b>b</b>
BOPA/PE	3,90 $\pm$ 0,08 <sup>ns</sup>	4,10 $\pm$ 0,15 <b>a</b>	4,00 $\pm$ 0,11 <b>a</b>
OPP/PE/EVOH/PE	3,88 $\pm$ 0,03 <sup>ns</sup>	4,14 $\pm$ 0,07 <b>b</b>	4,01 $\pm$ 0,05 <b>ab</b>
Ortalama	3,88 $\pm$ 0,06	4,16 $\pm$ 0,11	

**\*\*a, b, c):** Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.01);**ns**,önemsiz

Silajların pH değeri üzerinde, çalışma kapsamında ikinci hasat döneminde (%45 KM), torba tipinin etkisi istatistiksel olarak çok önemli (\*\*p<0,01) bulunmuştur, birinci hasat döneminde (%30 KM), torba tipinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Silajların pH değeri üzerinde, hasat dönemi ortalaması, istatistiksel olarak çok önemli (\*p<0,05), bulunmuştur.

Silaj örneklerinin pH değerleri üzerinde, çalışma kapsamında incelenen parametrelerin interaksiyonlarından, hasat x torba tipinin interaksiyonları istatistiksel olarak çok önemli (\*\*p<0,01) bulunmuştur.

**Çizelge 4.8.** Vakumlu paket silaj yemlerin vakum seviyelerine göre 1 yıl sonunda pH içerikleri, ortalama ve standart sapma değerleri

Vakum seviyesi (MPa)	Hasat-1 pH ( $\bar{x}$ ) $\pm$ S	Hasat-2 pH ( $\bar{x}$ ) $\pm$ S	Ort.
0,07	3,88 $\pm$ 0,05 <sup>ns</sup>	4,24 $\pm$ 0,07 <b>a</b>	4,06 <b>a</b>
0,1	3,87 $\pm$ 0,08 <sup>ns</sup>	4,10 $\pm$ 0,15 <b>c</b>	4,03 <b>a</b>
-0.1	3,88 $\pm$ 0,03 <sup>ns</sup>	4,14 $\pm$ 0,07 <b>b</b>	3,97 <b>b</b>
Ortalama	3,88 $\pm$ 0,06	4,16 $\pm$ 0,11	

**\*\*a, b, c):** Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.01);**ns**, önemsiz

Tukey testine göre, hasat-2 dönemi ve hasat dönemleri ortalamalarına göre en düşük pH değeri üçüncü vakum seviyesinde olurken, 0.07 ve 0.1 MPa seviyesi vakum değerleri benzer ortalaya sahip olmuştur (\*\*p<0.01).

Tüm torba tiplerinde en düşük pH -0,1MPa vakum seviyesinde rastlanmıştır. OPP/PE/EVOH/PE torba tipinde uygulanan 3 farklı vakum pH düzeyi açısından karşılaştırılmaları yapıldığında, 1. ve 2. düzeydeki vakumun aralarındaki fark istatistiki olarak önemsizken (p>0,05) 3. düzeydeki vakumun pH' yı en düşük düzeyde tuttuğu görülmüştür (p<0,05).

Vakumlanmış paket silajlarda vakum seviyesi ve farklı PE malzemelerin kuru madde ve yoğunluk kaybı üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmalarda farklı koşullarda paketlenen tüm silaj örnekleri için genel pH ortalaması 4,02 olarak saptanmıştır.

Birinci hasat nemi seviyesinde 3,88 olan ortalama pH düzeyi ikinci hasat nem seviyesinde 4,16' ya yükselmiştir. Hasat nemi düştükçe silajların pH düzeyleri artmaktadır.

İkinci hasat nemi seviyesinde %10 vakum düzeyinde 4,25 olan pH düzeyi, %15 vakum düzeyinde 4,19' a düşmüş ve %25 vakum düzeyinde 4,05' e çıkmıştır. İkinci hasat neminde uygulanan basınç düzeyinin artırılması silajın pH düzeyini düşürmüştür.

Filya (2000), yüksek bir silaj kalitesi açısından silo içerisinde mutlaka asidik bir ortama dolayısıyla düşük bir pH değerine (4,0) gereksinim duyulduğunu belirtmektedir. Woolford (1984)' e göre fermantasyon sırasında sağlanan düşük pH ile yüksek laktik asit oluşumu aslında silaj ortamında istenmeyen mikroorganizma popülasyonunun (maya, küf, Enterobacteria, Clostridia vb.) gelişimini engellemektedir. Ancak düşük pH' da (3.50–3.65) bile gelişebilen maya türleri mevcuttur. Bu çalışmada % 30 KM' de yapılan silaj örneklerinin düşük pH değerleri gösterdiği görülmüştür. Alçıçek ve Karaayvaz (2002)'in, Jeroch et al . (1993)'dan bildirdiğine göre, mısır ve sorgum kolay silolanabilen yemler grubunda yer alırken, silajdaki kuru madde oranına bağlı olarak silajın fermantasyon süresi sonunda pH değerlerinin 4-5 arasında dengede kaldığı belirtilmiştir % 45 KM' de yapılan silaj örneklerinin pH değerlerinin bu aralıkta olduğu görülmüştür.

Tüm torba tipleri ve vakum seviyelerinde yapılan silaj örneklerinin pH değerlerinin uygun aralıkta olduğu ve sağlıklı bir fermantasyon süreci geçirdiği ve kalite sınıfı yüksek silajlar elde edildiği söylenebilmektedir.

Uygulanan vakum değerlerinin ve ürün yoğunluğunun, silajın pH değeri ve laktik asit değerleri üzerinde önemli farklılıklar oluştuğunu tespit etmişlerdir (Johnson et al. 2005).

pH içeriği bakımından -0.1 MPa vakum seviyesi önerilebilir. Torba tipi olarak, pH içeriği bakımından BOPA/PE (4.0) ve OPP/PE/EVOH/PE (4.01) torba tiplerinin uygun olduğu söylenebilir.

### 4.3.Yoğunluk içeriğine ilişkin sonuçlar

Vakumlanmış paket silajlarda yoğunlukları hesaplarken su taşıma yöntemiyle paketlerin hacimleri belirlenmiştir. Dereceli silindir içine bir miktar su konularak paketler silindire batırılmak suretiyle su seviyesindeki artışa göre hacim değerleri bulunmuştur (Cai et al. 1997). Vakum paketlerinin ağırlıkları hassas terazide ölçülerek hacimle oranlandığında yoğunluk değerleri hesaplanmıştır.

Hava giriş mekanizmasıyla ilgili yapılan araştırmalar; küçük boyutlarda parçalanmış bitkisel materyalin, daha büyük boyutlarda parçalanmış bitkisel materyale göre silo içerisine hava girişine daha az olanak tanıdığını göstermiştir (McGechan 1990). Silaj yoğunluğu üzerinde porozite etkilidir. Porozite, silaj bünyesine hava giriş miktarını ayarlamaktadır (Muck ve Holmes 2000).

Birinci hasat döneminde vakumlanarak paketlenen silajlarda, bir yıl sonunda ölçülen yoğunluk değerleri Çizelge 4.9' da, ikinci hasat döneminde vakumlanarak paketlenen silajlarda, bir yıl sonunda ölçülen yoğunluk değerleri ise Çizelge 4.10' da verilmiştir.

**Çizelge 4.9.** Vakumlu paket silaj yemlerin yoğunluk değerleri (hasat-1)

Torba Tipi	Vakum Seviyesi (MPa)	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> ) ( $\bar{x}$ ) ± S
PA/PE	0,07	1,16±0,04
	0,1	0,88±0,01
	-0,1	0,76±0,03
		0,93 ±0.17
BOPA/PE	0,07	1,25±0,00
	0,1	1,00±0,10
	-0,1	0,88±0,01
		1,04±0.17
OPP/PE/EVOH/PE	0,07	1,03±0,02
	0,1	1,01±0,01
	-0,1	0,83±0,05
		0,95±0.09

Silaj örneklerinin yoğunluk değerleri torba tiplerine göre en az PA/PE torba tipinde  $0,93 \text{ g/cm}^3$ , OPP/PE/EVOH/PE torbalara yapılan silajlarda  $0,95 \text{ g/cm}^3$  ve BOPA/PE torba tipinde  $1,04 \text{ g/cm}^3$  olarak saptanmıştır. Vakum seviyeleri arasında da belirgin farklar saptanmamıştır.

Silajların yoğunluk değeri üzerinde, çalışma kapsamında ele alınan birinci hasat dönemi (%30 KM), vakum seviyesi, torba tipi ve torba tipi x vakum seviyesi etkisi istatistiksel olarak çok önemli (\*\* $p < 0,01$ ) bulunmuştur.

**Çizelge 4.10.** Vakumlu paket silaj yemlerin yoğunluk değerleri (hasat-2)

Torba Tipi	Vakum Seviyesi (MPa)	Yoğunluk ( $\text{g/cm}^3$ ) ( $\bar{x}$ ) $\pm$ S
PA/PE	0,07	0,84 $\pm$ 0,02
	0,1	0,68 $\pm$ 0,07
	-0,1	0,90 $\pm$ 0,05
		0,80 $\pm$ 0.10
BOPA/PE	0,07	0,66 $\pm$ 0,01
	0,1	0,75 $\pm$ 0,05
	-0,1	0,77 $\pm$ 0,02
		0.72 $\pm$ 0.05
OPP/PE/EVOH/PE	0,07	1,01 $\pm$ 0,01
	0,1	0,80 $\pm$ 0,03
	-0,1	0,63 $\pm$ 0,01
		0,81 $\pm$ 0.16

Silajların yoğunluk değeri üzerinde, çalışma kapsamında ele alınan ikinci hasat dönemi (%45 KM), vakum seviyesi etkisi istatistiksel olarak çok önemli (\*\* $p < 0,01$ ), torba tipi ise önemsiz ( $p > 0.05$ ) bulunmuştur.

Silaj örneklerinin yoğunluk ( $\text{g/cm}^3$ ) değerleri üzerinde, çalışma kapsamında incelenen parametrelerin etkilerinden, hasat x torba tipi, torba tipi x vakum seviyesi ve hasat x vakum seviyesi x torba tipinin etkilerinin istatistiksel olarak çok önemli (\*\* $p < 0,01$ ) bulunmuştur.

Vakumlu paket silaj yemlerin torba tiplerine göre yoğunluk içerikleri, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.11 de, vakum seviyelerine göre yoğunluk içerikleri, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.12' de verilmiştir.

**Çizelge 4.11.** Vakumlu paket silaj yemlerin torba tiplerine göre 1 yıl sonunda yoğunluk içerikleri, ortalama ve standart sapma değerleri

Torba tipi	Hasat-1 Yoğunluk ( $\bar{x}$ ) $\pm$ S	Hasat-2 Yoğunluk ( $\bar{x}$ ) $\pm$ S	Ort.
PA/PE	0,93 $\pm$ 0,17 <b>a</b>	0,80 $\pm$ 0,10 <b>b</b>	0,86 $\pm$ 0,13 <b>a</b>
BOPA/PE	1,04 $\pm$ 0,17 <b>b</b>	0,72 $\pm$ 0,57 <b>a</b>	0,88 $\pm$ 0,37 <b>b</b>
OPP/PE/EVOH/PE	0,95 $\pm$ 0,09 <b>a</b>	0,81 $\pm$ 0,16 <b>b</b>	0,88 $\pm$ 0,12 <b>b</b>
Ortalama	0,97 $\pm$ 0,15	0,77 $\pm$ 0,27	

**\*\*a, b, c):** Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.01);ns, önemsiz

Silajların yoğunluk değeri üzerinde, çalışma kapsamında ele alınan her iki hasat döneminde (%30 KM-%45 KM), torba tipi etkisi istatistiksel olarak çok önemli (\*\*p<0,01) bulunmuştur. Yoğunluk değeri en az PA/PE torbalarına ait silajlarda olmuştur. Ayrıca standart sapması da düşük olup, homojenlik değeri de yakın gerçekleşmektedir. OPP/PE/EVOH/PE tipi torbalarda da standart sapma küçük olup homojenlik değeri uygundur.

**Çizelge 4.12.** Vakumlu paket silaj yemlerin vakum seviyelerine göre 1 yıl sonunda yoğunluk içerikleri, ortalama ve standart sapma değerleri

Vakum seviyesi (MPa)	Hasat-1 Yoğunluk ( $\bar{x}$ ) $\pm$ S	Hasat-2 Yoğunluk ( $\bar{x}$ ) $\pm$ S	Ort.
0,07	1,14 $\pm$ 0,10 <b>c</b>	0,83 $\pm$ 0,15 <b>b</b>	0,99 $\pm$ 0,12 <b>c</b>
0,1	0,96 $\pm$ 0,08 <b>b</b>	0,74 $\pm$ 0,07 <b>a</b>	0,85 $\pm$ 0,07 <b>b</b>
-0.1	0,82 $\pm$ 0,06 <b>a</b>	0,76 $\pm$ 0,12 <b>a</b>	0,79 $\pm$ 0,09 <b>a</b>
Ortalama	0,97 $\pm$ 0,08	0,78 $\pm$ 0,12	

**\*\*a, b, c):** Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (p<0.01);ns, önemsiz

Tukey HSD testine göre, hasat dönemlerini ortalaması en düşük yoğunluk değeri üçüncü vakum seviyesinde (-0.1MPa) olurken, en yüksek yoğunluk değeri birinci vakum seviyesi (0.07 MPa) aralığında olmuştur. Uygulanan vakum seviyeleri yoğunluk üzerinde çok önemli bulunmuştur (\*\*p<0.01). Çalışma sonuçlarına göre , -0.1 MPa vakum seviyesi paketlemede önerilebilir.

Çalışmada ele alınan parametrelere ilişkin hasat 1, hasat 2 ve hasat dönemi dikkate alınmadan farklı torba tipi ve vakum seviyelerinin korelasyon değerleri Çizelge 4.13'te verilmiştir.

**Çizelge 4.13.** Hasat 1, hasat2 ve toplamda torba tipi ve vakum seviyelerinin pH, KMK, yoğunluğa ilişkin korelasyonlar

	Hasat	Torba Tipi	Vakum seviyesi	pH	Kuru Madde Kaybı (KMK)	Yoğunluk
<b>HASAT 1</b>						
pH	-	0,17	0,05	-	-0,173	0,10
KMK	-	-0,449**	-0,13	-0,07	-	0,28
Yoğunluk	-	0,06	-0,860**	0,10	0,28	-
<b>HASAT 2</b>						
pH	-	-,0348	-0,684**	-	-0,139	0,045
KMK	-	-0,593**	0,030	-0,139	-	-0,217
Yoğunluk	-	0,023	-0,240	0,045	-0,217	-
<b>HASAT 1- HASAT 2</b>						
pH	0,836**	-0,089	-0,225	-	0,142	-0,459**
KMK	0,244	-0,510**	0,011	0,142	-	-0,114
Yoğunluk	- 0,583**	0,039	-0,475**	- 0,459**	-0,114	-

Çizelge 4.13'te; hasat1, hasat2 ve hasat dönemlerini dikkate almadan farklı torba tiplerinin ve vakum seviyelerinin; pH, KMK ve yoğunluk üzerine etkilerini incelediğimiz korelasyon tablosuna baktığımızda;

Hasat1 döneminde yani kuru madde %30 iken, torba tipleri (PA/PE, BOPA/PE ve OPP/PE/EVOH/PE) ile farklı vakum seviyelerinin (0.07, 0.1, -0.1 MPa), silajlardaki KMK, pH ve yoğunluk üzerine etkilerine bakıldığında; torba tipleri değişikçe KMK'nın arttığını ve



bu ilişkinin istatistiki olarak oldukça önemli olduğunu görmekteyiz ( $P \leq 0.01$ ;  $r = -0.449^{**}$ ). Aynı ilişkiyi vakum seviyeleri, yoğunluk arasında da görmekteyiz. Vakum seviyeleri değiştikçe yoğunluğun azaldığı görülmektedir ( $P \leq 0.01$ ;  $r = -0.860^{**}$ ).

Hasat2 döneminde yine, torba tiplerinin değişmesiyle KMK' nın arttığını bu kaybın birinci hasat döneminden daha fazla olduğu görülmektedir ( $P \leq 0.01$ ;  $r = -0.593^{**}$ ). Bunun sebebi artan kuru madde seviyesinde silajların yapılması olarak belirtebiliriz. Nitekim Muck and Holmes (2006)' un yapmış olduğu çalışmada da bizimle benzer sonuca ulaşmışlardır. %40 KM'den sonra kayıpların arttığını ve hasat için %30-40 arası KM uygun olduğunu belirtmişlerdir. Vakum seviyeleri açısından baktığımızda ise, birinci hasat döneminde önemli olan yoğunluğun yine negatif olmakla birlikte istatistiki açıdan önemli olmadığı ( $P \geq 0.05$ ;  $-0.240$ ) ve yoğunluk ürün kuru maddesinin artmasına bağlı olarak azalma eğilimi göstermiştir. Hasat nemi düştükçe silajların pH düzeyleri artmaktadır. Bu nedenle hasat2 dönemi silajlarında pH içeriği daha yüksek olmuştur ( $P \leq 0.01$ ;  $r = -0.684^{**}$ ).

Hasat dönemlerini dikkate almadan analizi yaptığımızda ise, torba tipinin değişmesiyle KMK'nın arttığını, hasat2 dönemine göre biraz düşmekle birlikte, bu kaybın istatistiki olarak oldukça önemli olduğunu görüyoruz ( $P \leq 0.01$ ;  $r = -0.510^{**}$ ). Vakum seviyeleri değiştikçe yoğunluğun da negatif yönde değiştiği, bu değişimin hasat1 dönemindeki kadar yüksek olmasa da istatistiki açıdan önemli olduğu görülmektedir ( $P \leq 0.01$ ;  $r = -0.475^{**}$ ). Bu azalmanın hasat2 döneminden kaynaklandığını söyleyebiliriz.

Hasat dönemlerini dikkate almadığımızda, yoğunluk ile pH arasında antagonist bir ilişkinin olduğunu görmekteyiz. Yoğunluk arttıkça pH'ın düştüğü ve bu düşüşün istatistiki açıdan oldukça önemli olduğunu görüyoruz ( $P \leq 0.01$ ;  $r = -0.459^{**}$ ). Bunun sebebi ise (n) sayısının artması söylenebilir. Johnson et al. (2005) yaptıkları çalışmada da pH da bir azalma kaydetmişlerdir. Paketleme yoğunluğuna bağlı olarak pH oranında azalma olduğunu ve ( $P < 0.001$ ) de önemli olduğunu bulmuşlardır. Çalışmada da elde ettiğimiz sonuçlar literatür değerine uygun saptanmıştır.

#### 4.4. Fiziksel Özelliklerine İlişkin Sonuçlar

Silaj örneklerinde yemlerin fiziksel olarak değerlendirilmesinde silaj örneklerinin renk, koku ve strüktürü esas alınarak yapılan Fleig Puanlama Sistemi kullanılmaktadır. Fiziksel değerlendirme duyu organları yardımıyla yapılan bir analiz şeklidir.

Uygulanan farklı vakum seviyesi ve torba tiplerinde ilk hasat döneminde (% 30 kuru madde) yapılan silaj örneklerinde bir yıllık depolama süresi sonunda, kuru madde ve pH değerleri dikkate alınarak yapılan puanlamaya göre hesaplanan kalite sınıfları Çizelge 4.14' de, ikinci hasat döneminde (% 45 kuru madde) yapılan puanlamaya göre hesaplanan kalite sınıfları Çizelge 4.15' de verilmiştir.

**Çizelge 4.14.** Vakumlu paket silaj yemlerin nitelik sınıfları (% 30 Kuru madde-Hasat-1)

Torba Tipi	Vakum Seviyesi (MPa)	Fiziksel Analiz Puanı (FAP)	Kalite Sınıfı*	Ortalama ( $\bar{x}$ ) $\pm$ S
PA/PE	0.07	82.66	PEKİYİ	84,20 $\pm$ 3,03
	0.1	82.26	PEKİYİ	
	-0,1	87.69	PEKİYİ	
BOPA/PE	0.07	93.99	PEKİYİ	92,17 $\pm$ 1,61
	0.1	91.58	PEKİYİ	
	-0,1	90.93	PEKİYİ	
OPP/PE/EVOH/PE	0.07	86.48	PEKİYİ	88,36 $\pm$ 2,30
	0.1	87.67	PEKİYİ	
	-0,1	90.92	PEKİYİ	
<b>Genel Ortalama</b>				<b>88,24<math>\pm</math>2,31</b>

\*Flieg Puanı; 81-100/Pekiyi; 61-80/İyi; 41-60/Orta; 21-40/Değeri az; 0-20/Kötü

BOPA/PE tipi torbalara konulan silaj örneklerinin Fleig puanlaması ortalaması 92.17 ile, PA/PE (84.2) ve OPP/PE/EVOH/PE (88.36) tipi torbalara konulan silaj örneklerinden yüksek bulunmuştur. PA/PE ve OPP/PE/EVOH/PE tipi torbalarda en yüksek fiziksel analiz puanı (FAP) -0,1 MPa seviyesinde bulunmuştur. BOPA/PE tipi torbalara yapılan silaj örneklerinin FAP puanları üç vakum seviyesi için de benzer olmuştur. % 30 kuru madde de yapılan silajların her üç vakum seviyesinde ve tüm torba tiplerinde elde edilen örneklerin kalite sınıfı "PEKİYİ" bulunmuştur. Bu, her vakum seviyesi için de uygun silajların yapılabileceğini göstermektedir.

**Çizelge 4.15.** Vakumlu paket silaj yemlerin nitelik sınıfları (% 45 kuru madde-hasat-2)

Torba Tipi	Vakum Seviyesi (MPa)	Fiziksel Analiz Puanı	Kalite Sınıfı*	Ortalama ( $\bar{x}$ ) $\pm$ S
PA/PE	0.07	77,34	İYİ	80,93 $\pm$ 3,17
	0.1	82,08	PEKİYİ	
	-0,1	83,36	PEKİYİ	
BOPA/PE	0.07	84,19	PEKİYİ	90,21 $\pm$ 6,01
	0.1	90,23	PEKİYİ	
	-0,1	96,22	PEKİYİ	
OPP/PE/EVOH/PE	0.07	84,52	PEKİYİ	85,61 $\pm$ 8,30
	0.1	77,9	İYİ	
	-0,1	94,4	PEKİYİ	
<b>Genel Ortalama</b>				85,58 $\pm$ 5,83

\*Flieg Puanı; 81-100/Pekiyi; 61-80/İyi; 41-60/Orta; 21-40/Değeri az; 0-20/Kötü

Çizelge 4.14 ve 4.15 den de görüldüğü gibi torba tipleri içerisinde BOPA/PE tipi torbalara konulan silaj örneklerinin Fleig puanlaması, her iki kuru madde seviyesinde ve üç farklı vakum seviyesinde de yüksek bulunmuştur. BOPA/PE tipi torbalara yapılan silaj örneklerinin Fleig puanları ortalaması 90.21 olmuştur. % 45 kuru madde de yapılan silajların her üç vakum seviyesinde ve tüm torba tiplerinde elde edilen örneklerin kalite sınıfı "PEKİYİ" bulunmuştur. PA/PE tipi torbalarda 0.07 MPa vakum seviyesinde ve OPP/PE/EVOH/PE tipi torbalarda 0.1 MPa vakum seviyesinde yapılan torba silajlara ait örneklerin FAP puanları sırasıyla 77.34, 77.90 hesaplanarak kalite sınıfları "İYİ" bulunmuştur.

Silolama sırasında kullanılan plastik malzemelerin silaj içerisindeki gaz oranlarını etkilediği belirtilmiştir (McGechan and Williams 1994). Malzemenin geçirgenlik değeri ve malzeme renginin silaj yüzey sıcaklığı üzerine etkili olduğu bildirilmiştir (Snell et al. 2002). Kullanılan plastiğin kimyasal yapısı ve inceliğinin silaj yem üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir (Keller et al. 1998).

BOPA/PE tipi torbalara yapılan silaj örneklerinde daha yüksek FAP puanı saptanması ve kalite sınıfının yüksek olması, plastik malzemenin kimyasal özelliklerinden kaynaklanmaktadır. BOPA/PE tipi torbalarda O<sub>2</sub> geçirgenliği 28 cc/m<sup>2</sup> gün, CO<sub>2</sub> geçirgenliği 150 cc/m<sup>2</sup> gün' dür. CO<sub>2</sub> geçirgenliğinin O<sub>2</sub> geçirgenliğinden büyük olduğu plastik torbaların uygun olması, O<sub>2</sub> girişinden daha fazla miktarda CO<sub>2</sub> çıkışının meydana gelmesine bağlanmıştır (Johnson et al 2005).

Farklı vakum seviyelerinde paketlenerek yapılan silaj örneklerinin Fleig Puanlama Sistemine göre yapılan fiziksel değerlendirmesinden elde edilen toplam puanların, en küçük kareler ortalaması ve standart sapma değerleri ile silajların kalite sınıfları Çizelge 4.16'de verilmiştir.

**Çizelge 4.16.** Silaj örneklerinin fiziksel analiz puan (FAP) ortalamaları ve standart sapma değerleri

Parametreler	Seviye	FAP	Kalite sınıfı	Ortalama ( $\bar{x}$ ) $\pm$ S
Nem	% 30	88.24	PEKİYİ	86.91 $\pm$ 1.88
	% 45	85.58	PEKİYİ	
Vakum seviyesi	0.07	82.01	PEKİYİ	85.58 $\pm$ 5.02
	0.1	83.40	PEKİYİ	
	-0.1	91.33	PEKİYİ	
Torba tipi	PA/PE	82.56	PEKİYİ	86.91 $\pm$ 4.31
	BOPA/PE	91.19	PEKİYİ	
	OPP/PE/EVOH/PE	86.98	PEKİYİ	
Süre	1 yıl	86.91	PEKİYİ	

Çizelge 4.16' dan görüldüğü gibi, vakumlanan silaj örneklerinde nem seviyesine göre %30 nem seviyesinde yapılan silaj örneklerinin puanı % 45 nemde yapılan örneklerden %3.02 ile daha yüksek bulunmuştur. Vakum seviyelerine ise, sırasıyla -0.1, 0.1 ve 0.07 MPa seviyelerinde elde edilmiştir. Torba tiplerinde ise en iyi sonuçlar BOPA/PE torba tipinde yapılan silaj örneklerinde saptanırken, en düşük sonuçlar PA/PE tipi torbalara yapılan silaj örneklerinde olmuştur.

Farklı vakum seviyelerinde paketlenerek yapılan silaj örneklerinin DLG Puanlama Sistemine göre yapılan fiziksel değerlendirmesinden elde edilen toplam puanların, en küçük kareler ortalaması ve standart sapma değerleri ile silajların kalite sınıfları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

**Çizelge 4.17.** Silaj örneklerinin DLG Puanı ve kalite sınıfı

<b>Torba Tipi</b>	<b>Vakum Seviyesi (MPa)</b>	<b>Fiziksel Analiz Puanı</b>	<b>Kalite Sınıfı*</b>	<b>Ortalama (<math>\bar{x}</math>)</b>
PA/PE	0.07	19,5	PEKİYİ	19,67
	0.1	19,5	PEKİYİ	
	-0,1	20	PEKİYİ	
BOPA/PE	0.07	19,5	PEKİYİ	19,83
	0.1	20	PEKİYİ	
	-0,1	20	PEKİYİ	
OPP/PE/EVOH/PE	0.07	19	PEKİYİ	19,5
	0.1	19,5	PEKİYİ	
	-0,1	20	PEKİYİ	
<b>GENEL ORT.</b>				<b>19,67</b>

Silaj örneklerinin fiziksel değerlendirmesinde, her iki hasat döneminde de yapılan tüm silaj örneklerinde "PEKİYİ" derecede puanlama hesaplanmıştır. Tüm torba tipleri ve vakum seviyelerinde yapılan silaj örnekleri de renk, koku ve strüktür bakımından iyi özelliklere sahip bulunmuştur. Silaj örneklerinin hemen hiçbirinde koku ve strüktür olarak olumsuz bir durumla karşılaşılmaştır. Silaj örneklerinin hiç birinde küflenme, bozulma, çürüme ve ekşimsi tereyağ asidi kokusu oluşmamıştır. Örnekler hasat anındaki strüktürlerini aynen muhafaza etmektedirler. Koku olarak silaj örneklerinin tamamına yakınının hafif ekşimsi, küf ve amonyak kokusu olmayan, aromatik hoş bir kokuya sahip oldukları saptanmıştır.

Vakumlama işleme silajların yem niteliğini olumlu yönde belirlediği gibi, özellikle silaj balyalarının üst üste depolanmasında kolaylık sağlamaktadır (Yıldız 2008).

## 5. SONUÇ ve TARTIŞMA

Silajların kuru madde kaybı üzerinde, çalışma kapsamında kullanılan torba tiplerinin etkisi her iki hasat dönemi içinde istatistiksel olarak çok önemli (\*\*p<0,01) bulunmuştur. Kuru madde kaybı açısından en az kayıp saptanan torba tipi O<sub>2</sub> geçirgenliği 1.13 cc/m<sup>2</sup> gün, CO<sub>2</sub> geçirgenliği 12 cc/m<sup>2</sup> gün olan OPP/PE/EVOH/PE torbalarında (% 6.08) olarak saptanmıştır. Sırasıyla bu torba tipini O<sub>2</sub> geçirgenliği 41 cc/m<sup>2</sup> gün, CO<sub>2</sub> geçirgenliği 160 cc/m<sup>2</sup> gün olan PA/PE torbalarına ait silajlarda (% 8.85), O<sub>2</sub> geçirgenliği 28 cc/m<sup>2</sup> gün, CO<sub>2</sub> geçirgenliği 150 cc/m<sup>2</sup> gün olan BOPA/PE torbalarına ait silajlarda(%10.96) olarak saptanmıştır. Silajların kuru madde kaybı üzerinde, çalışma kapsamında ele alınan vakum seviyelerinin etkisi de hasat dönemlerine bağlı olarak istatistiksel olarak çok önemli (\*\*p<0,01) bulunmuştur. Kuru maddesi %30 olan hasat1 döneminde elde edilen tüm silajlarda hasat2 dönemine (%45) göre daha az oranda kuru madde kaybı hesaplanmıştır.

Silajların pH değeri üzerinde, çalışma kapsamında ikinci hasat döneminde (%45 KM), torba tipinin etkisi istatistiksel olarak çok önemli (\*\*p<0,01) bulunmuştur, birinci hasat döneminde (%30 KM), torba tipinin etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p>0.05). Silajların pH değeri üzerinde, hasat dönemi ortalaması, istatistiksel olarak çok önemli (\*p<0,05) bulunmuştur. BOPA/PE ve OPP/PE/EVOH/PE tipi torbalar pH içeriği bakımında tercih edilebilir. Tukey testine göre, hasat dönemlerini ortalaması en düşük pH değeri üçüncü vakum seviyesinde olurken, 0.07 ve 0.1 MPa seviyesi vakum değerleri benzer ortalamaya sahip olmuştur (\*\*p<0.01). Çalışma sonucuna göre, -0.1 MPa vakum seviyesi önerilebilir.

Silajların yoğunluk değerleri her iki hasat döneminde kullanılan farklı torba tipleri ve vakum seviyeleri açısından istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (\*\*p<0.01). Yapılan paketlerin yoğunlukları artan vakum seviyesine bağlı olarak azalma göstermiştir. En düşük yoğunluk -0.1 MPa vakum seviyesinde saptanmıştır. En az yoğunluk ise PA/PE torba tipinde olmuştur. Yoğunluk açısından OPP/PE/EVOH/PE tipi torba tipi kullanım açısından önerilebilir. Lindgren ve ark. (1988) aerobik bozulmaya neden olan mikroorganizmaların silaj yoğunluğu artıkça, azaldığını bildirmektedirler. Yoğunluk ve vakum seviyesi arasında önemli bir korelasyon (-860\*\*) bulunmuştur. Aynı zamanda hasat dönemlerine bağlı olarak yoğunluk ile (-583\*\*) bir korelasyon saptanmıştır.

Ürün kuru madde içeriğinin artmasına bağlı olarak, yoğunluk azalırken, KMK ve pH içeriği artış göstermiştir. Silaj yoğunluğu azaldıkça, siloya giren havanın yoğunluğu da artmaktadır (Muck ve Holmes 2000).

Yapılan paket silajların fiziksel özellikleri her iki hasat dönemi içinde tüm torba tipleri ve vakum seviyelerinde yapılan silajların kalite sınıfları Flieg Puanlamasına göre "PEKİYİ" sınıfında olmuştur. BOPA/PE torbalara yapılan silajların Flieg analiz puanları en yüksek sonuçlar elde edilmiştir (92.17). Bu sonuçlara göre, laboratuvar çalışmaları için ele alınan tüm torba tipleri ve vakum seviyeleri nitelikli silaj elde etmek için uygun bulunmuştur. Hasat2 de yapılan paket silajların Flieg puanları azalma göstermiştir. %30 KM de yapılan silajların nitelik sınıfları daha yüksek olmuştur. Artan vakum seviyesine bağlı olarak Flieg puanları artış göstermiştir. Flieg puanı yüksek silaj için % 30 KM döneminde ve -0.1 MPa vakum seviyesinde paketlenmesi önerilebilir. BOPA/PE tipi torbalara yapılan silaj örneklerinde daha yüksek FAP puanı saptanması ve kalite sınıfının yüksek olması, plastik malzemenin kimyasal özelliklerinden kaynaklanmaktadır (Keller et al.1998). BOPA/PE tipi torbalarda O<sub>2</sub> geçirgenliği 28 cc/m<sup>2</sup> gün, CO<sub>2</sub> geçirgenliği 150 cc/m<sup>2</sup> gün' dür. CO<sub>2</sub> geçirgenliğinin O<sub>2</sub> geçirgenliğinden büyük olduğu plastik torbaların uygun olması, O<sub>2</sub> girişinden daha fazla miktarda CO<sub>2</sub> çıkışının meydana gelmesine bağlanmıştır (Johnson et al, 2005). DLG Puanlamasına göre, FAP en yüksek -0.1 MPa vakum seviyesinde BOPA/PE tipi torbalarda bulunmuştur.

Mısır silajının paketlenmesinde ele alınan parametreler açısından hasat1 dönemi (%30 KM)'nin uygun olduğu benzer çalışmalar ile de doğrulanmıştır. Kullanılan ambalaj malzemelerinde O<sub>2</sub> geçirgenliğinin yanı sıra CO<sub>2</sub> geçirgenliğinin de öncelikli olarak dikkate alınması gereken bir kriter olduğu görülmüştür. BOPA/PE tipi torbalar silaj kalitesi açısından Johnson et al. ( 2005) çalışmasını destekler nitelikte öne çıkmıştır.

Kuru madde kaybı ve yoğunluk üzerine inceleme yaptığımız araştırmamızda OPP/PE/EVOH/PE tipi ambalaj malzemesinin en uygun torba tipi olduğu belirtilebilir. Silaj kalite sınıfı göstergesi Fleig puanlaması BOPA/PE tipi torbalarda yüksek bulunmasına rağmen OPP/PE/EVOH/PE tipi torbalara yapılan silajların nitelik sınıfları da 'PEKİYİ' derecesinde olup, silaj çalışmaları için uygun bir ambalajlama malzemesidir.

## 6. KAYNAKLAR

- Açıkgöz E (2002). Silaj Yapımında Kullanılan Diğer Bitkilerin Tarımı. Silaj Bitkileri Yetiştirme ve Silaj Yapımı. Hasad Yayıncılık, Kayseri, 35-57.
- Akyıldız R (1984). Yemler Bilgisi ve Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Yayın No:895, 229 s, Ankara.
- Akyıldız A.R (1986). Yemler Bilgisi ve Teknolojisi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı: 286, 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.
- Alçıçek A ve Karaayvaz B.K (2002). Çiftçi Koşullarında Silo Yemi Yapımında Karşılaşılan Sorunlar ve Çözüm Önerileri. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, TAYEK/TYUAP 2002 Yılı Hayvancılık Grubu Bilgi Alışveriş Toplantısı Bildirileri, Yayın No: 106. İzmir.
- Alçıçek A, Kılıç A, Ayhan V, Özdoğan M (2010). Türkiye’de kaba yem üretimi ve sorunları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak, Ankara.
- Altan M, Yıldırım H, Peksel A, Uysal A (2011). Yüksek Yoğunluklu Polietilenin ve Polipropilenin Antibakteriyel ve Mekanik Özelliklerinin Nano Boyutlu TiO<sub>2</sub> ve ZnO Tozların Katkısı ile Geliştirilmesi, Proje No: 108M561.
- Anonim (2000). PETİLEN, Alçak Yoğunluklu Polietilen, PETKİM Aliğa Petrokimya Kompleksi, İzmir.
- Anonim (2009). ASTM Standard D1434, Standard Test Method for Determining Gas Permeability Characteristics of Plastic Film and Sheeting. ASTM International, West conshohocken, PA, DOI: 10.1520/D1434-82R09E01, www.astm.org
- Anonim (2009). TÜİK. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> Erişim Tarihi:07.01.2014
- Anonim (2010).ASTM Standard D3985, Standard Test Method for Oxygen Gas Transmission Rate Through Plastic Film and Sheeting Using a Coulometric Sensor. ASTM International, West Conshohocken, PA, DOI: 10.1520/D3985-05R10E01, www.astm.org
- Anonim (2012). TÜİK Türkiye İstatistik Kurumu. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/hayvancilikapp/hayvancilik.zul> Erişim Tarihi: 07.01.2014
- APPENDINI P, Hotchkiss J.H (2002). Review of Antimicrobial Food Packaging Innovative Food Science & Emerging Technologies, 3,113-126.
- ASAE Standarts (2002). Moisture measurement - forages. ASAE S358.2. Standards 2002: 565. St. Joseph, MI.
- Ashbell G, Kipnis T, Titterton M, Hen Azrieli and Weinberg Z.G (2001). Examination of a Technology for Silage Making in Plastic Bags. Animal Feed Science and Technology 91(2001) 213-222.
- Askeland D.R (1998). The Science and Engineering of Materials, Volume 2, ISBN: 975-591-106-5, Yayın No:128, 712 s.



- Bağdatlıoğlu N, Demirbükler B (2001). Kurutulmuş Domateslerin Raf Ömrü Üzerine Depolanma Koşullarının Etkisinin Araştırılması. Tarım Orman ve Gıda Teknolojileri Araştırma Grubu, Manisa.
- Bastaban S (1982). Yoncada Biçim Sonrası Uygulanan Mekanizasyon İşlemleri ile Çeşitli Depolama Koşullarının Ürün Kayıplarına Etkileri Üzerinde Bir Araştırma, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Mekanizasyon Bölümü Doktora Tezi, Erzurum.
- Bilgen H, Alçiçek A, Sungur N, Eichhorn H and 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.
- Bilgen H, Yalçın H ve Öz H (1997b). Ot Balya Silajı Yapım Olanakları Üzerine bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 17. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı, 585-591.
- Bilgen H, Yalçın H, Özkul H, Çakmak B, Polat M, ve Kılıç A (2005). Plastik Rengi, Vakum Uygulaması ve Bekletme Şeklinin Paket Mısır Silaj Yemi Niteliği Üzerine Etkileri. Ege Üniv, Ziraat Fak. Derg. 42(2): 77-85.
- Brenier J.M , Mark J.E (1998). Preparation, Structure, Growth Mechanisms and Properties of Siloxane Composites Containing Silica, Titania or Mixed Silica-Titania Phases, Polymer, 39, 5486-93
- Brian J. Holmes and Richard E. Muck (2008). Packing Bunker and Pile Silos to Minimize Porosity
- Brody A.I (1970). Flexible Packaging of Foods. CRC Press, Cleveland, Ohio, US.
- Bonomi A, Sabbioni A and Pantigliani (1991). Remarks and Observations on the Use of Flavored Diets in the Early Weaning of Piglets. Annali della Facolta di Medicina Veterinaria, Università di Parma.
- Borreani G, Tabocco E (2006). The Effect of a Baler System on Fermentation And Losses of Wrapped Big Bales of Alfalfa. Agronomy Journal 98:1-7.
- Cai Y, Ohmomo S, Ogawa M and Kumai S (1997). Effect of NaCl-Tolerant Lactic Acid Bacteria and NaCl on the Fermentation Characteristics and Aerobic Stability of Silage. Journal of Applied Microbiology 83, 307-313.
- Çakmak B, Yalçın H (2005). Silaj Yemin Paketlenmesi Mekanizasyonunda Kullanılan Farklı PE (Polietilen) Malzemelerin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. Ege Üniv. Ziraat. Fak. Derg, 42(3):67-76
- Çakmak B, Yalçın H ve Bilgen H (2013). Hasıl ve Fermente Mısır Silajlarının Ham Besin Maddesi İçeriği ve Kalitesine Paketleme Basıncı ve Depolama Süresinin Etkileri Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, TÜRKİYE
- Charley R, D Ph (2008). Silage Packing Density. Forage Products Manager-Animal Nutrition, Lallemand, March.
- Chen J, Stokes MR, Wallace CR (1994). Effects Of Enzyme-Inoculant Systems On Preservation And Nutritive Value Of Hay Crop And Corn Silages. J.Dairy Sci,77:501-512.
- D'Amours L and Savoie P (2005). Canadian Biosystems Engineering/Le génie des systèmes au Canada 47: 2.21-2.28.

- DLG (1987). Bewertung von Grünfutter, Silage und Heu. Merkblatt 224. DLG-Verlag.
- Ensminger, M.E., J.E. Oldfield and W.W. Heinemann. 1990. Feeds and Nutrition (2nd edition). 1544 p. Ensminger Publishing Co., Clovis, CA.
- Erdoğdu, İ., Altınok, S., 2003. Silajlık Olarak Yetiştirilen Bazı Atdişi Hibrit Mısır (*Zea mays indentata sturt.*) Çeşitlerinin Bitkisel Özellikleri ve Yem Verimleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 9(2):170-173
- Ergül M (1988). Yemler Bilgisi ve Teknolojisi. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı No: 487, İzmir.
- Esin A, Dirim N.S (2000). Zeolit İçeren Polietilen Esaslı Bir Gıda Ambalaj Malzemesinin Üretilmesi ve Gaz Geçirgenlik Özelliklerinin Belirlenmesi. Tarım Orman ve Gıda Teknolojileri Araştırma Grubu.
- Filya İ, Ashbell G, Hen Y, Weinberg Z (2000). The Effect of Bacterial Inoculants on the Fermentation and Aerobic Stability of Whole Crop Wheat Silage. Animal Feed Science Technology. 88: 39-46.
- Filya İ (2002a). Silaj Yapımı. Silaj Bitkileri Yetiştirme ve Silaj Yapımı. Hasad Yayıncılık, Kayseri, 59-86.
- Filya İ (2008). Türkiye’de Kaba Yem Sorunu ve Çözüm Yolları. Hasad Hayvancılık. 23 (273): 28-33.
- Garcia A (2002). Alternative Forages for Dairy Cattle: Soybeans and Sunflowers. American Dairy Science Association, USA., pp: 1-2.
- Griswold K.E, Craig P.H and Dinh S.K (2009). Relationship of Corn Silage Dry Matter Content To Density in Bunker Silos. Penn State Cooperative Extension, Lancaster, W113.
- Holmes B.J (1998). Choosing Forage Storage Facilities. In Dairy Feeding Systems Management, Components and Nutrients, 38-59, NRAES-116, Ithaca, NY: NRAES.
- Holmes B.J, Muck R.E (2008). Packing Bunker and Pile Silos to Minimize Porosity, Focus on Forage.
- 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, Journal of Applied Microbiology 2005, 98, 106–113.
- Jeroch H, Flachowsky G, Weißbach F (1993). Futtermittelkunde. Gustav-Fischer, Jena-Stuttgart
- Karaçalı İ, Turantaş F, şen F (2003). Kuru Kayısı Meyvelerinin Kitlesel Depolama Olanaklarının Araştırılması. Tarım Orman ve Gıda Teknolojisi Araştırma Grubu, İzmir.
- Karagözoğlu E, Köylü M.E (1991). Çekirdekli ve Çekirdeksiz Kurutmalık Üzüm Çeşitlerinde Değişik Tip Çuval ve Ambalajlarda Depolanmasının Kuru Üzüm Kalitesine Etkileri. Manisa Bağcılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayın No:44.
- Kader A.A, Zagory D and Kerbel E.L (1989). Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 40(1):1-24.

- Kasama J, Ratchasima N, Jongrak K (2008). Mechanical and Morphological Properties of Sisal/Glass Fiber-Polypropylene Composites, *Advanced Materials Research*, 47, 486-89,
- Kavalcıoğlu S (2008). Yonca Balya Silajında Parça Boyu, Plastik Rengi ve Sarma Katının Silaj Yem Kalitesine Etkisi. Namık Kemal Üniv. Fen Bil. Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- Keller T, Nonn H and Jeroch H (1998). The Effect of Sealing and of Additives on the Fermentation Characteristics and Mould and Yeast Counts in Stretch Film Wrapped Big-Bale Lucerne Silage. *Archives of Animal Nutrition* 51, 63–75.
- Kılıç A (1984). Süt Sığırlarında Rasyon Hazırlama Yöntemleri. Çayır Mera ve Zootekni Araştırma Enstitüsü Yayınları, No: 86. Ankara
- Kılıç A (1985). Hayvan Besleme. TÜBİTAK Yayınları, No:611 VHAG,Seri No:21, Ankara.
- Kılıç A (1986). Silo Yemi (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri). Bilgehan Basımevi, 327 s, İzmir.
- Kılıç A (1997). Türkiye’de Kaba Yem Üretimi ve Yeterlilik Düzeyi. Türkiye Birinci Silaj Kongresi Bildiri Kitabı. Hasad Yayıncılık, s 11-18, İstanbul.
- Kutlu H. R (1995). Tüm Yönleriyle Silaj Yapımı ve Silajla Besleme. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Adana.
- Kruenate J, Tongpool R, Panyathanmaporn T (2004). Optical and Mechanical Properties of Polypropylene Modified by Metal Oxides, *Surface and Interface Analysis*, 36, 1044-47.
- Lee K, Griswold K (2011). Corn Silage Density and Dry Matter Loss: Why and How to Make Your Customers More Dense. Vita Plus Custom Harvester Meeting, Madison, Wisconsin.
- Lindgren S, Petterson K, Jonsson A, Lingvall P and Kaspersson A (1988). Silage Inoculation: Selected Strains, Temperature, Wilting and Practical Application. *Swed. J. Agric. Res.* 15: 9–18.
- Martin N.P, Muck R.E and Holmes B.J (2004). Silage Density and Dry Matter Loss of Bag and Bunker Silos.
- Marshall I and Howe S (1989). Silage Baling Update. Power Farming.
- Mathlouthi M and Leiris J.P (1990). The Influence of the Technology of Food Manufacturing on the Choice of a Packaging Material. *Engineering and Food Advanced Processes*. Ed. By W.E.L Spiess and H. Schubert, Elsevier Applied Science Publishing CO. Inc, New York, U.S.A.
- Mc Cormick M.E, Beatty J.F and Gillespie J.M (2002). Ryegrass Bale Silage Research and Management Practices. Louisiana State University Agricultural Center, Research Summary Number 144, pp:16.
- Mc Donald (1981). *The Biochemistry of Silage*. J.W. Publ. Manchester.
- McEniry J, O’Kiely P, Clipson N.J.W, Forristal, P.D. and Doyle, E.M (2007). Manipulating The Ensilage of Wilted, Unchopped Grass Through The Use of Additive Treatments. *Irish Journal of Agricultural and Food*.
- McNally T, Potschke P, Halley P, Murphy M, Martin D, Bell SEJ, et al. Polyethylene multiwalled carbon nanotube composites. *Polymer*. 2005;46(19):8222-8232.

- McGechan M.B (1990). A Review of Losses Arising During Conservation of Grass Forage: Part 2, Storage Losses. *J. Agric. Eng. Res.* 45: 1–30.
- Muck R.E and Holmes B.J (1999). Factors Affecting Bunker Silo Densities. ASAE Paper No.991016. St. Joseph, MI: ASAE.
- Muck R.E and Holmes B.J (2000). Bag Silo Densities and Losses. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, Vol. 49(5): 1277–1284.
- Muck R.E and Holmes B.J (2001). Density and Losses in Pressed Bag Silos. *The Society for Engineering in Agricultural, Food and Biological Systems*, Paper Number: 01-1091.
- Nauman C and Bassler R (1993). *Die Chemische Untersuchung von Futtermitteln. Methodenbuch, Band III.* VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- Paillat J.M and Gaillard (2001). Air-tightness of Wrapped Bales and Resistance of Polythene Stretch Film Under Tropical and Temperate Conditions. *Journal Agricultural Engineering Research.* 79 (1) 15-22.
- Pitt R.E (1983). Mathematical Prediction of Density and Temperature of Ensiled Forage. *Trans. ASAE* 26(5), 1522-1527, 1532
- Polat M ve Özkul H (2005). Paket Silo Yemi Yapımı. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, TAYEK/TYUAP 2002 Yılı Hayvancılık Grubu Bilgi Alışveriş Toplantısı Bildirileri, Yayın No: 118. İzmir.
- Quintavalla S, Vicini L (2002). Antimicrobial Food Packaging in Meat Industry. *Meat Science*, 62,373-380.
- Rooney M.L (1995). Overview of Active Food Packaging, Ed, By M.L Rooney, 1-33, Chapman and Hall Inc, U.S.A.
- Roth G and D Undersander (1995). Corn Silage Production, Management, and Feeding. NCR Publication NCR574. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America and Soil Science Society of America.
- Roy M.B, Treblay Y, Pomerleau P and Savoie P (2001). Compaction and Density of Forage in Bunker Silos. ASAE Annual International Meeting, Paper No. 01-1089.
- Ruppel K A (1992). Effect of bunker silo management on hay crop nutrient management. M.S. Thesis, Cornell University, Ithaca, NY
- Sauvet G, Dupond S, Kazmierski K (2000). Biocidal Polymers Active by Contact. Synthesis of Polysiloxanes with Biocidal Activity, *Journal of Applied Polymer Science*, 75, 1005-12.
- Savoie P (1988). Optimization of Plastic Covers for Stack Silos. *Journal Agricultural Engineering Research.* 41(2), 65-73.
- 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.
- Savoie P, K.J Shinnors and B.N Binversie (2003). Hydrodynamic Separation of Grain and Stover Components in Corn Silage. Paper No. 036086. St. Joseph, MI: ASAE.
- Savoie P, Muck R and Holmes B (2004). Laboratory Assessment of Bunker Silo Density Part II: Whole-plant corn. *Appl. Engr. In Agric.* 20(2):165-171.

- Savoie P, D'Amours L, Amyot A, Thériault R (2006). Effect of Density, Cover, Depth and Storage Time on Dry Matter Loss of Corn Silage, ASAE Annual Meeting, P.N: 061048.
- Seydim C.A, Seydim Z, Ekinçi F.Y, Demir N, Özdemir M (2007). Peynir Altı Suyu Proteini İçeren Aktif Yenilebilir Ambalaj Geliştirilmesi ve Kaşar Peyniri Ambalajı Olarak Kullanılması, Proje No: Tovag-3343
- Shinners K.J, Binversie B.N, Muck R.E and Weimer P.J (2007). Comparison of Wet and Dry Corn Stover Harvest and Storage. *Biomass and Bioenergy* 31:211-221.
- Snell H.G.J, Oberndorfer C, Kutz A, Lücke, W and Van den Weghe H.F.A (2000). A system for testing plastic film for bunker silage preservation-design and preliminary findings. *Journal Agricultural Engineering Research*,79(1), 37-45.
- Snell H.G.J, Oberndorfer C, Lücke W and Van den Weghe H.F.A (2002). Effects of the Colour and Thickness of Polyethylene Film on Ensiling Conditions and Silage Quality of Chopped Maize, as Investigated Under Ambient Conditions and in Mini-Silos. *Grass and Forage Science*, 57, 342-350.
- Snell H.G, Oberndorfer C, W Lücke and F.A Weghe (2003). Effects of Polyethylene Color and Thickness on Grass Silage Quality. *Grass and Forage Science*. 58:239-248.
- Şirikci M (2006). Kahramanmaraş Koşullarında Üç Mısır Çeşidinde Farklı Bitki Sıklığının Verim ve Bazı Özelliklere Etkisi. Doktora Tezi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Soysal M.İ (2012). Araştırma Deneme Metodları. Tekirdağ.
- Toruk F, Kayışoğlu B (2008). Effect of Applied Vacuum of Silage Package Machine on Silage Quality. *Tarım Makinaları Dergisi*, 4(4), 355-360.
- Toruk F, Gönüloğlu E, Ülger P and Kocabıyık H (2009). Density, Porosity and Permeability Rates of Sunflower Silage Under Different Compaction Conditions”, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8 (9):1873-1877, ISSN: 1680-5593.
- Toruk F and Koç F (2009). Effects on Silage Quality and Aerobic Stability of Different Compaction Levels in Sunflower Silage. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 15 (3), 269-275 (2009).
- Toruk F. ve Gönüloğlu E (2009a). Balya Silajında Farklı Sarma Katı, Polietilen Rengi ve Depolama Koşullarının Etkileri (poster). 6. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 24-26 Haziran, S. 84-89, Erzurum.
- Toruk F, Gönüloğlu E ve Ülger P (2009b). Farklı Depolama Koşulları Altında Balya Silajlarında Renk Değişimleri (sunulu). 25. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, Bildiri Kitabı (özet), 1-3 Ekim, S.53, Isparta.
- Toruk F, Koç F ve Gönüloğlu E (2010). Aerobik Stabilité Süresince Paket Silajlarında Renk Değişimi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(1).
- Toruk F and Gönüloğlu E (2010). Effects of Particle Length on Alfalfa Baled Silage Quality and Color Under Different Storage Conditions. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16 (4- August).
- Tümer S (2001). Silaj. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ğı, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No: 104, İzmir.
- Uppenkamp N (1991). Technik der Rundballen-Wickelsilage. 46. Jahrg. *Landtechnik* 4-91.

- Ulger P, Gönülo E, Toruk F (2009). Türkiye Üniversiteleri; Sorunları ve Öneriler (poster). 25. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, Bildiri Kitabı, 1-3 Ekim, S.325-330, Isparta.
- Wilkinson, J. M. 2005. Silage. Chalcombe Publications, UK, pp. 254.
- Woolford M.K (1984). The Chemistry of Silage. In: The Silage Fermentation. New York: Marcel Decker. pp. 71–132.
- Yalçın H ve Bilgen H (2002). Ticari silaj üretim teknikleri. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, TAYEK/TYUAP 2002 Yılı Hayvancılık Grubu Bilgi Alışveriş Toplantısı Bildirileri, Yayın No: 106. İzmir.
- Yalçın H ve Çakmak B (2005). Bazı kaba yemlerin sıkıştırılabilirlik özellikleri, Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Kesin Raporu, Proje No:01-ZRF-42, İzmir.
- Yıldız C (2008). Farklı Koşullarda Paketlenmiş Mısır Küçük Balya Silajı Yapımı İçin Uygun Parametrelerin Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi. Fen Bil. Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum.
- Zagory (1995). Principles and Practice of Modified Atmosphere Packaging of Horticultural Commodities. In: Farber JM, Dodds KL, editors. Principles of Modified-Atmosphere and Sous-Vide Product Packaging. Lancaster, PA.

## **TEŞEKKÜR**

Araştırmam boyunca yardım ve desteğini hiç esirgemeyen sevgili danışman hocam Doç. Dr. Fulya TAN' a çok teşekkür ederim. Laboratuvar çalışmalarında ve araştırmalarımında destek olan hocam Doç. Dr. Fisun KOÇ ' a , istatistik analizlerin yapımı ve değerlendirilmesi aşamalarında yardımcı olan hocam Yrd. Doç. Dr. Yahya Tuncay TUNA' ya teşekkür ederim. Araştırmam sırasında plastik malzemesi temin edilmesinde destek olan SARAN PLASTİK' e ve Sn. Rıfat ÜNALMIŞ' a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında manevi desteklerini her zaman hissettiğim canım AİLEM'e ve Barış ÇIRPICI' ya çok teşekkür ederim.

## **ÖZGEÇMİŞ**

Nurçin BÜYÜKTOSUN 1982 yılında İstanbul’ da doğdu. İlk ve orta öğrenimini İstanbul’ da tamamladı. Lise eğitimini İstanbul Avcılar 50. Yıl İnsa lisesinde tamamladı. 2008 yılında Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Ziraat Mühendisliği Tarım Makinaları Bölümünden mezun oldu. 2010 yılında Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı.