



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YEMLİK KEÇİBOYNUZU KIRIĞININ ÇAYIR
SİLAJI YAPIMINDA KULLANIMI**

ALİ İHSAN ATALAY

DOKTORA TEZİ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2015

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YEMLİK KEÇİBOYNUZU KIRIĞININ ÇAYIR
SİLAJI YAPIMINDA KULLANIMI

ALİ İHSAN ATALAY

Bu tez,
Zootekni Anabilim Dalında
DOKTORA
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2015

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Ali İhsan ATALAY tarafından hazırlanan “YEMLİK KEÇİBOYNUZU KIRIĞININ ÇAYIR SİLAJI YAPIMINDA KULLANIMI” adlı bu tez, jürimiz tarafından 05 / 05 / 2015 tarihinde oy birliği / oy çokluğu ile Zootekni Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Adem KAMALAK (DANIŞMAN)

Zootekni A.B.D

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Doç. Dr. M. Ali BAL (ÜYE)

Zootekni A.B.D

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Adem EROL (ÜYE)

Tarla Bitkileri A.B.D

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof. Dr. Nihat DENEK (ÜYE)

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları A.B.D

Harran Üniversitesi

Doç. Dr. Mustafa ŞAHİN (ÜYE)

Zootekni A.B.D

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Mustafa ŞEKKELİ

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Ali İhsan ATALAY

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Merkezi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 2012/4-6D

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

YEMLİK KEÇİBOYNUZU KIRIĞININ ÇAYIR SİLAJINDA KULLANIMI (DOKTORA TEZİ)

Ali İhsan ATALAY

ÖZET

Bu çalışmada, çayırotunun silolanmasında suda çözünür karbonhidrat ve tanen bakımından zengin yemlik keçiboynuzu kırığının, silaj katkı maddesi olarak kullanım olanakları araştırılmıştır. Yemlik keçiboynuzu kırığının, oluşan silajların kompozisyonuna, fermantasyon parametrelerine, *in vitro* gaz üretim parametrelerine önemli derecede etkisi olmuştur. Fakat *in vitro* organik madde sindirim derecesi (İVOMSD) ve metabolik enerji (ME) içeriğine bir etkisi olmamıştır. Çayırotu silajlarının kuru madde içerikleri %21.65 ile %25.83 arasında değişmiş olup yemlik keçiboynuzu kırığının kullanım oranının artmasıyla birlikte oluşan çayırotu silajlarının kuru madde (KM) içeriği önemli derecede yükselmiştir. Bir birim yemlik keçiboynuzu kırığının katılmasıyla birlikte çayırotu silajlarının KM içeriğinde yaklaşık olarak 0.865 birimlik bir artış olmuştur. Çayırotu silajlarının nötral deterjan fiber (NDF) ve ham protein (HP) içerikleri sırasıyla % 51.89 ile % 56.23 ve % 17.76 ile % 20.68 arasında değişmiş olup yemlik keçiboynuzu kırığının kullanılmasıyla birlikte oluşan çayırotu silajların NDF ve HP içeriğinde önemli azalmalar meydana gelmiştir. Bir birim keçiboynuzu kırığının katılmasıyla birlikte çayırotu silajının NDF ve HP içeriğinde sırasıyla 0.737 ve 0.834 birimlik bir düşüş meydana gelmiştir. Çayırotu silajlarının asit deterjan fiber (ADF) içerikleri % 36.40 ile % 37.44 arasında değişmiş olup yemlik keçiboynuzu kırığının ilavesi ile herhangi bir fark bulunmamıştır. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, % 6 oranında yemlik keçiboynuzu kırığının ilavesi çayır silajında en büyük problem olan amonyak içeriğini % 48 oranında iyileştirmiş ve pH'sını ise % 15.73 oranında düşürmüştür. Kontrol grubuna göre, % 6 oranında yemlik keçiboynuzu kırığı ilave edilen çayırotu silajının Fleig Skorları (FS) ise 54.04'den 92.01'e yükselmiştir. Kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, yemlik keçiboynuzu kırığının ilave edilmesi çayır silajlarının metabolik enerji içeriğini ve *in vitro* organik madde sindirim derecesini etkilememiştir. Sonuç olarak; daha kaliteli çayır silajı elde etmek için taze çayırotuna en az % 4.5 oranında yemlik keçiboynuzu kırığının katılması tavsiye edilebilir.

Anahtar kelimeler: Çayırotu silajı, Yemlik keçiboynuzu kırığı, Sindirim derecesi, Metabolik enerji

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Zootekni Anabilim Dalı, Mayıs / 2015

Danışman: Prof. Dr. Adem KAMALAK

Sayfa sayısı:85

**THE USE OF LOCUST BEAN FRACTURE AS A SILAGE ADDITIVE FOR
GRASS
(PhD. THESIS)**

Ali İhsan ATALAY

ABSTRACT

The aim of current experiment was to study the possibilities of ensiling the grass with byproduct of carop which is very rich in water soluble carbohydrate and condensed tannin. The carop byproduct had a significant effect on the chemical composition, fermentation parameters, *in vitro* gas production whereas it has no significant effect on the *in vitro* organic matter digestibility and metabolisable energy. The dry matter contents of grass silages ranged from 21.65 to 25.83 %. The dry matter contents of grass silages significantly increased with increasing level of carop byproduct. There is 0.865 unit increase in dry matter of grass silage with one unit of carop byproduct inclusion. The neutral detergent fiber and crude protein ranged from 51.89 to 56.23 % and 17.76 to 20.68% respectively. There was a significant decrease in neutral detergent fiber and crude protein contents. There is 0.737 and 0.834 unit increase in neutral detergent fiber and crude protein contents of grass silage with one unit of carop byproduct inclusion. The acid detergent fiber contents of grass silages ranged from 36.40 to 37.44 %. The inclusion has no effect on acid detergent fiber contents of grass silages. The inclusion of carop byproduct at 6% decreased the ammonia content and pH of grass silage by 48 and 15.73 % respectively when compared with control group. The inclusion of carop byproduct at 6% increased the Fleig score from 54.04 to 92.01 However the inclusion of carop byproduct had no effects on the *in vitro* organic matter digestibility and metabolisable energy. As a conclusion it can be recommended that carop byproduct can be included at 4.5 % on a fresh base to grass to obtain the high quality grass silage

Key words: Grass silage, Carop byproduct, Digestibility, Metabolisable energy

University of Kahramanmaraş Sütçü İmam
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Animal Science, May/ 2015

Supervisor: Prof. Dr. Adem KAMALAK

Page number:85

TEŞEKKÜR

Dünyada olduğu gibi ülkemiz de mısır başta olmak üzere yonca, fiğ, arpa, buğday gibi buğdaygil ve baklagil bitkileri tek başına veya birlikte farklı katkı maddeleri kullanılarak silolanmaktadır. Hem suda çözünebilir karbonhidrat bakımından zengin olması hem de tamponlama kapasitesinin düşük olmasından dolayı, buğdaygiller baklagillere oranla daha kolay silolanmakta ve daha kaliteli silajlar elde edilmektedir. Genelde baklagil silajlarında yeterli laktik asit sentezlenemediği ve arzu edilen pH'ya ulaşamadığı için silolama sırasında proteinlerin aşırı parçalanması (proteoliziz) gibi istenmeyen olaylar cereyan etmektedir. Bu da silaj kalitesini olumsuz etkilemektedir. Bazı durumlarda buğdaygil hasılları yeterli miktarda suda çözünebilir karbonhidrat içermediğinden silolama sırasında baklagillerde cereyan eden proteoliziz olayı meydana gelmektedir. Silaj kalitesine olumsuz etki eden proteolizizi azaltmak için kimyasal maddeler, tahıl daneleri, bakteri ve bazı saf karbonhidratlar gibi silaj katkı maddeleri geniş bir şekilde kullanılmaktadır.

Daha önce sadece yonca silajı yapımında kullanılan ve silaj kalitesinde önemli iyileşmelere neden olan, suda çözünen karbonhidrat ve kondense tanen içeriği bakımından zengin olan yemlik keçiboynuzu kırığı, çayırotunun silolanmasında silaj katkı maddesi olarak kullanılmıştır. Yemlik keçiboynuzu kırığı içerisinde bulunan suda çözünebilir karbonhidratlar laktik asit bakterilerine substrat sağlayarak laktik asit sentezlenmesi planlanmış olup, silaj pH'sını arzu edilen seviyeye çekmek, tanen ile de proteinleri bağlamak ve silolama sırasında meydana gelen proteolizizi engellemek ve sonuç olarak silaj içerisindeki amonyak oluşumunu azaltmak hedeflenmiştir. Yemlik keçiboynuzu kırığının yonca silajı yapımında kullanılmasıyla elde edilen sonuçlar, yemlik keçiboynuzu kırığının, çayırotu silajı yapımında kullanılabileceğini destekler niteliktedir.

Doktora tez çalışmasının planlanması, yürütülmesi ve yazımında, yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Danışman Hocam Prof. Dr. Adem KAMALAK'a teşekkürü borç bilirim. Ayrıca bölüm olanaklarını kullanmamız konusunda her türlü desteği sağlayan bölüm başkanımız Sayın Prof. Dr. Emin ÖZKÖSE ve Zootečni Bölümü personeline, kimyasal analizler ve gaz ölçümlerinde yardımlarını esirgemeyen Araştırma görevlisi Emrah KAYA'ya, Doktora öğrencisi Özer KURT'a, Dr. Ç. Özgür ÖZKAN'a, Öğr. Gör. Dr. Önder CANBOLAT'a (Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Öğretim Elemanı) ve

Doç. Dr. Mahmut KAPLAN'a (Erciyes Üniversitesi, Seyrani Ziraat Fakültesi Öğretim Elemanı) teşekkür ederim.

Ayrıca bir ömür boyu maddi ve manevi desteğini esirgemeyen, benim buralara gelmemi sağlayan çok kıymetli aileme sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Silaj.....	1
1.2. Silolama Evreleri.....	3
1.3. Silaj Mikroorganizmaları.....	6
1.3.1. Silajda arzu edilen mikroorganizmalar	7
1.3.1.1. Laktik asit bakterileri.....	7
1.3.2. Silajda arzu edilmeyen mikroorganizmalar.....	11
1.3.2.1. Clostridia bakterileri	11
1.3.2.2. Enterobacterler	12
1.3.2.3. Funguslar.....	13
1.3.2.4. Bacil türü bakteriler	14
1.3.2.5. Acetobacterler	14
1.3.2.6. Listerialar	14
1.4. Silolama Sırasında Proteinlerin Parçalanması.....	15
1.5. Yıkama Kayıpları (Effluent kaybı).....	17
1.6. Aerobik Stabiliteye Etki Eden Faktörler.....	18
1.6.1. pH.....	18
1.6.2. Kuru madde içeriği.....	19
1.6.3. Fermantasyon sonunda kalan suda çözünebilir karbonhidrat miktarı.....	19
1.6.4. Silolanan bitkinin tipi.....	19
1.6.5. Sıcaklık.....	19
1.6.6. Yoğunluk	20
1.6.7. Silaj materyalinin maya içeriği.....	20
1.7. Silaj Katkı Maddeleri.....	20
1.8. Yemlerin Besleme Değerlerinin Belirlenmesi	23
1.8.1. <i>İn vivo</i> sindirim tekniği	24
1.8.2. <i>İn sacco(situ)</i> sindirim tekniği.....	24
1.8.3. <i>İn vitro</i> sindirim teknikleri.....	25
1.8.3.1. İki aşamalı sindirim tekniği	25

1.8.3.2. <i>İn vitro</i> gaz üretim tekniği.....	25
1.8.3.2.1. <i>İn vitro</i> gaz ölçümünü etkileyen faktörler.....	27
1.8.3.3. Enzim tekniği	27
1.9. Çalışmanın Amacı ve Önemi	28
2. MATERYAL VE METOT.....	29
2.1. Katkı Maddesi ve Silaj Materyali.....	29
2.2. Kimyasal Analizler	31
2.2.1. Kuru madde analizi	31
2.2.2. Ham kül ve organik madde	32
2.2.3. Ham protein	33
2.2.3.1. Yaş yakma	34
2.2.3.2. Distilasyon	34
2.2.3.3. Titrasyon	35
2.2.4. Asit deterjan fiber (ADF)	36
2.2.5. Nötral deterjan fiber (NDF).....	37
2.2.6. Ham yağ analizi	38
2.2.7. Silaj pH'sı ve amonyak içeriğinin belirlenmesi	39
2.2.8. Silajların fleig skorlarının belirlenmesi.....	39
2.2.9. Olması gereken pH	40
2.2.10. Aerobik stabilite ölçümü	40
2.2.11. Menke gaz üretim tekniği.....	41
2.2.12. Metabolik enerji (ME) içerikleri.....	45
2.2.13. <i>İn vitro</i> organik madde sindirilebilirlik derecesi (İVOMSD).....	45
2.2.14. <i>İn Situ</i> naylon torba tekniği	46
2.2.15. İstatistiksel analizler.....	47
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	48
3.1. Silaj Materyali Olarak Kullanılan Çayırotu ve Katkı Maddesi Olarak Kullanılan Yemlik Keçiboynuzu Kırığı Besin Madde Kompozisyonu	48
3.2. Yemlik Keçiboynuzu Kırığı İlavesinin Çayırotu Silajının Besin Madde Kompozisyonuna Etkisi.....	49
3.3. Yemlik Keçiboynuzu Kırığının İlavesinin Çayırotu Silajının Fermantasyon Karakteristiklerine Etkisi	54
3.4. Ölçülen Silaj pH'sı ile Olması Gereken pH'nın Karşılaştırılması	57
3.5. Yemlik Keçiboynuzu Kırığı İlavesinin Çayırotu Silajının Aerobik Stabilitesine Etkisi.....	59
3.6. Yemlik Keçiboynuzu Kırığı İlavesinin Çayırotu Silajlarının <i>İn Vitro</i> Fermantasyonuna, Metabolik Enerji ve <i>İn Vitro</i> Organik Madde Sindirim Derecesine Etkisi.....	60
3.7. Yemlik Keçiboynuzu Kırığı Çayırotu Silajlarının <i>İn Situ</i> Kuru Madde Parçalanabilirliğine (ISKMP) Etkisi.....	62
3.8. Yemlik Keçiboynuzu Kırığı İlavesinin Çayır Silajlarının Rumen <i>in situ</i> Ham Protein Parçalanabilirliğine Etkisi.....	66
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	71

KAYNAKLAR.....	72
ÖZGEÇMİŞ	82

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Silolama evreleri	4
Şekil 1.2. Laktik asit bakterilerinin homofermentatif fazları	9
Şekil 1.3. Laktik asit bakterilerinin heterofermentatif fazları	10
Şekil 2.1. Yemlik keçiboynuzu kırığı	29
Şekil 2.2. Biçilmiş çayırotu	30
Şekil 2.3. Çayır otu ile yemlik keçi boynuzu kırığının karıştırılması.....	30
Şekil 2.4. Plastik bidonlarda hazırlanmış silajlar	31
Şekil 2.5. Örneklerin etüvde kurutulması.....	32
Şekil 2.6. Örneklerin ham kül fırınında yakılması	33
Şekil 2.7. Ham protein yağ yakma ünitesi.....	34
Şekil 2.8. Örneklerin ham protein analizinde destilasyon işlemi	35
Şekil 2.9. Örneklerin ham protein analizinde titrasyon edilmesi	36
Şekil 2.10. Velp cihazında ADF analizinin yapılması.....	37
Şekil 2.11. Silaj örneklerinin ham yağ analizlerinin yapılması.....	38
Şekil 2.12. Silajların pH'larının belirlenmesi.....	39
Şekil 2.13. Silajların cam şişelere konarak aerobik stabilite düzeneğine yerleştirilmesi	41
Şekil 2.14. Rumen sıvısı alınan kanüllü koç	43
Şekil 2.15. Şırıngalara klips takılması	43
Şekil 2.16. Yapay tükürüğün hazırlanması	44
Şekil 2.17. Alınan rumen sıvısının tülbentten süzülmesi ve yapay tükürükle karışmış hali	44
Şekil 2.18. Karışımın şırıngalara alınması ve inkübasyona bırakılması.....	45
Şekil 2.19. Yemlerin rumendeki inkübasyonunda kullanılan naylon torbalar	46
Şekil 3.1. Yemlik keçiboynuzu kırığının katılma oranı ile kuru madde arasındaki ilişki ...	50

Şekil 3.2. Yemlik keçiboynuzu kırığının katılma oranı ile kül içeriği arasındaki ilişki	51
Şekil 3.3. Yemlik keçiboynuzu kırığının katılma oranı ile NDF içeriği arasındaki ilişki ...	52
Şekil 3.4. Yemlik keçiboynuzu kırığının katılma oranı ile HP içeriği arasındaki ilişki	53
Şekil 3.5. Yemlik keçiboynuzu kırığının katılma oranı ile ham yağ içeriği arasındaki ilişki	54
Şekil 3.6. Yemlik keçiboynuzu kırığının katılma oranı ile silaj pH'sı arasındaki ilişki	55
Şekil 3.7. Yemlik keçiboynuzu kırığının katılma oranı ile silaj Fleig skoru arasındaki ilişki	56
Şekil 3.8. Yemlik keçiboynuzu kırığının katılma oranı ile silaj NH ₃ içeriği arasındaki ilişki	57
Şekil 3.9. Yemlik keçiboynuzu kırığının ilavesinin çayırotu silajının pH ile olması gereken pH arasındaki ilişki	59
Şekil 3.10. Yemlik keçiboynuzu kırığının ilavesinin çayırotu silajının aerobik stabilitesine etkisi	60
Şekil 3.11. Yemlik keçiboynuzu kırığının ilavesinin çayırotu silajının fermantasyonunda açığa çıkan gaz etkisi	61
Şekil 3.12. Yemlik keçiboynuzu kırığının katılma oranı ile kolay fermente olan kısımdan üretilen gaz arasındaki ilişki	62
Şekil 3.13. Yemlik keçiboynuzu kırığının ilavesinin çayırotu silajının kuru madde kayıplarına etkisi	63
Şekil 3.14. Yemlik keçiboynuzu kırığının katılma oranı ile kolay parçalan kuru madde arasındaki ilişki	65
Şekil 3.15. Yemlik keçiboynuzu kırığının katılma oranı ile <i>in situ</i> kuru maddenin rumende etkin yıkılabilirliği arasındaki ilişki	65
Şekil 3.16. Yemlik keçiboynuzu kırığının ilavesinin çayırotu silajının <i>in situ</i> ham protein kayıplarına etkisi	66
Şekil 3.17. Yemlik keçiboynuzu kırığının katılma oranı ile rumende kolay ve yavaş parçalan protein arasındaki ilişki	68
Şekil 3.18. Yemlik keçiboynuzu kırığının katılma oranı ile rumende protein yıkılabilirliği arasındaki ilişki	69
Şekil 3.19. Yemlik keçiboynuzu kırığının katılma oranı ile by-pass protein arasındaki ilişki	70

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Bazı silajların fermantasyonuna ait parametreler	5
Çizelge 1.2. Silaj fermantasyonunun son ürünleri ve aktiviteleri.....	6
Çizelge 1.3. Silaj oluşumunda görev alan laktik asit bakterileri	7
Çizelge 1.4. Clostridia bakterileri ve substratları	11
Çizelge 1.5. Yıkama kayıplarının bileşimi.....	17
Çizelge 1.6. Ülkemizde 1997–2014 yılları arasında kullanılan bazı silaj katkı maddeleri..	22
Çizelge 1.7. Bir mol glikozun fermantasyonu sonucu açığa çıkan organik asit ve gaz üretimi	26
Çizelge 2.1. Fleig skorlar ve kalite derecesi	40
Çizelge 3.1. Çayırotu ve yemlik keçiboynuzu kırığı besin madde içerikleri (%)	48
Çizelge 3.2. Yemlik keçiboynuzu kırığı ilavesinin çayırotu silajının kompozisyonuna etkisi	49
Çizelge 3.3. Yemlik keçiboynuzu kırığının ilavesinin çayırotu silajının fermantasyon parametrelerine etkisi.....	54
Çizelge 3.4. Ölçülen pH ile olması gereken pH'nın karşılaştırılması	58
Çizelge 3.5. Yemlik keçiboynuzu kırığının ilavesinin gaz üretim kinetiği, IVOMSD ve ME içeriğine etkisi	61
Çizelge 3.6. Yemlik keçiboynuzu kırığı ilavesinin çayırotu silajının rumende KMP'ne etkisi	64
Çizelge 3.7. Yemlik keçiboynuzu kırığı ilavesinin çayırotu silajının rumende proteinlerin parçalanmasına etkisi.....	67

SİMGELER ve KISALTMALAR

ADF	: Asit Deterjan Fiber
CFU	: Koloni Oluşturma Birimi
FS	: Fleig Skoru
GÜ	: 24 Saatlik Gaz Üretimi (ml)
HK	: Ham Kül
HP	: Ham Protein
HY	: Ham Yağ
İVOMSD	: <i>İn Vitro</i> Organik Madde Sindirim Derecesi
KM	: Kuru Madde
KMP	: Kuru Madde Parçalanabilirliği
ME	: Metabolik Enerji
NDF	: Nötral Deterjan Fiber
OM	: Organik Madde
ÖD	: Önemli Değil
P	: Olasılık
SD	: Sindirim Derecesi
SHO	: Standart Hata Ortalaması
SÇK	: Suda Çözünebilir Karbonhidrat

1. GİRİŞ

1.1.Silaj

Dünyada olduğu gibi, ülkemizde de kaliteli kaba yem sorunu ruminant hayvan beslenmesinin en önemli sorunlarından bir tanesi olarak gündemde yerini korumakta ve hayvansal üretim girdileri içerisinde en büyük payı oluşturmaktadır. Ruminantlarda kaliteli yem sorununu çözmek için ülkemizde son yıllarda silaj yapımı oldukça önem kazanmıştır. Bilindiği gibi silaj, yeşil ve sulu kaba yemlerin fermentasyonu sonucu oluşan yem olup genellikle yonca, fiğ, arpa, buğday ve çayır otu gibi baklagil ve buğdaygil bitkilerinin hasılları ya tek başına yada birlikte, bazen de silaj katkı maddesi kullanılarak elde edilen kaliteli bir kaba yemdir.

Uygun zamanda hasat edilen buğdaygil hasılları yeterli miktarda suda çözünür karbonhidrat içermesi ve tamponlama kapasitesinin düşük olmasından dolayı kolaylıkla silolanabilirler. Diğer taraftan baklagiller uygun zamanda hasat edilse bile yeterli miktarda suda çözünür karbonhidrat içermemesi ve yüksek tamponlama kapasitesinden dolayı katkı maddesiz silolanamamaktadır. Bunun için baklagiller ya pörsütülmekte yada katkı maddesi katılarak silolanmaktadır (Raques ve Smith, 1966; Pitt, 1990; Singh ve ark., 1996; Davies ve ark.,1998).

Arzu edilen pH'yı elde etmek için laktik asit bakterilerinin silaj materyalindeki SÇK'ları laktik aside dönüştürmesi gerekmektedir. Yeterli miktarda laktik asit üretimi olursa arzu edilen silaj pH'sına en kısa zamanda ulaşılır ve havayla temas etmezse, silaj uzun süre bozulmadan kalabilir. İstenilen pH elde etmek için silolanacak yeşil materyelin SÇK içeriğinin kuru madde bazında en az %3.0'ü kadar olması gerekmektedir (Chamberlain ve Wilkinson, 1996).

Hayvansal üretim yapan işletmelerin de silaj kullanmasının faydalarını aşağıdaki gibi sıralamanın mümkün olduğu bildirilmiştir (Kutlu 2010).

1. Yeşil kaba yemlerin yetişmesinin mümkün olmadığı bölgelerde hayvanların yeşil kaba yem ihtiyacını karşılar.
2. İklim şartlarının kurutma için uygun olmadığı dönemlerde yeşil yemlerin saklanması silolama ile mümkün olmaktadır.
3. Silolama ile yeşil yemler en az besin madde kaybı ile muhafaza edilir.

4. Silolama iklim şartlarına bağılılığı minimuma indirir.
5. Hayvanların severek yiyeceğı yumuşak ve taze bir ürün silolama ile elde edilir.
6. Yem materyali içerisinde bulunan toksik bitkilerin olası negatif etkileri silolama ile bertaraf edilebilir.
7. Yem materyalinin çok uzun bir süre bozulmadan saklanması silolama ile mümkündür.
8. Yemlerin silolanarak saklanması durumunda daha az yere ihtiyaç duyulur.
9. Yem materyalinin erken biçilmesinden dolayı arazi daha etkin kullanılabilir.
10. Silolanarak elde edilen silaj kuru kaba yeme göre daha ucuzdur.
11. İleri derecede mekanizasyona olanak sağladığı için silolama işçilik giderlerini azaltır.
12. Başka metotlarla saklanması zor olan yem materyalinin saklanmasına olanak sağlar.

Silo yerinin seçiminde dikkat edilmesi gereken hususları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Kutlu 2010).

1. Silolar hayvan barınaklarına yakın olmalıdır.
2. Silaj kokusunun sinmemesi için silolar hakim rüzgarların ters istikametinde bir yerde konuşlandırılmalıdır.
3. Silo derinliğı belirlenirken taban suyu göz önüne alınmalıdır. Temel yeterli sağlamlıkta olmalıdır.
4. Silo suyunun kolay bir şekilde drenajı için silo yerinin % 1-2 eğimli olması gerekmektedir.
5. Silolar şerbet çukurları ve gübreliklerin yakın yerine inşa edilmemelidir.
6. Silonun büyüklüğü belirlenirken işletmenin gelecekteki büyüme durumu göz önüne alınmalıdır.

Silo yapımında kullanılan malzemede bulunması gereken önemli özellikleri aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Kutlu 2010)

1. Silaj materyali ile dışarıdaki hava ve nem ile tam bir yalıtım sağlamalı,
2. Silo kabı silaj suyunu emmemeli ve silaj suyundan etkilenmemeli,
3. Silo kabı silaj materyalinin yatay ve dikey basıncına dayanıklı olmalıdır.

1.2. Silolama Evreleri

Birçok araştırmacı silolama sırasında cereyan eden olayları değişik evrelerde incelemesine rağmen, genel olarak silolama evrelerini Şekil 1.1’de görüldüğü gibi dört önemli fazda incelemenin mümkün olduğu bildirilmiştir (Pitt ve Shaver, 1990).

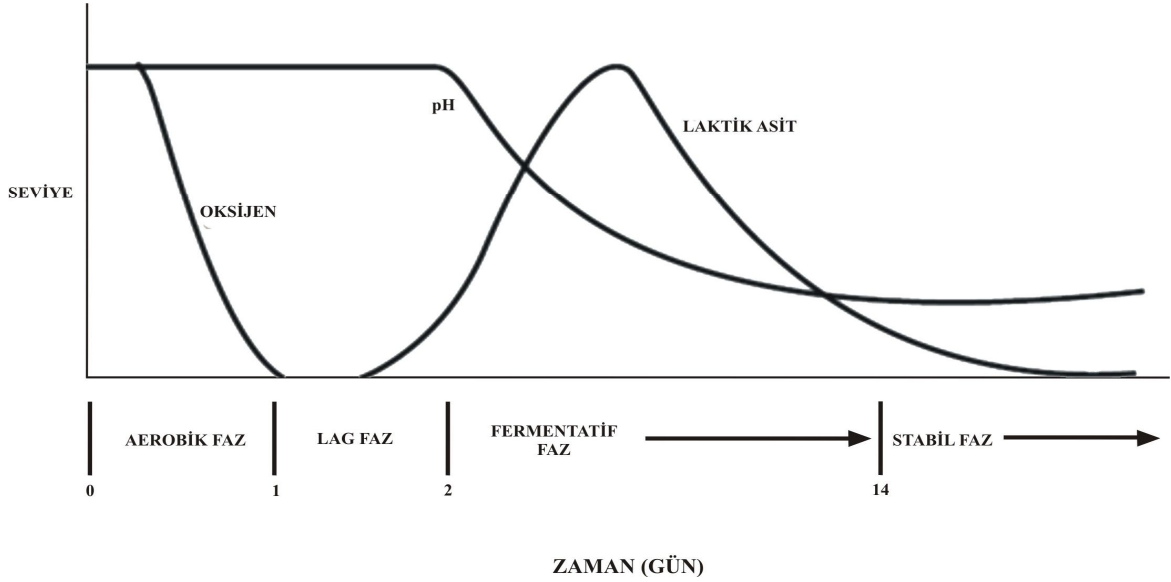
Birinci fazda hasat edilen silaj materyali oksijen tükenene kadar solunuma devam etmektedir. Bu dönemde silaj materyalinde bulunan SÇK karbondioksit ve suya dönüşmektedir. Dolayısıyla bu fazın mümkün olduğunca kısa sürmesi arzu edilmektedir. Bu faz ortamda bulunan oksijenin miktarına bağlı olarak birkaç saat ile birkaç gün arasında sürebilir. Silolanan materyalin selüloz içeriği, su içeriği, silonun doldurulma hızı ve doğranan materyalin partikül büyüklüğü silo içerisindeki oksijen miktarını belirleyen önemli unsurlardır.

İkinci faz Lag faz olup, silo içerisindeki oksijenin tükenmesiyle birlikte başlar. Bu fazda hücre zarları parçalanarak hücre suyu açığa çıkar. Bakteriler bu su içerisinde çoğalmaya başlar.

Üçüncü faz fermantasyonun başladığı fazdır, laktik asit bakterileri bu fazda ortama hakim olur. Hasat zamanında yaklaşık 6.5–6.7 olan pH, laktik asit bakterileri tarafından üretilen laktik asit sayesinde 5.5–5.7’ye düşürülerek kendileri için uygun bir ortam oluştururlar. Yeterli miktarda laktik asit üretimi olduğunda, silaj pH’sı arzu edilen seviyeye kadar düşer. Silaj pH’sının düşmesini belirleyen unsur bitkinin SÇK ve tamponlama kapasitesidir. Baklagil bitkilerinde düşük SÇK ve yüksek tamponlama kapasitesinden dolayı, bu fazda pH ancak 4.4 ile 5.0 ‘e kadar düşebilmekte oysa yüksek SÇK ve düşük tamponlama kapasitesine sahip buğdaygil hasıllarında pH 3.8 ile 4.2’e kadar düşmektedir. Bu faz yaklaşık iki hafta gibi bir sürede tamamlanarak silaj sıcaklığı da yaklaşık 26.6 – 29.5 °C’ye ulaşır.

Son fazda silaj bakterilerinin faaliyetleri düşük pH’dan dolayı durmakta ve silaj materyali stabil hale gelmektedir. Eğer ortamda yeterli miktarda laktik asit üretilmezse

Clostridia bakterileri proteinleri parçalayarak bütirik asit üretirler. Bu tip fermantasyon silaj materyalinin pH'sının 5.0-5.5 ve su içeriğinin %70'in üzerinde olduğu durumlarda gerçekleşmektedir (Shaver, 2010). Fazların süresini belirleyen unsur pH'nın düşme hızıdır. pH ne kadar hızlı düşerse fazların tamamlanması da o kadar kolay olur.



Şekil 1.1. Silolama evreleri (Pitt ve Shaver, 1990)

Genel olarak yeşil yemlerin hepsi silolandığı gibi sanayi ve tarımsal ürün artıkları da bazı katkı maddeleri kullanılarak güvenli bir şekilde silolanabilmektedir. Yaygın olarak yapılan bazı silajların fermantasyon parametreleri Çizelge 1.1'de verilmiştir (Kung, 2001).

Görüldüğü gibi laktik asit ve asetik asit silolama sırasında en fazla oluşan ürünlerdir. Silaj pH'sının düşmesini sağlayan asit ise laktik asittir. Diğer taraftan arzu edilmeyen bazı bileşikler de silolama sırasında açığa çıkmaktadır. Bütirik asit ve etanol arzu edilmeyen en önemli son ürünlerdir. Çizelge 1.1'de görüldüğü gibi mısır silajının pH, NH₃ ve bütirik asit içeriği diğer silajlardan daha düşük bulunmuştur. Çünkü mısır silajında silaj pH'sını arzu edilen seviyeye düşürmek için yeterli miktarda SÇK olduğundan proteoliz olayı fazla olmamış buna bağlı olarak az miktarda NH₃ ve bütirik asit üretimi olmuştur.

Çizelge 1. 1. Bazı silajların fermantasyonuna ait parametreler (Kung, 2001)

Parametre	Yonca	Çayır	Mısır
pH	4.3- 4.5	4.3- 4.7	3.7- 4.2
Laktik asit (%)	7-8	6-10	4-7
Asetik asit (%)	2-3	1-3	1-3
Propiyonik asit (%)	<0.5	<0.1	<0.1
Bütirik asit (%)	<0.5	<0.5	0
Etanol (%)	0.5-1.0	0.5-1.0	1-3
Amonyak-N (% HP)	10-15	8-12	5-7

Silolama sırasında açığa çıkan fermantasyon son ürünleri ve aktiviteleri Çizelge 1.2’de verilmiştir. Fermantasyon son ürünlerinin miktarı silaj fermantasyonu hakkında önemli bilgiler vermektedir. Genel olarak bütirik asit, etanol ve NH₃ gibi fermantasyon son ürünlerinin silajlarda yüksek miktarda olması silaj kalitesini olumsuz etkilemektedir. Bu tür fermantasyon son ürünleri ikincil tip fermantasyon sonucu oluşmaktadır. Silaj materyalinin yeterli miktarda SÇK içermemesi ve tamponlama kapasitesinin yüksek olması durumunda oluşan silaj materyalinin bütirik asit, etanol, NH₃ içeriği oldukça yüksek olmaktadır. Ayrıca silolama sırasında yüksek ortam sıcaklığında proteinlerin aşırı zarar görmesine neden olmaktadır. Yüksek sıcaklıkta silaj proteinleri karbonhidratlarla reaksiyona girerek bileşik oluşumuna neden olmaktadır. Sonuç olarak hayvanların bu bileşiklerde yer alan silaj proteinlerinden etkin bir şekilde yararlanması mümkün olmamaktadır.

Çizelge 1. 2. Silaj fermantasyonunun son ürünleri ve aktiviteleri

Son ürün	Etki şekli	Aktivitesi
pH	↓	bakteriyel aktiveyi düşürür.
Laktik asit	↑	pH'yı düşürerek bakteriyel aktiviteyi engeller.
Asetik asit	↓ ↑	İstenmeyen fermantasyon tipiyle ilişkilidir. Mayaların meydana getirdiği aerobik bozulmayı engeller.
Bütirik asit	↓	Proteinlerin aşırı parçalanması, toksin oluşumu, fazla kuru madde ve enerji kaybı göstergesidir.
Etanol	↓	İstenmeyen maya fermantasyonu ve yüksek kuru madde kayıpları göstergesidir.
Amonyak	↓	Yüksek oranda protein parçalandığının göstergesidir.

1.3. Silaj Mikroorganizmaları

Silaj yapımında kullanılan yemlerin içerikleri ve karakteristikleri kadar üzerlerinde bulunan bakteriler de önemli bir role sahiptir. Silolanacak materyalin yeterince bakteri içermemesi durumunda silaj yapımı oldukça zor olmakta ve silaj kalitesi düşmektedir. Silolanacak materyale genel olarak arzu edilen veya edilmeyen mikroorganizmalar bulaşık halindedir. Bulunmasını arzu ettiğimiz mikroorganizmalar grubu genel olarak laktik asit bakterilerinden oluşur. Arzu edilmeyen mikroorganizmalar ise *Clostridia* ve *Enterobacterler* ile maya, basil, listeria ve küfleri içermekte olup hem silaj kalitesini hem de hayvanların sağlığını bozarak süt kalitesini düşürmektedir (Elferink ve ark., 2010).

1.3.1. Silajda arzu edilen mikroorganizmalar

1.3.1.1. Laktik asit bakterileri

Laktik asit bakterilerini homofermantatif ve heterofermantatif olarak sınıflandırmak mümkündür (McDonald ve ark. 1991). Silaj fermantasyonunda görev alan en önemli laktik asit bakterilerinin isimleri ve fermantasyon tipleri Çizelge 1.3’de verilmiştir.

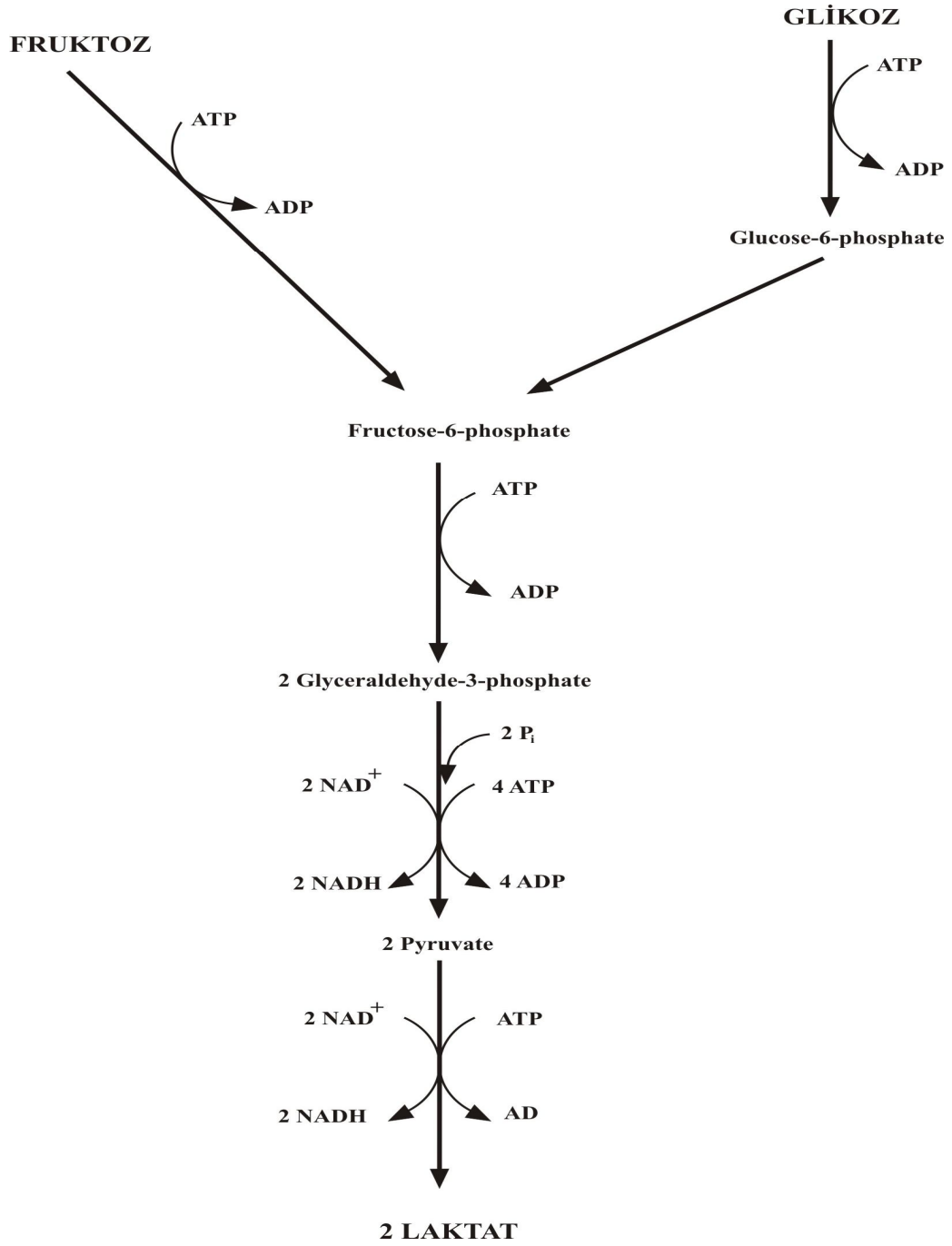
Homofermantatif laktik asit bakterileri glukoz ve fruktozu laktik aside çevirirken, heterofermantatif laktik asit bakterileri glikoz, fruktoz, arabinoz ve ksiloz’u laktik asit, etanol, asetik asit ve CO₂’e dönüştürebilmektedir.

Çizelge 1. 3. Silaj oluşumunda görev alan laktik asit bakterileri (McDonald ve ark., 1991)

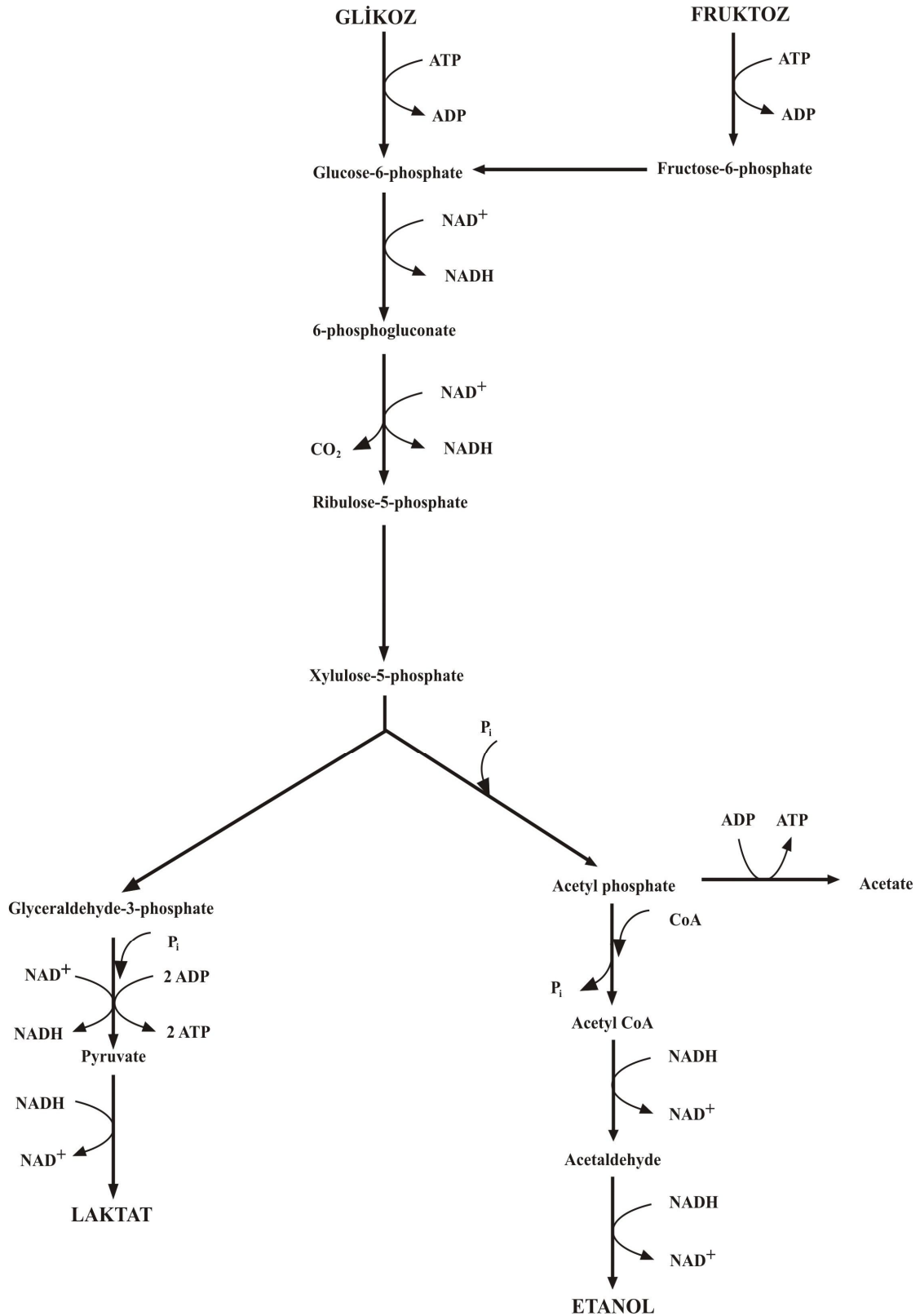
Laktik Asit Bakterileri	Fermantasyon Tipi
<i>Lactobacillus casei</i>	Homofermantatif
<i>Lactobacillus coryniformis</i>	Homofermantatif
<i>Lactobacillus curvatus</i>	Homofermantatif
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Homofermantatif
<i>Pediococcus acidilactici</i>	Homofermantatif
<i>Pediococcus cerevisiae</i>	Homofermantatif
<i>Pediococcus pentosaceus</i>	Homofermantatif
<i>Streptococcus faecalis</i>	Homofermantatif
<i>Streptococcus faecium</i>	Homofermantatif
<i>Streptococcus bovis</i>	Homofermantatif
<i>Lactococcus lactis</i>	Homofermantatif
<i>Enterococcus faecalis</i>	Homofermantatif

<i>Lactobacillus brevis</i>	Heterofermantatif
<i>Lactobacillus buchneri</i>	Heterofermantatif
<i>Lactobacillus fermentum</i>	Heterofermantatif
<i>Lactobacillus viridescens</i>	Heterofermantatif
<i>Leuconostoc cremoris</i>	Heterofermantatif
<i>Leuconostoc dextranicum</i>	Heterofermantatif
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	Heterofermantatif

Laktik asit üretim kapasitelerine bakıldığı zaman homofermantatif olan laktik asit bakterileri iki kat daha fazla laktik asit üretmektedirler. Yani homofermantatif bakteriler 1 mol glikozdan, 2 mol laktik asit üretirken, heterofermantatif olanlar bunun yarısını yani 1 mol laktik asit üretmektedirler (Woolford, 1999). Silaj içerisinde mevcut olan homofermantatif ve heterofermantatif laktik asit bakterilerinin çalışma şekilleri sırasıyla Şekil 1.2 ve 1.3’de verilmiştir.



Şekil 1.2. Laktik asit bakterilerinin homofermantatif fazları (McDonald ve ark.,1991)



Şekil 1.3. Laktik asit bakterilerinin heterofermantatif fazları (McDonald ve ark., 1991)

1.3.2. Silajda arzu edilmeyen mikroorganizmalar

1.3.2.1. *Clostridia* bakterileri

Clostridia bakterileri anaerobik olup, gram pozitif, spor oluşturan, hareketli ve çubuklu formlarındadır. Silolama esnasında şekerleri, organik asitleri ve proteinleri parçalayarak silaj kalitesini düşürüp bütirik asit üretmektedirler. *Clostridia* bakterileri için en uygun pH ortamı nötr olan 7.0-7.4 olup asidik bir ortama toleranslı değildir. Laktik asit bakterileri ile rekabet içinde bulunan *clostridia* bakterileri glukozu asetik asit, CO₂, H₂, aseton ve butenole dönüştürürler. Ayrıca *clostridia* bakterileri silaj materyalinde bulunan amino asitlerin aşırı bir şekilde parçalanmasına neden oldukları için de silaj materyalinde bulunması arzu edilmemektedir. *Clostridia* bakterileri silaj materyaline topraktan veya hayvanların dışkılarından bulaşabilmektedir (Basmacıoğlu ve Ergül, 2002). *Clostridia* cinsi bakteriler kullanmış oldukları substratlara göre sınıflandırılmaktadır (Çizelge 1.4).

Çizelge 1.4. *Clostridia* bakterileri ve substratları

<i>Clostridia</i> Bakterileri	Substrat Tipi
<i>Clostridium butyricum</i>	Karbonhidrat
<i>Clostridium paraputrificum</i>	Karbonhidrat
<i>Clostridium tyrobutyricum</i>	Karbonhidrat
<i>Clostridium bifermentus</i>	Protein
<i>Clostridium sporogenes</i>	Protein
<i>Clostridium perfringes</i>	Diğerleri
<i>Clostridium sphenoides</i>	Diğerleri

Silolama sırasında silaj materyalinde bulunan proteinler *clostridia* bakterileri tarafından amonyak ve biyojene kadar parçalanmaktadır. Oluşan bu ürünler silaj materyalinin kötü kokmasına sebep olmaktadır.

Silolama sırasında açığa çıkan amonyak silaj materyalinin tamponlama kapasitesini yükselterek silaj materyalinin pH'sının düşmesini engellemektedir. Bu yüzden *Clostridia*

bakterileri tarafından gerçekleştirilen bu tip fermantasyon “ikincil tip fermantasyon” veya “*clostridial* fermantasyon” olarak adlandırılmaktadır (Weinberg ve Muck, 1996). Genellikle yeterli miktarda suda çözünebilir karbonhidrat içermeyen ve tamponlama kapasitesi yüksek olan silaj materyalinde *Clostridia* bakterilerinin hızlı bir şekilde gelişmesi ve ikincil tip fermantasyon oluşmaktadır. Kuru madde içeriği düşük olan silajlarda *Clostridia* bakterileri çok hızlı bir şekilde çoğalarak silaj kalitesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu nedenden dolayı *Clostridia* bakterilerinin büyümelerini önlemek için silaj materyalinin kuru madde içeriğinin yükseltilmesi gerekmektedir. Bunun için kuru madde içeriği düşük olan silaj materyali pörsütülerek kuru madde içeriğinin % 35–40 civarına çekilmesi gerekmektedir. Aşırı pörsütme bazı besin maddelerinin kayıplarına neden olabileceği unutulmamalıdır (Muck, 1988). Ayrıca silaj materyalinin kuru madde içeriğini artırmak için pörsütülmüş arpa hasılı, mısır silajı, HCl ile işlenmiş saman, kuru narenciye posası, samanlar, yulaf kapçıları, pamuk tohumu kapçığı, öğütülmüş arpa, mısır, melas, üre, bakteri kültürleri, enzimler ve asitler gibi birçok katkı maddesi kullanılmıştır (Kamphues ve ark., 1983; Kılıç,1986; Courtin ve Spoelstra, 1989; Şahin ve ark., 1999; Deniz ve ark., 2001; Leupp ve ark., 2006).

Clostridia bakterilerinin faaliyetlerini etkileyen önemli unsurlardan biri de sıcaklıktır. Optimum gelişim gösterdikleri sıcaklık 37 °C olup termofilik türlerde bu değer 45–50 °C’ye kadar çıkabilmektedir. *Clostridia* bakterileri 42 °C sıcaklıkta ve yüksek nem içerikli silaj materyalinde ortama kolay bir şekilde hakim olarak ikincil tip fermantasyona neden olmaktadır. Aynı silaj materyali 20 °C de silolandığında ise ortama laktik asit bakterilerinin hakim olduğu ve birincil tip fermantasyonun cereyan ettiği bildirilmiştir (Basmacıoğlu ve Ergül, 2002).

1.3.2.2. Enterobacterler

Enterobacterler, patojen olmayan ve silolamanın başlangıcında bulunan, silaj materyalinde bulunan karbonhidratları asetik asit ve formik aside dönüştürmektedirler. Enterobacterlerin optimum gelişim gösterdikleri pH ve sıcaklık değeri sırasıyla 7.0 ve 27–35 °C olduğu bildirilmiştir. Enterobacterlerin faaliyetleri laktik asit bakterilerin ortama hakim olmasıyla birlikte kısıtlanmaktadır (Basmacıoğlu ve Ergül, 2002).

1.3.2.3. Funguslar

Maya ve küf mantarları silaj içerisinde bulunan fungusları oluşturmaktadırlar. Genel olarak mayalar aerobik mikroorganizmalardan olup karbonhidratları alkol, CO₂ ve organik asitlere parçalamakla birlikte, aerobik koşullar altında silaj organik asitleri ve etanol'u tükettikleri bildirilmiştir (McDonald, 1981). Mayalar genellikle 0–37 °C arasında yaşarlar, bununla birlikte 45°C'nin üzerinde yaşayan maya türleri de bulunmaktadır. Mayaların sıcaklığa karşı oldukça dayanıklı oldukları ve optimum gelişimi için gerekli pH'nın 3.5–6.5 arasında olduğu bildirilmiştir (Johnson 1989; Woolford, 1976).

Basmacıoğlu ve Ergül (2002), mayaların silajlar üzerindeki olumsuz etkilerini iki şekilde görmenin mümkün olduğunu bildirmiştir. Mayalar silolama sırasında ortamdaki karbonhidratları kullanarak laktik asit bakterileri ile rekabete girmekte ve etanola dönüştürmektedir. Ayrıca silaj materyalinin havayla temas etmesiyle birlikte silaj materyalinde bulunan laktik asit ve şekerleri etanola dönüştürerek silajın aerobik stabilitesini düşürmektedir.

Aerobik fazın uzamasıyla, silolanacak materyalde sayıları başlangıçta zaten oldukça fazla olan mayaların sayısı hızlı bir şekilde artmaktadır (Henderson ve ark., 1972; Woolford, 1984; 1990). Silajların aerobik bozulmalarında görev alan mayaları kullandıkları substrata göre iki grupta incelemek mümkündür. Birinci grupta yer alan *Candida*, *Endomycolopsis*, *Hansenula*, *Picha* cinsi mayaları substrat olarak asitleri kullanırken ikinci grupta yer alan mayalar ise substrat olarak şekerleri kullanmaktadırlar. Aerobik bozulma sonucunda ortam pH'sı yükselmekte ve küf mantarlarının gelişimi için uygun hale gelmektedir (Woolford, 1990).

Küf mantarları, silaj içerisinde bulunması arzu edilmeyen mikroorganizmalardan olup gelişebilmeleri için ortamda yeterli nemle birlikte, sıcaklığın 12,8 °C'nin üzerinde olması gerekmektedir. Ayrıca ortamda yeterli besin maddesinin bulunması, pH'nın 5'in üzerinde olması ve oksijenin bulunmaması gerekmektedir (Ergül, 1997).

Küf mantarları silaj materyelinde bulunan karbonhidratları, proteinleri ve laktik asidi kullanarak silaj materyalinin fiziksel ve kimyasal yapısını bozmakta olup, açığa çıkan kükürtdioksit ve hidrojen silajın tat ve kokusunu bozmaktadır. Uygun ortam bularak silaj materyalinde çoğalan küf mantarları hayvan ve insan sağlığı için tehlikeli olan mikotoksin ürettikleri bildirilmiştir (Ergül, 2000; Şanlı, 2001).

Küf mantarlarının gelişimi bitki türüne bağlı olarak değişmekle birlikte küçük daneli tahıl bitkiler üzerindeki gelişim, baklagillere göre daha kolay olmaktadır. Genel olarak silajlarda rastlanan küf mantarlarını *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium roqueforti*, *Mucor ramannianus*, *Mucor pusillus* ve *Mucor miehei* olarak sıralamak mümkündür (Basmacıoğlu ve Ergül, 2002).

Küf mantarlarının olumsuz etkilerinin aşağıdaki gibi sıralanabileceği bildirilmiştir (Basmacıoğlu ve Ergül, 2002).

- Silaj pH'sında artış,
- Silaj materyalinde kuru madde kaybı,
- Silajın ısınması,
- Yemin fiziksel ve kimyasal olarak bozulması
- Silaj tüketiminin azalması,
- Hem hayvan hem de insan sağlığı için tehlikeli mikotoksin üretimi

1.3.2.4. Bacil türü bakteriler

Bu grubu oluşturan bakteriler maya ve küflerde olduğu gibi hem aerobik koşullarda hem de anerobik koşullar altında gelişim gösterebilmektedirler. Bu türlere örnek olarak, *Bacillus lentus*, *Bacillus firmus* ve *Bacillus sphaericus* verilebilir (Basmacıoğlu ve Ergül, 2002).

1.3.2.5. Acetobacterler

Maya üzerinde engelleyici özelliğe sahip Acetobacterler, silaj materyalinin aerobik bozulmasında etkili olan bakteri grubudur. Silaj materyalinin Acetobacterler ile inokule edilmesinin maya gelişimini engellediği bildirilmiştir (Spoelstra ve ark., 1988).

1.3.2.6. Listerialar

Listerialar silajın hem kalitesini hem de hijyenini olumsuz yönde etkilemektedirler. *Listeria monocytogenes* silaj materyelinde en yaygın bulunan tür olup hayvanların beyin dokusunda iltihaplanmalara ve buna bağlı olarak felçlere neden olmaktadır. *Listeria monocytogenes* spor oluşturmeyen ve çubuk şekilli bakteri olup silaj dışında ayrıca çürük meyve ve sebzelerde, dışkı ve toprakta yaygın olarak bulunmaktadır (McDonald, 1981; Basmacıoğlu ve Ergül, 2002).

1.4. Silolama sırasında proteinlerin parçalanması

Silolama sırasında bitkisel ve mikrobiyal enzimler silaj materyalindeki proteinleri amonyağa kadar parçalamaktadır. Bu olaya proteoliziz denmektedir. Silaj materyelinde yeterli SÇK olmaması ve nem içeriğinin yüksek olması durumunda proteinlerin %80'ni amonyağa kadar parçalandığı bildirilmiştir (Winters ve ark., 2000). Açığa çıkan amonyak çoğu zaman ruminant hayvanlar tarafından etkin bir şekilde mikrobiyal proteine dönüştürülmeden idrarla dışarı atılmaktadır.

Bitki proteaz enzimlerinin etkin bir şekilde çalışması için ortam pH'sının 6 civarında olması gerekmektedir. Silolama başında bitki proteaz enzimlerinin olması pH'nın uygun olmasından kaynaklanmaktadır. Fermantasyon ilerlemesiyle birlikte ortam pH'sı düşmekte ve buna bağlı olarak bitki proteaz enzimlerinin aktiviteleri azalmaktadır (Brady, 1961; Finley ve ark., 1980; McKersie, 1985).

Silolama sırasında meydana gelen proteolizizi etkileyen faktörlerin aşağıdaki gibi sıralanabileceği bildirilmiştir (Slottner ve Bertilsson, 2006).

- Silajın kuru madde içeriği
- pH ve sıcaklık
- Yem içerisinde tanen gibi bazı engelleyici faktörler

Hasat edilen bitki materyellerinin KM içeriği hasat zamanına bağlı değişmekle birlikte, genelde silolanacak materyellerin KM içerikleri düşüktür. Silaj materyelinin KM içeriğini yükseltmek için ya pörsütülerek ya da KM içeriği yüksek katkı maddesiyle birlikte silolanmaktadır. Silaj materyelinin KM içeriği ne kadar yüksek olursa, proteoliziz o kadar az olmaktadır. Proteolizizi etkileyen diğer etmen ise ortam pH'sıdır. Ortam pH'sın hızlı bir şekilde düşmesi proteolizizi azaltmaktadır. Bilindiği gibi silaj pH'sı üretilen laktik asidin miktarıyla ilişkidir. Ortam pH'sının 4'ün altına inmesiyle birlikte proteolizizin tamamen durduğu bildirilmiştir (Virtanen, 1993).

Silaj pH'sını arzu edilen seviyeye getirmek için formik asit, sülfirik asit ve formaldehit gibi birçok kimyasal silaj katkı maddesi tek başına veya birlikte kullanılmaktadır. (Carpintero ve ark., 1979; Fishman ve ark., 1983).

Formik asitin hem siloda hem de rumende proteolizizi önemli derecede azalttığı bildirilmiştir (Hristov ve Sandev, 1998). Ayrıca bazı araştırmacılar, siloda oluşan proteolizizi engellemek için silaj katkı maddesi olarak formaldehit kullanmışlardır (Barry ve ark., 1978a;1978b; McDonald ve ark., 1991; Henderson, 1993). Formaldehitin kullanımını sınırlayan en önemli sorun, silaj içerisinde bulunan proteinlerle geri dönüşümü olmayan bileşiklere dönüştürmesi ve proteinlerin hayvanlar tarafından etkin bir şekilde kullanımını engellemesidir (Ashes ve ark., 1984). Silaj katkı maddesi olarak kullanılan bu kimyasalın kullanımını kısıtlayan diğer bir sorun ise kanserojenik olmasıdır. Bu bağlamda, formaldehitin silaj katkı maddesi olarak kullanımını bazı ülkelerde yasaklanmıştır (Slottner ve Bertilsson, 2006).

Silolama sırasında aşırı proteolizize maruz kalmış silaj materyalindeki proteinler tekrar rumende mikroorganizmalar tarafından proteolizize tabi tutulmakta ve amonyağa kadar parçalanmaktadır (Givens ve Rulquin, 2004). Hem silolama sırasında hem de rumende proteinlerin aşırı bir şekilde proteolizize tabi tutularak amonyağa kadar parçalanması hayvan besleme ve çevre açısından arzu edilmemektedir. Yoğun proteoliziz geçirmiş silajların azot içeriği hayvanlar tarafından etkin bir şekilde kullanılmamakta ve açığa çıkan amonyak yeterli enerji kaynağı olmadığı durumlarda üreye dönüştürülerek idrarla dışarı atılmaktadır (Muck ve ark., 2003). Bu durum da çevre kirliliğine neden olmaktadır (Tamminga, 1992). Ayrıca yoğun proteoliziz geçirmiş silajlar yem tüketimini düşürmektedir (Waldo, 1985).

Laktik asit bakteri inokulantları silaj materyelinin pH'sını hızlı bir şekilde düşürmek için pratikte uygulanan diğer yöntemdir (Phillip ve ark., 1990; Pitt, 1990; Kung ve ark., 1991; Stokes, 1992). İnokulasyonlar tek tip laktik asit bakterisi olabileceği gibi birçok laktik asit bakterisini içerebilmektedir (McAllister ve ark., 1998). Glikoz ve laktik asit üreten bakterilerin birlikte ilavesiyle elde edilen silaj kalitesinin, formik asit ilavesiyle elde edilen silajlar kadar kaliteli olduğu bildirilmiştir (Carpintero ve ark., 1979).

1.5. Yıkama Kayıpları (Effluent Kaybı)

Başlangıçta yem materyalinde bulunan su ve daha sonra oksijenli solunumdan oluşan su siloyu terk ederek çevre suyuna veya kanalizasyona gitmektedir. Silodan kaybolan suyla birlikte suda çözünen besin maddeleri de silaj materyalini terk etmektedir. Bu kayıplar hem silaj materyalinde önemli kayıplara hem de çevre kirliliğine neden olmaktadır (O’Kiely, 1992). Silolama sırasında silaj materyalini terk eden yıkama kayıplarının kompozisyonu ile yapılan çalışmada, önemli miktarda suda çözünen şekerleri, laktik asidi ham proteini kaybedebileceği bildirilmiştir. Bu yıkama kayıplarının kompozisyonu Çizelge 1.5’de belirtilmiştir (O’Kiely, 1992).

Çizelge 1.5 Yıkama kayıplarının bileşimi

Yıkama kayıpları	g/kg KM
Suda çözünen karbonhidrat	0-400
Laktik asit	0-400
Uçucu yağ asidi	0-150
Ham protein	20-300
Kül	20-300
Diğer	0-100
Kuru madde (g/kg yaş materyal)	20–100

Silolama kayıpları başta silaj materyalinin kuru madde içeriği olmak üzere silaj materyalinin partükül büyüklüğü ve sıkıştırma derecesine bağlı olduğu bildirilmiştir (Graves ve Vanderstappen, 2010).

Silolama sırasında oluşabilecek muhtemel kayıpları minimize etmek için yaş silaj materyali pörsütülmeli ya da kuru madde içeriği yüksek silaj katkı maddeleri ile birlikte silolanmalıdır. Ayrıca açığa çıkan yıkama kayıpları uygun bir yerde toplanarak hayvanların tüketimine sunularak değerlendirilebilir (Bloxham, 1992; O’Kiely, 1992).

1.6. Aerobik Stabiliteye Etki Eden Faktörler

Aerobik stabilite silajların oksijenle temasından sonra bozulmasına kadar geçen süre olarak ölçülmektedir. Genellikle aerobik stabilite ortam sıcaklığı ölçülerek belirlenmektedir. Silajın havayla temasından sonra maya ve mantarlar hızlı bir şekilde ürer ortam sıcaklığını ve pH'sını yükseltir. Silaj pH'sının yükselmesi *Aspergillus*, *Fusarium* ve *Penicillium* cinsi mantarların çoğalmasına ve silaj kalitesinin daha da düşmesine neden olmaktadır (McDonald ve ark., 1991). Her silajın kendine ait bir aerobik stabilitesi olup genel olarak kaliteli silajların aerobik stabilitesi düşüktür (Filya, 2004a). Aerobik stabilite, oksijene maruz kalmış silajın, mikrobiyal üremeye karşı direnme kapasitesini gösterir. Uygun bir şekilde silolanmış bir materyalin havayla teması genellikle yemleme sırasında olmaktadır. Bazı durumlarda silonun havayla teması veya silaj materyalinin iyi sıkıştırılmaması durumunda silodaki bütün materyal bozulabilir. Bazı durumlarda mısır silajında olduğu gibi asetobakterler bile aerobik bozulmaya neden olabilirler (Muck ve Pitt, 1994). Oksijene maruz kalan silaj materyalinin enerji içeriği düştüğü gibi lezzeti ve yem tüketimi de azalmaktadır (Davies,1993). Aşırı derecede oksijene maruz kalmış silajlarda bazı fungusların mikotoksin ürettiği (Nout ve ark., 1993) ve oluşan mikotoksinlerin ineklere toksik ayrıca rumen fermantasyonunu da inhibe edebileceği bildirilmiştir (Von Maiworm ve ark., 1995). Silajlardaki aerobik bozulma ile önemli ekonomik kayıpların olduğu, özellikle silaj yapımının yoğun olduğu İngiltere'de üretilen silajların %5'nin aerobik bozulma ile kaybedildiği ve bunun maliyetinin yıllık 110 milyon sterlin olduğu bildirilmiştir (Woolford, 1990).

Silajların aerobik stabilitesine etki eden faktörleri, pH, kuru madde içeriği, fermantasyon sonunda kalan SÇK miktarı, bitki tipi, sıcaklık, yoğunluk ve maya içeriği olarak sıralamak mümkündür.

1.6.1. pH

Silaj materyalinin pH'sının düşük olması anaerobik koşullar altında, arzu edilmeyen mikroorganizmaların çoğalmasını engellemekle birlikte, bazı mayalar düşük pH'da da gelişebildikleri için bozulmayı başlatabilir. Bu yüzden düşük pH aerobik bozulmayı önlemede tek başına yeterli olmayabilir. (Ohyama ve ark., 1975).

1.6.2. Kuru madde içeriği

Düşük KM içerikli silajlar iyi bir şekilde fermente olsa bile, pörsütülerek veya inokulant kullanılarak elde edilmiş silajlara nazaran aerobik bozulmaya daha meyilli oldukları bildirilmiştir (Pessi ve Nousiainen, 1999). Benzer şekilde pörsütülerek elde edilen çayırotu silajının aerobik stabilitesi pörsütülmeyen çayırotu silajından daha iyi bulunmuştur (Wyss, 1999).

1.6.3. Fermantasyon sonunda kalan suda çözünebilir karbonhidrat miktarı

Silaj materyelinde silolama öncesinde fazla miktarda SÇK olduğu durumlarda silolama sonucunda silaj materyelinde önemli miktarda SÇK ve laktik asit olmaktadır. Silaj materyelinin havayla temasından sonra SÇK içeriği ve laktik asit maya ve mantarlar tarafından kullanıldığı için hızlı bir şekilde azaltmakta (Ohyama ve ark., 1975) ve silaj materyeli hızlı bir şekilde bozulmaktadır (Pitt ve ark., 1991). Dolayısıyla SÇK içeriği yüksek olan silajlardaki kuru madde kayıpları SÇK içeriği düşük olan silajlardan daha fazla olmaktadır (Ohyama ve ark., 1975).

1.6.4. Silolanın bitkinin tipi

Bitkilerin fermente olma özellikleri aerobik stabiliteyi önemli derecede etkilemektedir (Woolford, 1984). Yüksek oranda suda çözüner karbonhidrat içeren bitkilerin silolanmasından sonra oluşan silajlarda önemli miktarda SÇK kaldığından dolayı bozulmaya daha meyillidir. Özellikle buğdaygil silajları aerobik bozulmaya, baklagil silajlarına göre daha meyillidirler (Kautz, 1998). Mısır silajında fazla miktarda suda çözünebilir karbonhidrat olduğundan dolayı fermantasyon sonucunda yüksek miktarda organik asit ve artık suda çözünebilir karbonhidrat kalmaktadır. Bu da fungus ve bazı bakteriler için uygun ortam oluşturmaktır (Oude Elferink ve ark., 1999; Pahlow ve ark., 1999; Woolford, 1984).

1.6.5. Sıcaklık

Aerobik bozulmaya etki eden diğer bir etmen ise sıcaklıktır. Ortam sıcaklığının 30-45 °C çıkması mikrobiyal bozulma için uygun ortam oluşmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte düşük sıcaklıklarda, örneğin 10-15⁰C'de bile silajların bozuldukları bildirilmiştir. Yüksek oranda propiyonik asit ve bütirik asit içeren silajlarda, ortam

sıcaklığının 25-30 °C'ye yükselse bile silajların bozulmadan kalabildiği bildirilmiştir (Ohyama ve ark., 1975).

1.6.6. Yoğunluk

Sıkıştırma silaj yapımında en önemli kriterlerden biridir. Silaj materyalinde yeterli miktarda SÇK olsa bile yeterli sıkıştırma olmadığı zaman kaliteli ve stabil bir silaj elde etmek mümkün değildir. Yeterli bir sıkıştırma olmazsa silo içerisinde önemli bir miktarda hava kalacağından dolayı SÇK suya ve havaya dönüştürülecektir. Bu da önemli miktarda kuru madde kayıplarına neden olacaktır. İyi bir sıkıştırma yapabilmek için silaj materyalinin doğranarak uygun bir partikül büyüklüğüne getirilmesi gereklidir. Çok kaba doğranmış silaj materyalini sıkıştırmak zor olduğundan dolayı silolama sırasında önemli miktarda silo içerisinde hava kalacaktır. Bu şekilde elde edilen silajların bozulmasının daha kolay olabileceği bildirilmiştir (McGechan, 1990; Muck ve Holmes, 1999).

1.6.7. Silaj materyalinin maya içeriği

Silaj materyalinde bulunan mayalar uygun ortam bulduğunda hızlı bir şekilde çoğalarak silajların bozulmasına neden olur. Silaj materyalinin maya içeriği genellikle pörsütme esnasında arttığı bildirilmiştir (Henderson ve ark., 1972; Wollford, 1984; Johnson ve Pahlow, 1989; Woolford, 1990). Hasat zamanında 1 kg silaj kuru maddesinde 200 CFU iken, pörsütme sonunda bu rakam 10.000 CFU üzerine çıkmaktadır (Ohyama ve ark., 1975).

1.7. Silaj Katkı Maddeleri

Son zamanlarda ruminant hayvanların kaba yem ihtiyacını karşılamak için silaj kullanımını artmıştır. Baklagil ve buğdaygil bitkileri uygun zamanda hasat edilerek silaj yapımında kullanılmaktadır. Fakat elde edilen silajların kaliteleri çoğu zaman arzu edilen seviyede olmamaktadır. Bundan dolayı silajların kalitesini yükseltmek için çeşitli silaj katkı maddeleri kullanılmaktadır. Silaj katkı maddelerini aşağıdaki gibi sınıflandırmanın mümkün olduğu bildirilmiştir (Kutlu, 2010).

1. Silaj fermantasyonunu iyileştirmek için tahıl kırmaları, melas, peynir suyu, şeker, hayvan pancarı, şalgam, patates ve çeşitli tahıl unları gibi karbonhidrat kaynakları kullanılabilir.

2. Kuru pancar talaşı, buğday kepeği, sap ve saman gibi maddeler silajın kuru madde içeriğini artırmak için kullanılabilir.
3. Silajın sodyumca zenginleştirilmesi için tuz kullanılabilir.
4. Karbondioksit, formaldehit, karbonbisülfid, kükürt dioksit, mineral ve organik asit gibi kimyasallar silajda sıcaklık artışı ve oksidatif fermantasyonu engelleyerek silaj kalitesini olumlu yönde desteklemekte ve sterilizasyonu sağlamaktadır.
5. *Lactobacillus*, *Streptococcus* veya *Pediococcus* gibi bakteri türleri içeren inokülanlar kullanılarak silaj laktik asit içeriği artırılabilir.
6. Silaj materyalinin SÇK içeriğini ve sindirim derecesini artırmak için amilaz ve selüloz enzimi katılabilir.
7. Silaj materyali, eksik olduğu noktalar göz önüne alınarak SÇK başta olmak üzere, üre, amonyak, biüre ve mineral maddeler kullanılarak desteklenebilir.

Silaj katkı maddelerinde bulunması gereken özellikler aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür (Uygur, 2010).

1. Hayvan ve insan sağlığı açısından herhangi bir tehdit unsuru taşımamalıdır.
2. Hayvansal üretim üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olmamalıdır.
3. Uygulanması kolay ve pratik olmalıdır.
4. Silaj materyaline homojen bir şekilde karıştırılması için uygun bir formda olmalıdır.
5. Temini kolay ve ekonomik olmalıdır.

Ülkemizde 1999–2014 yılları arasında kullanılan silaj katkı maddeleri Çizelge 1.6'de verilmiştir. Görüldüğü gibi üzerinde en çok çalışılan silaj materyali mısır, en fazla kullanılan katkı maddesi ise melas ve üre olmuştur.

Çizelge 1.6. Ülkemizde 1999–2014 yılları arasında kullanılan bazı silaj katkı maddeleri

Silaj Katkı Maddesi	Silaj Materyali	Araştırma Grubu
Formik asit ve HCL	Yaş şeker pancarı posası	Şahin ve ark., (1999).
Bakteri inokülan	Mısır	Filya ve ark., (2000).
Üre ve melas	Arpa	Demirel (2001).
Üre	Mısır	Çerçi ve ark., (2002).
Laktik asit bakteri inokülanı ve enzim	Mısır	Filya, (2002).
Formik asit ve melas	Çayır otu	Baytok ve Muruz,(2003).
Laktik asit bakteri inokülanı	Buğday, sorgum, mısır	Filya, (2003a).
Laktik asit bakteri inokülanı	Mısır, sorgum	Filya, (2003b).
Enzim, melas ve formik asit	Sorgum	Bingöl ve Baytok, (2003).
Tuz, formik asit, üre, melas, buğday kırması	Şeker pancarı yaprağı	Can ve ark., (2003).
Asit, enzim, melas	Mısır	Dönmez ve ark., (2003).
Bakteri inokülan	Mısır	Aksu ve ark., (2004).
Üre ve melas	Sudan otu	Erdoğan ve ark., (2004).
Üre, melas, buğday kırması	Turp yaprağı	Şeker ve ark., (2004).
Formik asit	Mısır	Filya ve ark., (2004).
Tuz, melas, üre ve arpa kırması	Mısır	Yılmaz ve Gürsoy, (2004).
Üre, melas, buğday kırması	Mısır, sorgum, ayçiçeği	Denek ve ark., (2004).
Laktik asit bakteri inokülanı ve enzim	Mısır	Polat ve ark., (2005).
Üre ve melas	Sorgum	Keskin ve ark.,(2005).

Elma	Yonca	Çiftçi ve ark., (2005).
Asit, enzim, melas	Mısır	Aksu ve ark., (2006).
Laktik asit bakteri inokülanı	Buğday, sorgum, mısır	Filya ve Sucu, (2007).
Organik asit	Bira posası	Koç ve ark., (2009).
Buğday kırması, kimyasal (AIV) formik asit, Laktik asit bakteri inokülanı	Mısır silajı	Sarıççek ve Kılıç, (2009).
Honey Locust (<i>Gleditsia triacanthos</i>) meyvesi	Yonca silajı	Kamalak ve ark., (2009).
Melas, üre	Ayçiçeği	Demirel ve ark., (2009).
Melas, üre	Mısır	Çelik ve ark., (2009).
Honey Locust (<i>Gleditsia triacanthos</i>) meyvesi	Çayır silajı	Güven, (2011).
İnokülan	Ayçiçeği, börülce, sorgum, soya	Ayaşan ve Karakozak, (2012)
Saman + 0.1 % üre silajı	Meyve posası	Yalçınkaya ve ark., (2012)
Yemlik keçiboynuzu kırığı	Yonca silajı	Kamalak ve ark., (2012).
Honey Locust (<i>Gleditsia triacanthos</i>) meyvesi	Yonca silajı	Canbolat ve ark., (2013).
Buğday kırığı, buğday samanı ve buğday kepeği	Yaş şeker pancarı posası	Altaçlı ve Deniz, (2013).
Buğday samanı, yonca samanı, fiğ kırması, melas	Yaş şeker pancarı posası	Yörük ve ark., (2014).
Fulvik asit	Yonca silajı	Adıyaman ve ark., (2014)

1.8. Yemlerin Besleme Değerlerinin Belirlenmesi

Ruminant hayvan beslemede kullanılan yemlerin kompozisyonu belirlemek için Wende analizi yaygın olarak kullanılmaktadır. Yemlerin kompozisyonu ile ilgili analizler beslemecilere bilgi sağlamakla birlikte yemlerin hayvanlara ne ölçüde fayda sağladığı ve

besin maddelerini ne oranda sindirebildiği hakkında bilgi sağlamamaktadır. Bundan dolayı yemlerin gerçek besleme değerini belirlemek için *in vivo*, *in situ* ve *in vitro* sindirim teknikleri olmak üzere üç grupta incelemek mümkündür.

1. *In Vivo* Sindirim Tekniği
2. *In Sacco (in situ)* Sindirim tekniği
3. *In Vitro* Sindirim tekniği
 - a. İki Aşamalı Sindirim Tekniği
 - b. *În Vitro* Gaz Üretim Tekniği
 - c. Enzim Tekniği

1.8.1. *În vivo* sindirim tekniği

Kaba ve kesif yemlerin sindirim derecesini belirlemek için yaygın olarak kullanılan ideal yöntem teknik *in vivo* sindirim tekniğidir. Bununla birlikte *in vivo* sindirim tekniği iş gücü gereksiniminin fazla ve pahalı olması ayrıca bütün besleme koşulları için uygun olmadığından, bu yönetime alternatif teknikler geliştirilmiştir. Bu teknikte hayvanlar bir iki hafta gibi bir sürede yemlere alıştırdıktan sonra, sindirim denemesi başlatılmaktadır. Hayvanlar tarafından tüketilen yem ve hayvanlar tarafından üretilen gübreler en az yedi gün boyunca belirlenerek yemlerin sindirim derecesi belirlenir. Bu yüzden *in vivo* sindirim denemesi için yaklaşık 3 hafta gibi uzun bir süre gerekmektedir. Her deneme grubundan doğru sonuçların alınması için her deneme grubunda en az 3 tekerrür kullanılması arzu edilmektedir.

1.8.2. *În sacco (situ)* sindirim tekniği

Ruminant hayvanlar için geliştirilmiş bir yöntem olup genel olarak yem kuru maddesinin ve proteinin rumende parçalanma hızı ve miktarını belirlemeye yönelik bir tekniktir. Yemler 40–50 micron gözenekleri olan torbalara 5 g yem örnekleri konularak 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96 saat gibi değişik zaman aralıklarında inkübasyona bırakılmaktadır (Mehrez ve Ørskov, 1977). Bu metotta fistül veya kanül takılmış hayvanlara ihtiyaç vardır. İş gücü gereksiniminin fazla ve pahalı, ayrıca hayvanların bakımı oldukça zordur. Genel olarak kısa süreli ölçümlerde mikrobiyal kontaminasyon en önemli sorundur

(Ørskov ve Ryle, 1990). Tanen gibi anti besinsel faktörler içeren yemlerde parçalanma değerleri yüksek olduğu bildirilmiştir (Makkar ve ark., 1995).

1.8.3. *In vitro* sindirim teknikleri

1.8.3.1. İki aşamalı sindirim tekniği

Ruminant hayvanların beslenmesinde kullanılan yemlerin gerçek sindirim derecesini belirlemede en ideal ve doğru yöntem klasik *in vivo* sindirim denemesidir. Fakat pahalı olması, fazla zaman gerektirmesi ve her besleme şartlarında yapılmasının zor olmasından dolayı, araştırmacılar *in vivo* yöntemine alternatif *in vitro* sindirim teknikleri geliştirmişlerdir. İki aşamalı sindirim tekniği *in vitro* yöntemlerden en yaygın olarak kullanılan ve en kolay olanıdır (Tilley ve Terry, 1963).

İki aşamalı *in vitro* sindirim tekniğinin birinci aşamasında yaklaşık olarak 0.5 gram yem örnekleri anaerobik şartlar altında tamponlanmış rumen sıvıyla yaklaşık 24 veya 48 saatlik fermantasyona bırakılmaktadır.

İkinci aşamada, fermantasyon sonunda tüpler içerisinde kalan yem artığı, pepsin çözeltiyle yaklaşık 24 veya 48 saatlik inkübasyona bırakılarak proteinlerin sindirimi tamamlanmaktadır. Başlangıç materyalinden kalan artık materyal çıkartılarak yemlerin sindirim derecesi belirlenmektedir. Bu yöntemin *in vivo* yöntemine göre birçok avantajı bulunmaktadır. *In vitro* sindirim derecesi ile *in vivo* sindirim derecesi arasında çok yüksek korelasyon olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir.

1.8.3.2. *In vitro* gaz üretim tekniği

In vitro gaz üretim tekniği daha çok yemlerin rumende fermantasyonunu belirlemek için geliştirilmiş yemin rumende parçalanma hızı ve miktarı hakkında bilgi edinmek için kullanılan bir yöntemdir (Menke ve ark., 1979). Bu yöntemin kullanım amacı gün geçtikçe artmaktadır. *In vitro* gaz üretim tekniğiyle elde edilen 24 saatlik gaz ölçümleri ve yemlerin besin madde içerikleri kullanılarak yemlerin metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesi tahmin edilmektedir (Menke ve ark., 1979, Menke ve Stingass 1988). Bu teknikte başlangıçta sadece fermantasyon sonucu açığa çıkan gaz ölçülmekte iken günümüzde fermantasyon sonucunda açığa çıkan uçucu yağ asitleri, amonyak ve metan ölçümleri de yapılmaktadır.

Bu teknikte ölçülen gaz direk ve indirek olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Bilindiği gibi gaz üretimi karbonhidratların fermantasyonu sonucu olmaktadır. Karbonhidratların fermantasyonu esnasında açığa çıkan gaz direk gaz üretimi oluşturur. Fermantasyon sırasında açığa çıkan asetik, propionik, bütirik asit gibi uçucu yağ asitlerin tampon çözeltiyle girdiği reaksiyon sonucu da açığa çıkan gaz indirek gazı oluşturmaktadır.

Kaba yemlerin fermantasyonu sonucu açığa çıkan gazın yaklaşık % 50'si fermantasyon sonucu açığa çıkan yağ asitlerinin tampon çözeltiyle reaksiyonu sonucu oluşmakta yani indirek gazdır. Konsantre yemlerin fermantasyonu sonucu açığa çıkan gazın yaklaşık % 60'ı fermantasyon sonucu açığa çıkan yağ asitlerinin tampon çözeltiyle reaksiyonu sonucu oluşan gaz yani indirek gazı oluşturur (Blümmel ve Ørskov, 1993). Karbonhidratlar asetik ve bütirik asite fermente olması daha fazla gaz üretimine sebep olurken karbonhidratların propionik asite fermente olması daha az gaz üretimine neden olur. Başka bir deyişle karbonhidratların propionik asite fermente olması sadece indirek gaz üretimi olur (Wolin, 1960).

Çizelge 1.7. Bir mol glikozun fermantasyonu sonucu açığa çıkan organik asit ve gaz üretimi

Asit (mol)	Direk gaz (mol)	Endirekt gaz (mol)	Toplam gaz (mol)
2 Asetik asit	2 CO ₂	2 CO ₂	4 CO ₂
1 Butirik asit	2 CO ₂	CO ₂	3 CO ₂
2 Propiyonik asit	-	2 CO ₂	2 CO ₂
2 Laktik asit	-	2 CO ₂	2 CO ₂

Hızlı fermente olan nişasta gibi karbonhidratlar genellikle propionik asit üretimini artırırken yavaş fermente olan selüloz ve hemiselüloz gibi karbonhidratlar ise asetik asit üretimini artırır (Ørskov ve Ryle, 1990).

Proteinlerin gaz üretimine katkısı karbonhidratlara göre çok daha az iken (Wolin, 1960) yağların gaz üretimine katkısı ise göz ardı edilecek kadar önemsizdir (Menke ve Steingass, 1988; Getachew ve ark., 1998).

Fermantasyon sonucu oluşan gazı ölçmek için farklı araştırmacılar tarafından geliştirilen yöntemleri aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür.

1. Hohenheim gaz testi (Menke ve ark.,1979).
2. Sıvı deplasman sistemi testi (Beuvink ve ark., 1992).
3. Manometri metodu testi (Waghorn ve Stafford, 1993).
4. Basınç Transducer sistemi testi (Pell ve Schofield, 1993; Theodorou ve ark., 1994).

1.8.3.2.1. *İn vitro* gaz ölçümünü etkileyen faktörler

Kılıç ve Sarıççek (2006) tarafından yapılan derlemede, fermantasyon sonucu açığa çıkan gazın miktarını etkileyen faktörleri yeme ait faktörler, hayvana ait faktörler ve metodun uygulanmasına ait faktörler olarak üç ana grupta inceleneceği bildirilmiştir.

Yeme ait faktörleri yemlerin besin madde içerikleri, yemlerin tür ve çeşit farklılıkları, hasat zamanı ve yetiştirme mevsimi, yemlere uygulanan işlemler, örnek miktarı ve büyüklüğü ve yemlerin fermente olabilir kısmının miktarı şeklinde sıralamak mümkündür.

Hayvana ilişkin faktörleri; hayvan türlerinin etkisi, hayvanların beslenmesi, rumen sıvısının özelliği, rumen şartları ve rumen uçucu yağ asit miktarı şeklinde mümkündür.

Metodun uygulanmasına ait faktörleri ise araştırmacılara ait farklı uygulamalar, kullanılan tamponun özelliği ve atmosferik basınç farkı, ölçümlerin yapılma zamanı, düzeltme faktörü uygulaması farkı, şırıngalarda biriken hava kabarcıkları ve farklı matematiksel model ve eşitliklerin kullanılması, şeklinde sıralamak mümkündür.

1.8.3.3. Enzim tekniği

Enzim tekniğinde mikroorganizmaların yerine yemler pepsin ve selüloz gibi enzimlerle inkübasyona bırakılarak, yemlerin sindirim dereceleri ve metabolik enerji içerikleri belirlenmeye çalışılmaktadır. Bu tekniğin en önemli avantajı kanül takılmış hayvana ihtiyaç olmamasıdır. Fakat enzimler yem içerisinde bulunan anti besinsel faktörlere mikroorganizmalar kadar duyarlı değildir (Jones ve Hayward, 1975; Dowman ve Collins, 1982; De Boever ve ark., 1986). Bununla birlikte enzim tekniği diğer *in vitro* teknikler kadar yaygınlaşmamıştır.

1.9. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Çayır silajında baklagillerde olduğu gibi silolama sırasında meydana gelen en önemli sorun proteoliziz'dir. Proteinlerin aşırı parçalanması rumende proteinlerin etkin olarak kullanılmasını sınırlamaktadır. Baklagil ve çayır otu silajlarında proteinlerin parçalanmasını önlemek için çeşitli katkı maddeleri kullanılmaktadır. Fakat bu katkı maddelerinin bir takım olumsuz etkileri vardır. Bundan dolayıdır ki bu projede tamamen doğal olan yemlik keçiboynuzu kırığı kullanılacaktır.

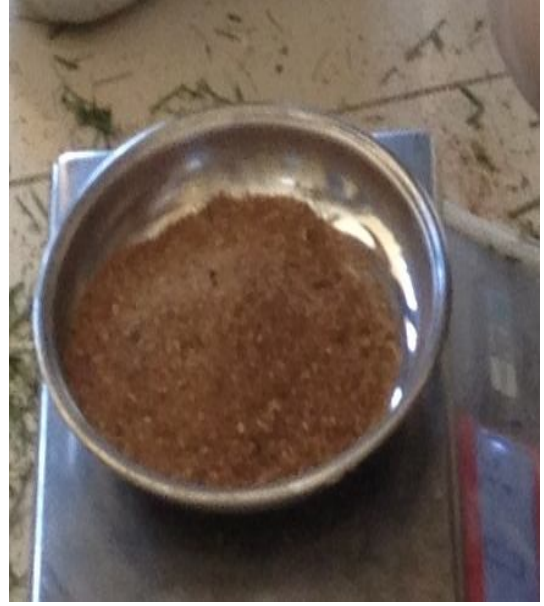
Yemlik keçiboynuzu kırığı, Akdeniz kuşağında yetişmekte olup ülkemizde genel olarak İçel (Mersin) civarında işlenmekte ve açığa çıkan artık madde hayvancılık sektöründe kısmen kullanılabilir. Yaklaşık 120 yıl yaşayabilen ve 30 metre yüksekliğe kadar ulaşabilen, meyveleri 20 cm uzunluğunda olan, suda çözünebilir karbonhidrat ve tanen bakımından zengin, meyve verebilen, anavatanı Amerika olan baklagiller familyasına ait ve Akdeniz bölgesinde yaygın bir şekilde bulunan, genellikle pekmez yapımında ve çiğ olarak tüketilebilen bir bitkidir. İşletme artığı olarak kalan kısımlar ise yemlik keçiboynuzu kırığı olarak yem sektöründe kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, her yıl önemli bir miktarda açığa çıkan fakat silaj katkı maddesi olarak değerlendirilmeyen yemlik keçiboynuzu kırığının kurutulup öğütülerek su içeriği yüksek olan çayır otunun silolanmasında katkı maddesi olarak kullanmak ve çayırotu silajındaki en büyük sorun olan proteolizizi önlemektir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Katkı Maddesi ve Silaj Materyali

Yemlik keçiboynuzu kırığı Incom A.Ş.'den satın alınarak laboratuara getirilmiş ve 1mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüştür. Öğütülen örnekler naylon torbalar içerisinde daha sonra kullanılmak üzere oda şartlarında muhafaza edilmiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Yemlik keçiboynuzu kırığı

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Avşar yerleşkesi içerisinde çok yıllık ekilmiş olan çayırotu; (*Festuca arundinacea* (%35), *Festuca rubra* (%20), *Poa pratensis* (%15), *Lolium perenne* (%30)) (Şekil 2.2.) biçme makineleri ile biçilmiştir. Daha sonra temiz bir zemin üzerine pörsümesi beklenilmeden yayılmış ve daha önce kurutulup öğütülmüş yemlik keçiboynuzu kırığı yaş ağırlık bazında % 0.0, 1.5, 3.0 4.5 ve 6.0 oranlarında homojen bir şekilde karıştırılmıştır. Daha sonra bu karışım Şekil 3.2'de gösterilen 1.8-2 kg kapasiteli küçük bidonlara içerisinde hava kalmayacak şekilde elle sıkıştırılarak silolanmaya bırakılmıştır. Her muamele üç tekerrürlü olarak hazırlanmıştır.



Şekil 2.2. Biçilmiş çayırotu



Şekil 2.3. Çayırotu ile yemlik keçiboynuzu kırığının karıştırılması



Şekil 2.4. Plastik bidonlarda hazırlanmış silajlar

2.2. Kimyasal Analizler

2.2.1. Kuru madde analizi

Altmış gün silolanmış plastik bidonlardan alınan 15–20 gram silaj örnekleri darası alınmış alüminyum kaplar içerisine konularak 65°C’de 5 gün süreyle kurutulmuştur. Kurutma işleminin sonunda silaj materyali içeren kabın tartımı yapılmıştır (A₁). Silajların kuru madde içeriği aşağıdaki formül kullanılarak belirlenmiştir (AOAC, 1990).

$$\% \text{ KM} = 100 - \% \text{ Nem}$$

$$\% \text{ Nem} = ((A_1 - D) - (A_2 - D)) / A_1 * 100$$

KM: Kuru madde %

A₁: Silaj + kabın darası, gram

D: Kabın darası, gram

A₂: Kuru madde + Kabın darası, gram

Kurutma işleminden sonra silaj örnekleri 1 mm elekten geçecek şekilde öğütülerek, rutin analizler (HK, OM, HP, NDF, ADF) ve *in vitro* gaz üretimi analizleri için nemlenmeyecek şekilde 25x15 ebadında naylon torbalar içerisinde saklanmıştır.



Şekil 2.5. Örneklerin etüvde kurutulması

2.2.2. Ham kül ve organik madde

Porselen krozeler boş olarak ham kül fırınında 550 °C'de 1 saat bekletilmiştir. Daha sonra desikatöre alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Hassas terazide darası alınarak (D) içerisine 1 g silaj (A) materyali tartılmıştır (Darası alınmış kap ve silaj A₁). İçerisinde silaj örnekleri bulunan krozeler ham kül (HK) fırınına yerleştirilerek 550 °C sıcaklıktaki fırında 8 saat yakılmıştır. Fırın belli sıcaklığa kadar soğuduktan sonra desikatöre alınan krozeler oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve hassas terazide tartımı yapılmıştır (A₂). Gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra yem materyalinin yüzde ham kül ve yüzde organik madde (OM) içeriği hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

$$\% \text{HK} = ((A_1 - D) - (A_2 - D)) / A_1 * 100$$

$$\% \text{OM} = 100 - \% \text{HK}$$



Şekil 2.6. Örneklerin ham kül fırınında yakılması

2.2.3. Ham protein

Kjeldahl yöntemine göre; silaj örnekleri derişik sülfürik asit (H_2SO_4) ile yakılarak içindeki azot (N) önce amonyum sülfata sonra da amonyağa dönüştürülerek titrasyonla amonyaktaki azot miktarına karşılık gelen ham protein miktarı hesaplanmıştır.

Kullanılan Kimyasallar

1. % 98'lik azot içermeyen H_2SO_4
2. % 40'lık azot içermeyen NaOH
3. % 2-4'lük H_3BO_3 (borik asit)
4. Katalizör tablet (3.5 g K_2SO_4 , 0.0035 g Se)
5. İndikatör (Methyl red, Bromocresol green)
6. 0.1 N HCL

Ham protein analizi 3 bölümden oluşmaktadır.

- I. Yaş yakma
- II. Distilasyon
- III. Titrasyon

2.2.3.1. Yaş yakma

1 gr silaj materyali tartılarak kjeldahl tüpüne konulduktan sonra tüpe 2 adet katalizör tablet ve 15 ml H₂SO₄ eklenmiştir. Tüplerden bir tanesine ise numune koymadan önce gerekli kimyasallar konularak kör deneme yapılmıştır. Kjeldahl tüpleri 200 °C'de 45 dakika ön ısıtmaya tabi tutulduktan sonra 400 °C'de 60 dakika yakma işlemi yapılmıştır.



Şekil 2.7. Ham protein yaş yakma ünitesi

2.2.3.2. Distilasyon

Başlangıçta erlenmayerlere 25 ml %4' lük borik asit ve Kjeldahl tüplerine ise 50 ml saf su konulmuştur. Destilasyon ünitesinin gerekli kimyasalları ve saf suyu kontrol edildikten sonra Kjeldahl tüpüne 8 saniye NaOH gelecek şekilde ve Destilasyon ünitesi 350 saniye olarak ayarladıktan sonra ünite çalıştırılmıştır. Öncelikle üniteye hortumların gerekli kimyasallarla doldurmak için üniteye boş Kjeldahl tüpü ve erlenmayer konularak düzenek bir sefer boş olarak çalıştırılmıştır. Daha sonra yaş yakma yaptığımız tüpler önce kör denemeden başlayarak tek tek destilasyona tabi tutulmuştur. Tüp içerisindeki sıvı lavaboya boşaltılmış, erlenmayerler ise titrasyon işlemine tabi tutulmuştur.



Şekil 2.8. Örneklerin ham protein analizinde destilasyon işlemi

2.2.3.3. Titrasyon

Destilasyon ünitesinden alınan erlenmayerler otomatik bürette HCl ile açık pembe renk alıncaya kadar titrasyona tabi tutulmuştur. Kullanılan HCl miktarı okunarak kaydedilmiştir.

Gerekli rakamlar (HCl miktarı ve kör deneme miktarı) protein analiz formülünde uygun yere yazılarak numunedeki yüzde protein oranı hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Protein} = (K) * (V) * (N) * (f_{HCl}) * (100) / (M) * (1000) * (f_p)$$

K: 14.007 (Azotun atom ağırlığı)

V: Kullanılan HCl (ml)

N: HCl'nin normalitesi (0,1)

f_{HCl}: 0.1 N HCl'nin faktörü

f_p: Proteine çevirme faktörü (6.25)

M: Tartılan yem miktarı.



Şekil 2.9. Örneklerin ham protein analizinde titrasyon edilmesi

2.2.4. Asit deterjan fiber (ADF)

20 g trimethylammonium bromide ($\text{Cl}_9\text{H}_42\text{BrN}$) 1 litre 1 N H_2SO_4 içerisinde çözülerek hazırlanmıştır. Bu çözeltilerden 100 ml alınarak içerisinde yaklaşık 1 g (A) silaj materyali bulunan beher içersine boşaltılmıştır. Daha sonra kaynama işlemi için buharlaşmayı engelleyecek şekilde ısıtma düzeneğine yerleştirilerek 1 saat kaynatılmıştır. Kaynama işlemi bittikten sonra 3 por'lu (gözenek çapı) cam krozede süzülerek sıvı kısım uzaklaştırılmıştır. Krozeler kurutma dolabında 10-12 saat süre ile 80 °C' de bekletildikten sonra desikatörde soğutulup hassas terazide tartılmıştır (A_1). Daha sonra krozeler kül fırınında 550 °C'de 3 saat yakılıp desikatörde soğutulduktan sonra hassas terazide tekrar tartılmıştır (A_2). Çıkan sonuçlar formülde yerine konularak yem materyalindeki yüzde ADF içeriği hesaplanmıştır (Van Soest, ve ark., 1991).

$$\text{ADF (g/kg KM)} = (A_1 - A_2) / A_1 * 100$$

A: Örnek miktarı (kuru)

A_1 : İlk tartım

A_2 : İkinci tartım



Şekil 2.10. Velp cihazında ADF analizinin yapılması

2.2.5. Nötral deterjan fiber (NDF)

30g dodecyl sulfate sodium salt ($C_{12}H_{25}NaO_4S$), 18.16g titriplex-III ($C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \cdot 2H_2O$), 6.81g di-sodiumtetraborate decahydrate ($Na_2B_4O_4 \cdot 10H_2O$), 4.56g di-sodium hydrogen phosphate anhydrous (Na_2HPO_4) ve 10 ml etanol 1 litre saf su içerisinde pH 6.8 ile 7.2 arasında olacak şekilde kimyasallar sırası ile karıştırılarak saf su içerisinde çözünmesi sağlanmıştır. Bu çözeltilerden 100 ml alınarak içerisinde yaklaşık 1 g (A) silaj materyali bulunan beher içerisine boşaltılmıştır. Daha sonra kaynama işlemi için buharlaşmayı engelleyecek şekilde ısıtma düzeneğine yerleştirilerek 1 saat kaynatılmıştır. Kaynama işlemi bittikten sonra 3 bor'lu (gözenek çapı) cam krozede süzülerek sıvı kısım uzaklaştırılmıştır. Krozeler kurutma dolabında 10-12 saat süre ile $80\text{ }^\circ\text{C}$ ' de bekletildikten sonra desikatörde soğutulup hassas terazide tartılmıştır (A_1). Daha sonra krozeler kül fırınında $550\text{ }^\circ\text{C}$ 'de 3 saat yakılıp desikatörde soğutulduktan sonra hassas terazide tekrar tartılmıştır (A_2). Çıkan sonuçlar formülde yerine konularak yem materyalindeki yüzde NDF içeriği hesaplanmıştır (Van Soest, ve ark., 1991).

$$\text{NDF (g/kg KM)} = (A_1 - A_2) / (A) * 100$$

A: Örnek miktarı (kuru)

A_1 : İlk tartım

A_2 : İkinci tartım

2.2.6. Ham yağ analizi

2 g yem (A) materyali hassas terazide tartıldıktan sonra yağ içermeyen selüloz kartuş içine konmuş ve kartuşun ağzı ekstraksiyon kısmında numune dışarı çıkmayacak şekilde pamukla sıkıştırılmıştır. Daha sonra kartuşlar ve yağ balonları 95 °C 'de 2 saat kurutma dolabına bırakılmıştır. Kurutma dolabından alınan materyaller desikatörde soğutulduktan sonra balonların hassas terazide daraları alınıp (D), balonlara soxleth aletinin ekstraksiyon kısmı yerleştirilmiştir. Kartuşlar ise soxleth aletinin ekstraksiyon kısmına konduktan sonra ekstraksiyon kısmına bir tam birde yarım sifon olacak şekilde eter konmuştur. Bu düzenek soxleth aletine yerleştirilip, soğutma ve ısıtma düzeni ayarlanarak (60°C) düzenek çalıştırılmıştır. 4 saat sonunda ekstraksiyon kısmındaki eter bir kaba alınarak yağ ile eter birbirinden ayrılmıştır. İçerisinde yağ bulunan balonlar 95 °C deki kurutma dolabında 1 saat bekletildikten sonra desikatöre alınarak soğutulmuştur. Daha sonra desikatörden alınarak hassas terazide tartımı yapılmış (A₁) sonuçların gerekli hesaplamaları yapıldıktan sonra yem materyalinin yüzde ham yağ içeriği bulunmuştur.

$$HY \text{ (g/kg KM)} = (A_1 - D) / (A) * 100$$

A : Örnek miktarı (kuru)

D : Kabın Darası

A₁: İkinci tartım (Ham Yağ + Kabın darası)



Şekil 2.11. Silaj örneklerinin ham yağ analizlerinin yapılması

2.2.7. Silaj pH'sı ve amonyak içeriğinin belirlenmesi

20 gram yaş silaj materyali blender içerisine konmuş üzerine 180 ml saf su ilave edilerek iyice karıştırılmıştır. Daha sonra 3-4 katlı tülbentten süzülerek katı kısım uzaklaştırılmış ve elde edilen süzüğün pH'sı ölçülmüştür. Daha sonra bu süzükten 100 ml alınarak Kjeldahl yöntemiyle protein tayinindeki distilasyon ve titrasyon yapılarak amonyak içeriği belirlenmiştir (AOAC, 1990).



Şekil 2.12. Silajların pH larının belirlenmesi

2.2.8. Silajların fleig skorlarının belirlenmesi

Yemlik keçiboynuzu kırığının çayırotu silajı kalitesine olan etkisinin belirlenmesi için Fleig skor yönteminden yararlanılmıştır. Fleig skor; silaj materyalinin KM ve pH değerleri kullanılarak silaj kalitesini belirlemede kullanılan bir puanlama sistemidir. Fleig skor aşağıdaki şekilde hesaplanmış (Kılıç, 1986) olup puanlandırma Çizelge 2.1'de verilmiştir.

$$\text{Fleig skor} = 220 + (2 \times \% \text{ KM} - 15) - 40 \times \text{pH}$$

Çizelge 2.1. Fleig skorlar ve kalite derecesi (Kılıç, 1986)

Puan	Kalite
<20	Çok kötü
25–40	Düşük kalite
55–60	Orta kalite
60–80	İyi kalite
85–100	Çok iyi kalite

2.2.9. Olması gereken pH

“Olması gereken pH değeri ” Meeske (2005) tarafından önerilen bir kavram olup, bu kavrama göre silajların pH değerleri, silajların KM içeriğiyle yakından ilişkilidir. Yani bu kavrama göre her silajın KM’sine göre bir pH değerine sahip olması gerektiği vurgulanmaktadır. Çalışmada elde edilen silajların “Olması gereken pH” değerleri aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir.

$$\text{Olması gereken pH} = 0.00359 \times \text{KM (g/kg)} + 3.44 \text{ (Meeske, 2005).}$$

2.2.10. Aerobik stabilite ölçümü

Altmış günlük silolama sonunda, 70 gr silaj materyali ile silajın aerobik stabilitesi, ısı problemleri vasıtasıyla ölçülmüştür. Aerobik stabilite, silaj materyalinin havayla temasından sonra, silaj materyali sıcaklığının, çevre sıcaklığının 2 °C üzerine çıkması için gerekli süre olarak tanımlanmaktadır (Kung ve ark., 2000). Bu projede, silaj materyalinin içerisine yerleştirilen ısı problemleri (TMC6-HD) vasıtasıyla sıcaklık değişimleri ölçülerek Data logger’lara yüklenmiştir. Daha sonra bu veriler bilgisayara aktarılarak silaj materyallerinin aerobik stabilite belirlenmiştir (Şekil 2.13).



Şekil 2.13. Silajların cam şişelere konarak aerobik stabilite düzeneğine yerleştirilmesi

2.2.11. Gaz üretim tekniği

Rumen sıvısı kanül takılmış üç baş koçtan alınmıştır. Denemede kullanılan koçlara verilen rasyon % 60 yonca kuru otu ve % 40 kesif yemlerden oluşmuştur. Kesif yemi ise % 74 Arpa, % 23 ayçiçeği küspesi, % 0.99 kalsiyum karbonat, % 1 tuz ve % 0.01 vitamin-mineral karışımı oluşturmaktadır.

Silaj örnekleri (0.2 g), 30 ml çözeltiyle (10 ml rumen sıvısı + 20 ml yapay tükürük) 100 ml'lik şırıngalar içerisinde 96 saat 39 °C'de inkubasyona bırakılmıştır (Menke ve Steingass, 1988). Bu işlemler yapılmadan önce kullanılan şırıngalar 39 °C ön ısıtmaya tabi tutulmuştur. Şırıngalar inkubasyonun başlamasından yarım saat sonra on dakikada bir sallanmıştır. On saatlik inkubasyon sonunda her saat başı sallanmıştır.

Gaz ölçümleri 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96 saatte yapılmıştır. Net toplam gaz üretimleri kör denemeden elde edilen gaz değerleri çıkartılarak hesaplanmıştır. Bütün gaz ölçümleri üç tekerrürlü yapılmıştır. Daha sonra elde edilen gaz değerlerinden üretilen gaz miktarı, Ørskov ve McDonald (1979) tarafından geliştirilen $y = a+b(1-\exp^{-ct})$ modeli kullanılarak gaz üretimiyle ilgili parametreler hesaplanmıştır.

a = kolay fermantasyona uğramış kısımdan elde edilen gaz miktarı

b = yavaş fermantasyona uğramış kısımdan elde edilen gaz miktarı

c = b'nin fermente olma hızı

t = zaman

Rumen sıvısıyla karıştırılan yapay tükürüğün hazırlanışı aşağıda verilmiştir.

Makro Element Çözeltisi

5.7 g Na_2HPO_4 + 6.2 g KH_2PO_4 + 0.6 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1 lt saf su içerisinde eritilmiş ve çözeltinin pH'sı 6.8 olarak ayarlanmıştır.

İz Element Çözeltisi

13.2 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ + 10.0 g $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ + 1.0 g $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ + 0.8 g $\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ karışımı 100 ml saf su içerisinde eritilmiştir.

Tampon Çözeltisi

35 g NaHCO_3 + 4 g $(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$ 1 lt saf su içerisinde çözündürülür ve çözeltinin pH'sı 8.1 olacak şekilde ayarlanmıştır.

Resazurin Çözeltisi

100 mg Resazurin 100 ml saf su içerisinde çözündürülerek hazırlanmıştır.

Redüksiyon Çözeltisi

2 ml 1.0 N (Normal) NaOH + 285 mg $\text{Na}_2\text{S} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ + 47.5 ml saf su içerisinde çözündürülür. Bu çözelti rumen sıvısı alınmadan hemen önce hazırlanmalı ve taze olarak kullanılmalıdır.

Yukarıdaki çözeltilerden aşağıda belirtilen miktar ve sıra ile rumen sıvısı ile karıştırılma işleminin gerçekleştirileceği geniş ağızlı 2 lt'lik balona aktarılmıştır.

474 ml saf su

0.12 ml mikro mineral çözeltisi

237 ml tampon çözeltisi

237 ml makro mineral çözeltisi

1.22 ml resazurin çözeltisi

47.5 ml redüksiyon çözeltisi

Yukarıda bahsedilen yapay tükürükten 2 (1 lt) birim rumen sıvısından 1 (0.5 lt) birim alınarak karıştırılmış ve şırıngalara bu karışımdan 30 ml ilave edilmiştir. Karışımdaki 30 ml örnek içerisinde 20 ml yapay tükürük, 10 ml’de rumen sıvısı bulunur.



Şekil 2.14. Rumen sıvısı alınan kanüllü koç



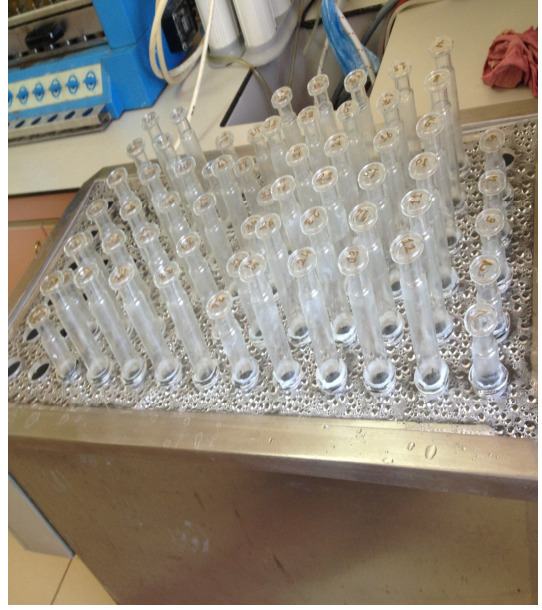
Şekil 2.15. Şırıngalara klips takılması



Şekil 2.16. Yapay tükürüğün hazırlanması



Şekil 2.17. Alınan rumen sıvısının tülbentten süzülmesi ve yapay tükürükle karışmış hali



Şekil 2.18. Karışımın şiringalara alınması ve inkübasyona bırakılması

2.2.12. Metabolik enerji (ME) içerikleri

Gaz üretimi sonucu elde edilen 24 saatlik gaz ölçüm değerleri ve yem içerikleri kullanılarak yemin metabolize olabilir enerji miktarı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Menke ve ark.,1979).

$$\text{Metabolik Enerji ME (Mj/kg KM)} = 2.20 + 0.136\text{GÜ} + 0.057\text{HP} + 0.002859\text{HY}^2$$

GÜ: 24 saatlik gaz üretimi (ml)

HP: Ham protein (%)

HY: Ham yağ (%)

2.2.13. *In vitro* organik madde sindirilebilirlik derecesi (İVOMSD)

Gaz üretimi sonucu elde edilen 24 saatlik gaz ölçümleri ve yem içerikleri kullanılarak yemin Organik Madde Sindirilebilirliği aşağıdaki formülle belirlenmiştir (Menke ve ark., 1979).

$$\text{İVOMSD (\%)} = 14,88 + 0.8893\text{GÜ} + 0.448\text{HP} + 0.651\text{HK}$$

İVOMSD: *In vitro* organik madde sindirim derecesi

GÜ: Gaz üretimi (ml)

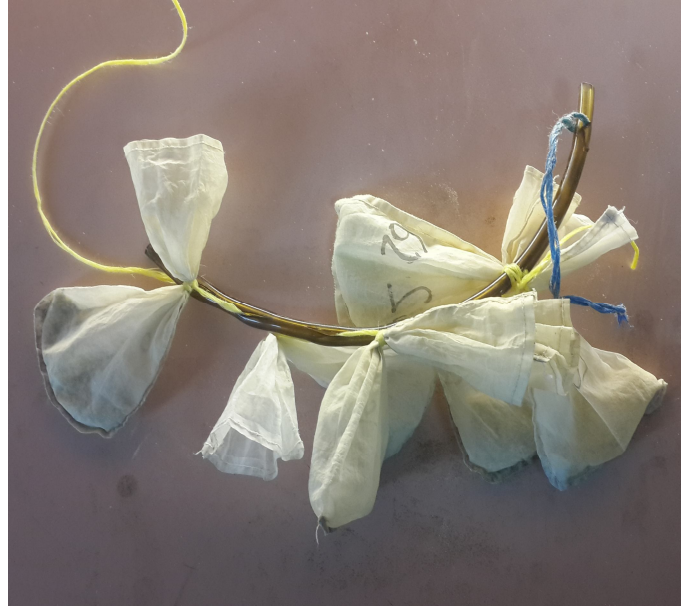
HP: Ham protein (%)

HK: Ham kül içeriği (%)

2.2.14. *In situ* naylon torba tekniği

Altmış günlük silolama sonucunda oluşan silajların kuru maddelerin rumende parçalanabilirliği naylon torba tekniği kullanılarak, üç adet kanül takılmış koçlarda belirlenmiştir. Bunun için, i ve dış parazitlerden arındırılmış  baş koa bizzat araştırıcı tarafından rumen kanülü takılarak deney süresi boyunca saman ve konsantre yem içeren rasyonla beslenmiştir. Kolara her an ve rahatça ulaşabilecekleri şekilde temiz su ve yalama taşları sağlanmıştır. Silajların rumende parçalanmasına ait parametreler *in situ* naylon torba tekniği (Ørskov ve McDonald, 1979) kullanılarak elde edilmiştir.

Altmış günlük silolama sonucunda oluşan silajlar 55 °C kurutma dolabında kurutulularak 3 mm elekten geçecek şekilde öğütülerek rumende inkübasyona hazır hale getirilmiştir. Yaklaşık olarak 4-5 gram ağrılığında kurutulmuş ve öğütülmüş silaj örnekleri özel kumaştan yapılmış 40µm gözeneklere sahip 7*15 ebatlarında, şekil 2.19'de görülen naylon torbalara konarak, şekil 2.14'te gösterilen koun rumeninde 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96 saat inkubasyona bırakılmış, yem artıklarını içeren torbalar rumenden alınarak, suyla renksiz sıvı akıncaya kadar yıkanmış ve 60 °C'ye ayarlanmış kurutma dolabında kurutulmuştur.



şekil 2.19. Yemlerin rumendeki inkübasyonunda kullanılan naylon torbalar

Kurutma sonunda kuru madde kayıpları zamana bağlı olarak bütün silajlar için hesaplanmıştır. Zamana bağlı olarak elde edilen kuru madde kayıpları Ørskov ve

McDonald (1979) tarafından önerilen fonksiyon kullanılarak her yemin yıkılabilirlik özellikleri saptanmıştır.

$$Y = a + b (1 - \exp^{-ct})$$

a = yem maddesinin rumene koyulduğu ilk anda çözünen miktarı (rumende kolay yıkıma uğrayan kısım) (%)

b = çözünmeyen fakat zamanla yıkılan kısım (%)

c = b'nin yıkılma hız sabiti, (% / saat)

t = İnkubasyon süresi (saat)

Y = herhangi bir t anındaki rumende parçalanmış (yıkılan) kısım(%)

Daha sonra yemlerin yıkılabilirlik özellikleri (a, b, c) aşağıda belirtilen formülde yerine konarak her yeme ait kuru maddenin etkin yıkılabilirlikleri (P) tespit edilmiştir.

$$P = a + \frac{(b * c)}{(c + r)} \quad (\text{Ørskov ve McDonald, 1979})$$

P = Rumende etkin yıkılabilirlik %

r = Rumen içeriğinin rumenden birim zamanda çıkış hız sabiti her biri ayrı ayrı hesaplanmış (%/saat), (r= 0.02, 0.05 ve 0.08). Rumen içeriğinin rumeni terk etme hızı (r) hayvanın yem tüketime bağlı olarak değişmektedir.

2.2.15. İstatistiksel analizler

Silaj katkı maddesi olarak kullanılan yemlik keçiboynuzu kırığı çayırotu silajının kimyasal kompozisyonuna, *in situ* rumen parçalanmasına, *in vitro* sindirim derecesine ve *in vitro* gaz üretimine etkisini belirlemek için elde edilen veriler varyans analize tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Silaj Materyali Olarak Kullanılan Çayırotu ve Katkı Maddesi Olarak Kullanılan Yemlik Keçiboynuzu Kırığının Besin Madde Kompozisyonu

Silaj ham maddesi olarak kullanılan çayırotu ve silaj katkı maddesi olarak kullanılan yemlik keçiboynuzu kırığının içerikleri Çizelge 3.1’de verilmiştir. Çayırotunun kuru madde içeriği % 22.56 iken yemlik keçiboynuzu kırığı kuru madde içeriği % 92.81 bulunmuştur. Ham protein içerikleri kuru madde bazında karşılaştırıldığında ise çayırotunun ham protein içeriği %19.16 iken yemlik keçiboynuzu kırığı % 4.95 bulunmuştur. Çayırotunun ADF içeriği % 35.29 iken yemlik keçiboynuzu kırığı ADF içeriği % 20.25 bulunmuştur. Çayırotunun NDF içeriği % 62.04 iken yemlik keçiboynuzu kırığı NDF içeriği % 37.56 bulunmuştur. Çayırotunda kondense tanen (KT) bulunmazken yemlik keçiboynuzu kırığı 19.07 g/kg KM bulunmuştur.

Çizelge 3.1. Çayırotu ve yemlik keçiboynuzu kırığı besin madde içerikleri (%)

Kompozisyon	Çayırotu	Yemlik Keçiboynuzu Kırığı
Kuru madde (%)	22.56	92.81
Kül (% KM)	16.13	3.71
HP (% KM)	19.16	4.95
ADF (% KM)	35.29	20.25
NDF(% KM)	62.04	37.56
KT (g/kg)	-	19.07
HY (% KM)	3.41	1.50
SÇK(% KM)	-	15.16

Bu çalışmada silaj katkı maddesi olarak kullanılan yemlik keçiboynuzu kırığının kompozisyonu Kamalak ve ark., (2012)’nin. yemlik keçiboynuzu kırığının kül, ham protein, yağ, NDF, ADF ve kondense tanen içeriğini sırasıyla % 3.72, 4.75, 2.13, 33.08, 16.82 ve 8.86 bildirdiği kompozisyon ile uyum içerisindedir. Bu çalışmada kullanılan yemlik keçiboynuzu kırığının NDF ve ADF içeriği Kamalak ve ark., (2012)’nin bildirdiği değerden biraz daha yüksek bulunmuştur. Çalışmada kullanılan yemlik keçiboynuzu kırığının ham protein içeriği de Kamalak ve ark., (2012)’nin bildirdiği değerden biraz daha yüksek bulunmuştur. Diğer taraftan kondense tanen içeriği ise Kamalak ve ark., (2012)’nin

bildirdiği değerden biraz yüksek bulunmuştur. Bu iki çalışmada kullanılan yemlik keçiyoynuzu kırığının meyveleri arasındaki kompozisyon farklılığının yetiştirme koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

3.2. Yemlik Keçiyoynuzu Kırığı İlavesinin Çayırotu Silajının Besin Madde Kompozisyonuna Etkisi

Altmış günlük silolama süresi sonunda elde edilen silajların kompozisyonlarına ait parametreler Çizelge 3.2’de verilmiştir. Katkı maddesi olarak kullanılan yemlik keçiyoynuzu kırığının silajların kompozisyonunu önemli derecede etkilemiştir. Çayırotu silajlarının KM içerikleri % 21.65 ile % 25.83 arasında değişmiş olup, yemlik keçiyoynuzu kırığının kullanım oranının artmasıyla birlikte çayırotu silajlarının KM içeriği önemli derecede yükselmiştir.

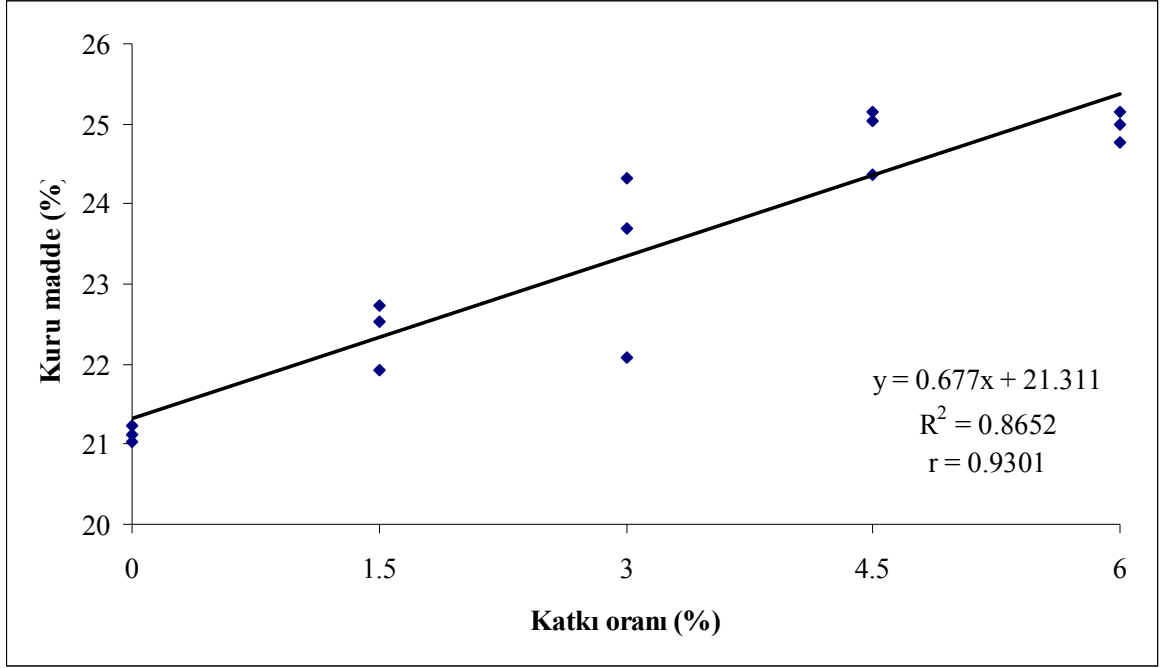
Çizelge 3.2. Yemlik keçiyoynuzu kırığı ilavesinin çayırotu silajının kompozisyonuna etkisi

	Silaj Grupları (Yemlik keçiyoynuzu kırığı katkısı)					SHO	Ö.S
	%0	%1.5	%3.0	%4.5	%6.0		
KM	21.65 ^d	23.05 ^{cd}	24.06 ^{bc}	25.69 ^{ab}	25.83 ^a	0.497	***
Kül	18.67 ^a	17.64 ^b	16.65 ^c	15.78 ^d	15.35 ^d	0.197	***
ADF	37.42	37.44	37.33	37.10	36.40	0.531	ÖD
NDF	55.65 ^a	56.23 ^a	55.73 ^a	54.57 ^b	51.89 ^c	0.897	**
HP	20.68 ^a	19.77 ^{ab}	19.32 ^b	17.76 ^c	18.00 ^c	0.347	***
HY	3.84 ^a	3.56 ^a	3.59 ^a	3.35 ^{ab}	2.65 ^b	0.236	**

Aynı harflere sahip ve aynı satırda yer alan ortalamalar arasında fark yoktur ($P<0.05$), SHO: Standart hata ortalaması, ÖD: Önemli ÖS: Önem seviyesi, $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$, KM: Kuru madde, ADF: Asit deterjan fiber, NDF: Nötral deterjan fiber, HP: Ham protein HY: Ham Yağ

Yemlik keçiyoynuzu kırığının kullanım oranı ile oluşan çayırotu silajların KM içerikleri arasındaki ilişki Şekil 3.1’de verilmiştir. Bir birim yemlik keçiyoynuzu kırığının eklenmesiyle birlikte çayırotu silajının KM içeriğinde yaklaşık olarak 0.677 birimlik artış olmuştur. Çayırotu silajının kuru madde içeriğindeki bu artışın sebebi yemlik keçiyoynuzu kırığının kuru madde içeriğinin taze çayır otundan daha yüksek olduğundandır.

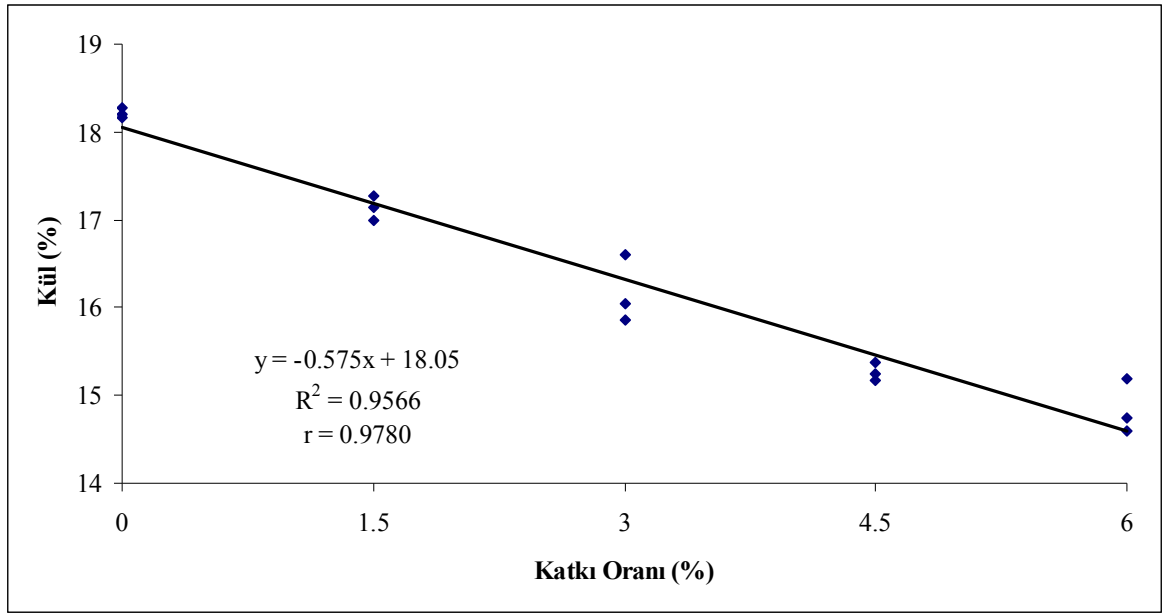
Bu çalışmada elde edilen bulgular Kamalak ve ark., (2012)’nin bulguları ile uyum içerisindedir. Kamalak ve ark., (2012)’nin yoncayla yaptığı çalışmada, yemlik keçiyoynuzu kırığının katılmasıyla birlikte oluşan yonca silajlarının kuru madde içeriği önemli derecede yükselmiştir.



Şekil 3.1. Yemlik keçiyoynuzu kırığının katılma oranı ile kuru madde arasındaki ilişki

Çayırotu silajlarının kül içeriği % 15.35 ile % 18.67 arasında değişmiş olup yemlik keçiyoynuzu kırığının kullanım miktarının artmasıyla birlikte silajların kül içeriği önemli derecede düşmüştür. Yemlik keçiyoynuzu kırığının kullanım oranı ile çayırotu silajlarının kül içeriği arasındaki ilişki Şekil 3.2’de verilmiştir. Bir birim yemlik keçiyoynuzu kırığının eklenmesiyle birlikte kül içeriğinde 0.575 birimlik azalış meydana gelmiştir. Silaj kül içeriğindeki bu azalışın sebebi, yemlik keçiyoynuzu kırığının kül içeriğinin çayır otundan daha düşük olmasıdır.

Kamalak ve ark., (2012)’nin yoncayla yaptığı çalışmada, yemlik keçiyoynuzu kırığının katılmasıyla birlikte oluşan yonca silajlarının kül içeriğinde önemli derecede düşüş olduğunu bildirmişlerdir. Bu bağlamda çalışmamızda elde edilen bulgular Kamalak ve ark., (2012)’nin bulguları ile uyum içerisindedir.

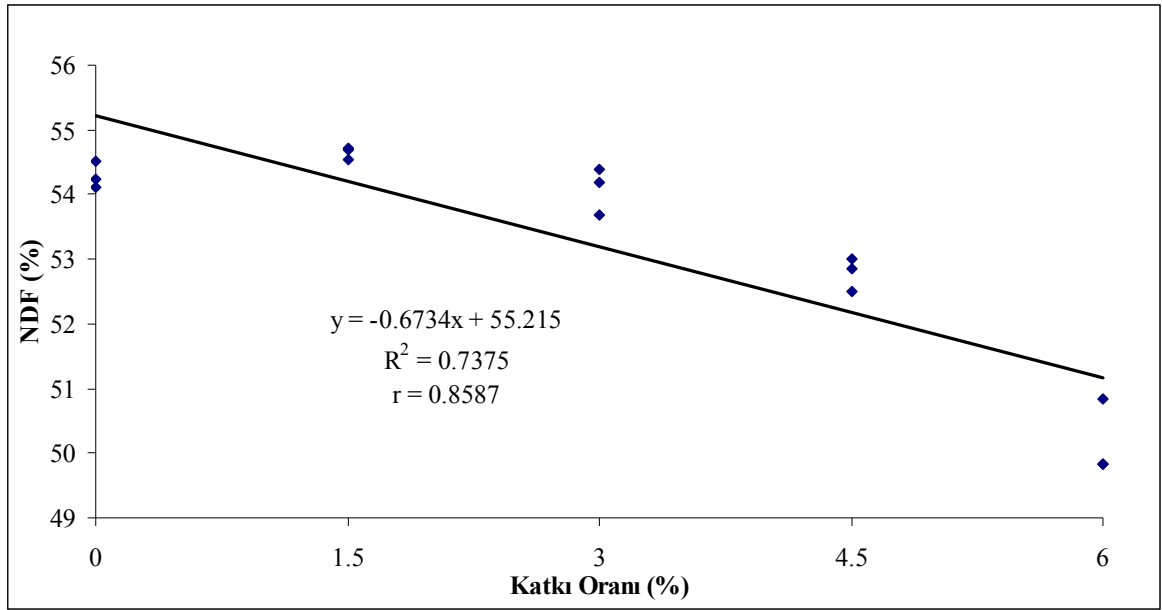


Şekil 3.2. Yemlik keçiyoynuzu kırığının katılma oranı ile kül içeriği arasındaki ilişki

Çayırotu silajlarının ADF içerikleri % 36.40 ile % 37.42 arasında değişmiş olup yemlik keçiyoynuzu kırığının kullanılmasıyla birlikte oluşan çayırotu silajların ADF içeriğinde fark bulunmamıştır.

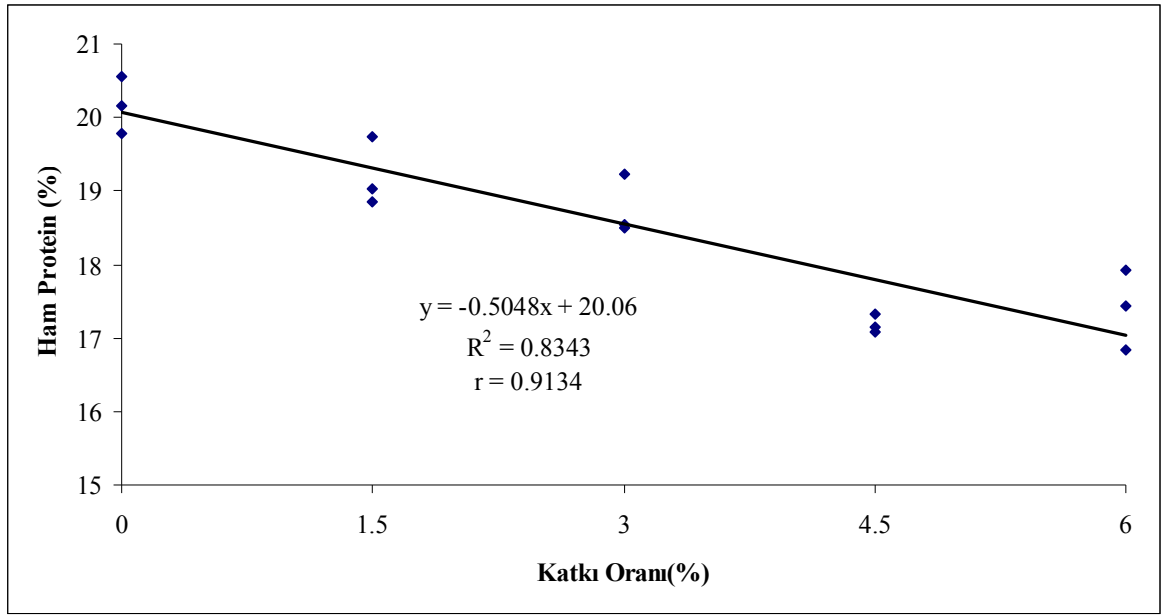
Çayırotu silajlarının NDF içerikleri % 51.89 ile % 56.23 arasında değişmiş olup yemlik keçiyoynuzu kırığının % 4.5 ve % 6.0 oranında eklenmesiyle birlikte oluşan çayırotu silajının NDF içeriğinde önemli düşüşler meydana gelmiştir. Yemlik keçiyoynuzu kırığının kullanım oranı ile çayırotu silajlarının NDF içeriği arasında ki ilişki Şekil 3.4'te verilmiştir. Bir birim yemlik keçiyoynuzu kırığının eklenmesiyle birlikte oluşan çayırotu silajının NDF içeriğinde 0.6734 birimlik bir azalma meydana gelmiştir. Çayırotu silajının NDF içeriğindeki bu azalmanın sebebi yemlik keçiyoynuzu kırığının NDF içeriğinin çayırotundan biraz düşük olduğundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular Kamalak ve ark., (2012)'nin bulguları ile uyumlu bulunmaktadır. Kamalak ve ark., (2012) yürüttükleri çalışmada, yemlik keçiyoynuzu kırığının yonca otuyla birlikte silolanması sonucu oluşan yonca silajının NDF içeriğinin önemli derecede azaldığını bildirmişlerdir. Kamalak ve ark., (2012)'nin yaptığı çalışmada kullanılan yemlik keçiyoynuzu kırığının NDF içeriği yonca otundan daha düşük bulunmuştur. Dolayısıyla katkı oranının artmasıyla birlikte oluşan yonca silajının NDF içeriği de azalmıştır.



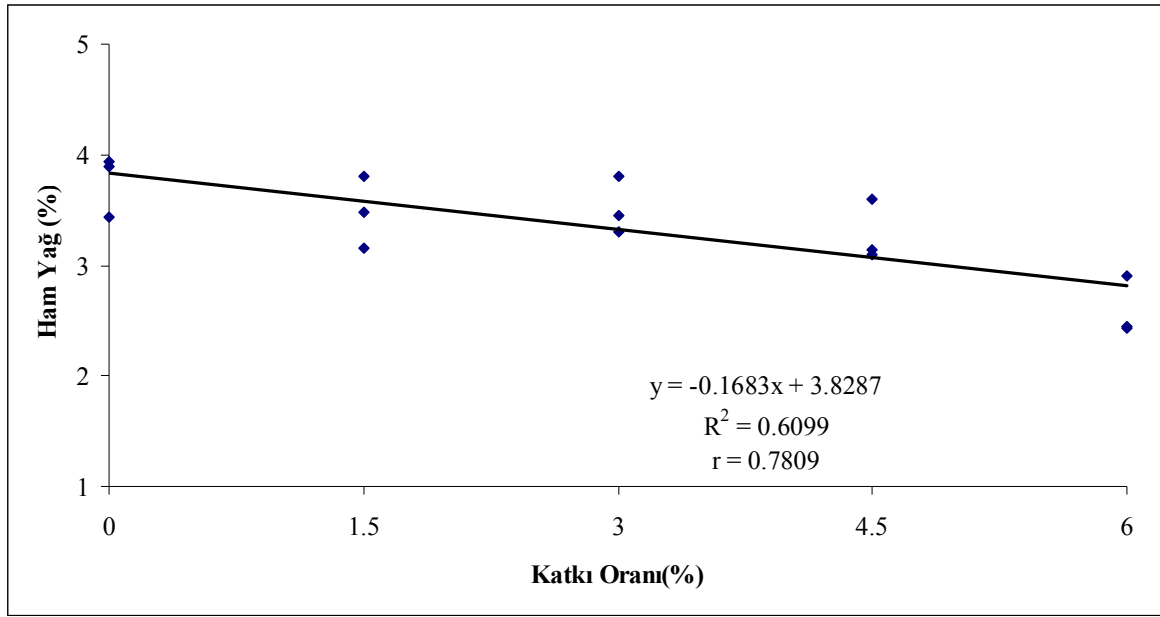
Şekil 3.3. Yemlik keçiyoynuzu kırığının katılma oranı ile NDF içeriği arasındaki ilişki

Çayırotu silajlarının ham protein içerikleri % 17.76 ile % 20.68 arasında değişmiş olup, Yemlik keçiyoynuzu kırığının eklenmesiyle birlikte oluşan çayırotu silajının HP içeriğinde önemli düşüşler meydana gelmiştir. Yemlik keçiyoynuzu kırığının kullanım oranı ile oluşan silajların HP içeriği arasında ilişki Şekil 3.5'te verilmiştir. Bir birim yemlik keçiyoynuzu kırığının eklenmesiyle birlikte oluşan çayırotu silajlarının ham protein içeriğinde 0.5048 birimlik bir azalış meydana gelmiştir. Çayırotu silajının ham protein içeriğindeki bu azalmanın sebebi yemlik keçiyoynuzu kırığının ham protein içeriğinin çayırotunun HP içeriğinden düşük olmasıdır. Bu çalışmada elde edilen bulgular Kamalak ve ark., (2012)'nin bulguları ile uyum içerisindedir. Kamalak ve ark., (2012) yaptıkları çalışmada, yemlik keçiyoynuzu kırığının katkı maddesi olarak kullanıldığı yonca silajının HP içeriğini önemli derecede düşürdüğünü bildirmişlerdir.



Şekil 3.4. Yemlik keçiyoynuzu kırığının katılma oranı ile HP içeriği arasındaki ilişki

Çayırotu silajlarının ham yağ içerikleri % 2.65 ile % 3.84 arasında değişmiş olup, Yemlik keçiyoynuzu kırığının % 6.0 katılmasıyla birlikte oluşan çayırotu silajının HY içeriğinde önemli düşüş meydana gelmiştir. Yemlik keçiyoynuzu kırığının kullanım oranı ile oluşan silajların HY içeriği arasında ilişki Şekil 3.6'te verilmiştir. Bir birim yemlik keçiyoynuzu kırığının eklenmesiyle birlikte oluşan çayırotu silajlarının ham yağ içeriğinde 0.1683 birimlik bir azalış meydana gelmiştir. Çayırotu silajının ham yağ içeriğindeki bu azalmanın sebebi yemlik keçiyoynuzu kırığının ham yağ içeriğinin çayırotunun HY içeriğinden düşük olmasıdır. Bu çalışmada elde edilen bulgular Kamalak ve ark., (2012)'nin bulguları ile uyum içerisindedir. Kamalak ve ark., (2012) yaptıkları çalışmada, yemlik keçiyoynuzu kırığının katkı maddesi olarak kullanıldığı yonca silajının HY içeriğini önemli derecede düşürdüğünü bildirmişlerdir.



Şekil 3.5.Yemlik keçiboynuzu kırığının katılma oranı ile ham yağ içeriği arasındaki ilişki

3.3. Yemlik Keçiboynuzu Kırığı İlavesinin Çayırotu Silajının Fermantasyon Karakteristiklerine Etkisi

Yemlik keçiboynuzu kırığının katkı maddesinin çayırotu silajının fermantasyon karakteristiklerine ve Fleig skoruna (FS) etkisi Çizelge 3.3'te verilmiştir. Silaj katkı maddesi olarak kullanılan yemlik keçiboynuzu kırığının çayırotu silajının organik asit içeriğine önemli derecede etki etmemesine rağmen pH, FS ve NH₃-N içeriklerini önemli derecede etkilemiştir.

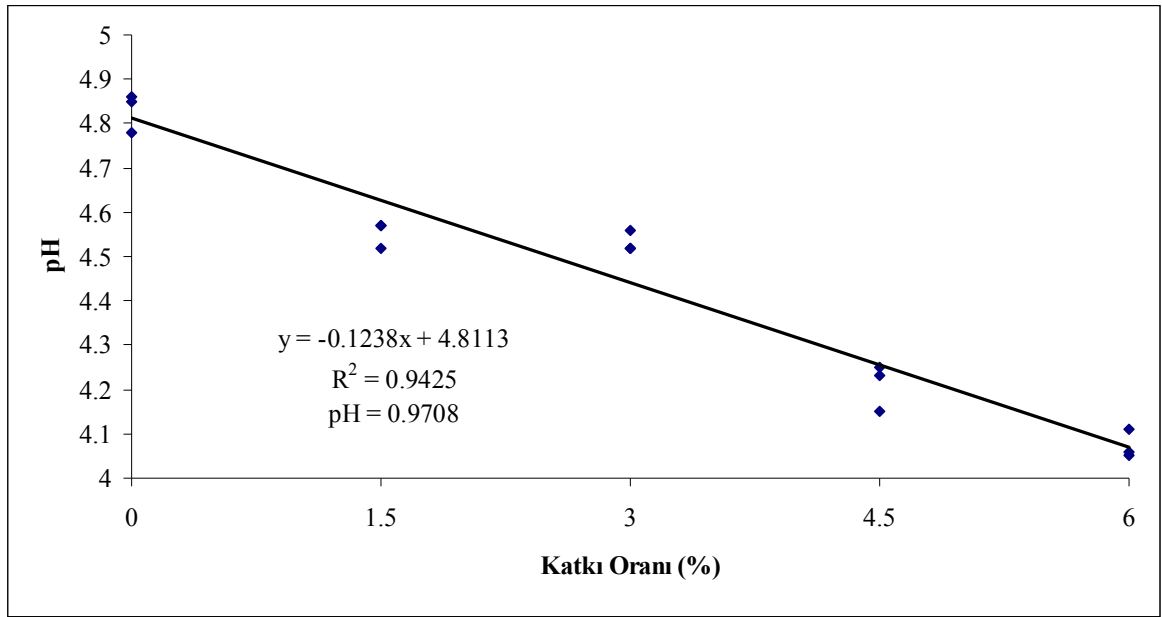
Çizelge 3.3.Yemlik keçiboynuzu kırığının ilavesinin çayırotu silajının fermantasyon parametrelerine etkisi

%	Silaj Grupları (Yemlik keçiboynuzu kırığı katkısı %)					SHO	Ö.S
	% 0	% 1.5	% 3.0	% 4.5	% 6.0		
pH	4.83a	4.55b	4.53b	4.21c	4.07d	0,030	***
FS	54.04d	67.65c	70.38c	86.30b	92,01a	1,298	***
NH ₃ -N	12.06a	10.24b	9.09bc	7.64cd	6.23d	0,479	***

Aynı harflere sahip ve aynı satırda yer alan ortalamalar arasında fark yoktur ($P < 0.05$), SHO: Standart hata ortalaması, ÖS: Önem seviyesi, $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$, ÖD: Önemli değil. FS: Fleig skor, NH₃-N: Amonyak azotu

Çalışmamızda kullanılan çayırotu silajlarının pH'ları 4.07 ile 4.83 arasında değişmiş olup, yemlik keçiyoynuzu kırığının oluşan çayırotu silajının pH'sını önemli derecede düşürmüştür. Yemlik keçiyoynuzu kırığının kullanım oranı ile oluşan silajların pH'sı arasında ilişki Şekil 3.6'da verilmiştir. Bir birim yemlik keçiyoynuzu kırığının eklenmesiyle birlikte silaj pH'sında 0.1238 birimlik bir azalışa neden olmuştur. Silaj pH'sının azalmasının sebebi, yemlik keçiyoynuzu kırığının önemli miktarda suda çözünebilir karbonhidrat içermesidir. Bilindiği gibi silaj mikroorganizmaları suda çözünebilir karbonhidratları organik asit üretiminde kullanmaktadır. Organik asit miktarındaki artış silaj pH'sının düşmesine neden olmaktadır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular Kamalak ve ark., (2012)'nin bulguları ile uyum içerisindedir. Kamalak ve ark., (2012) yoncayla yaptıkları çalışmada, yemlik keçiyoynuzu kırığının yonca silajlarının pH'sını önemli derecede düşürdüğünü bildirmişlerdir.

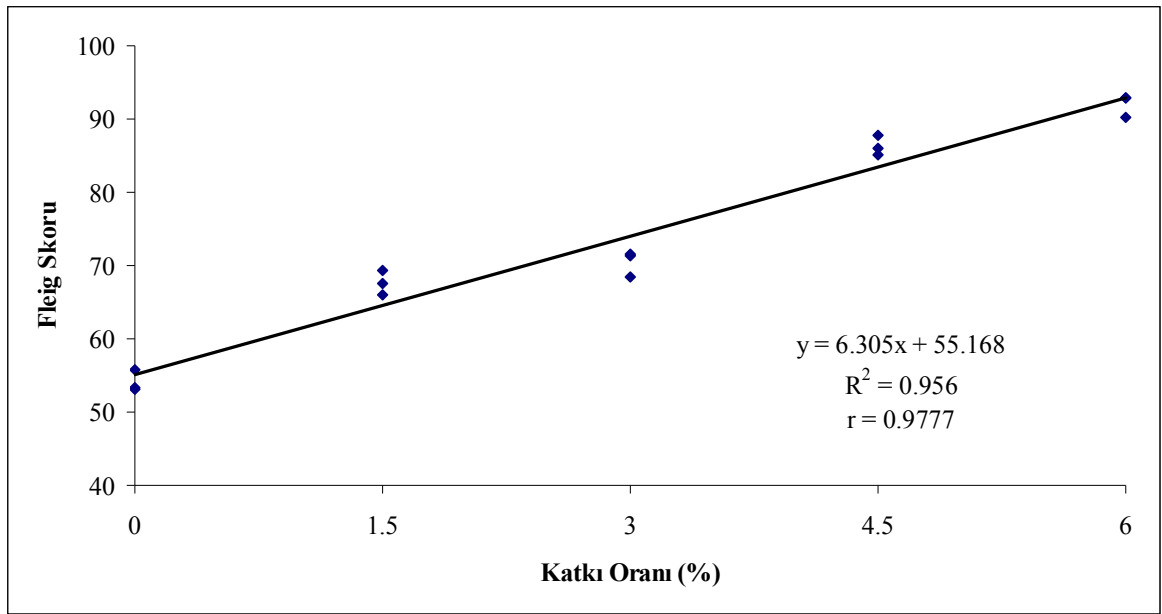


Şekil 3.6. Yemlik keçiyoynuzu kırığının katılma oranı ile silaj pH'sı arasındaki ilişki

Çizelge 3.3'de görüldüğü gibi çayırotu silajlarının Fleig skorları 54.04 ile 92.01 arasında değişmiştir. Başka bir ifadeyle silajlar orta kalite ile çok iyi kalite arasında değişmiştir. Katkisız çayırotu silajı orta kalitede iken yemlik keçiyoynuzu kırığının eklenmesiyle birlikte silaj kalitesi yükselmiştir. İyi kalitede çayırotu silajı elde etmek için yemlik keçiyoynuzu kırığının % 1.5 ile 3.0 oranında, çok iyi kaliteli çayırotu silajı elde etmek için ise % 4.5 ile 6.0 oranında yemlik keçiyoynuzu kırığının eklenmesi gerekmektedir. Yemlik keçiyoynuzu kırığının kullanım oranı ile oluşan silajların Fleig

skorları arasında ilişki Şekil 3.7’de verilmiştir. Bir birim yemlik keçiyoynuzu kırığının katılmasıyla birlikte silajların Fleig skorunda 6.305 birimlik artış ortaya çıkmıştır. Fleig skorlarındaki bu artışın sebebi, yemlik keçiyoynuzu kırığının çayırotu silajlarının pH’sını düşürmesi ve kuru madde içeriğini yükseltmesi olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular Kamalak ve ark., (2012)’nin bulguları ile uyum içerisindedir. Kamalak ve ark., (2012) yoncayla yaptıkları çalışmada, yemlik keçiyoynuzu kırığının yonca silajlarının Fleig skorlarını, başka bir ifadeyle silaj kalitesini önemli derecede yükselttiğini bildirmişlerdir.

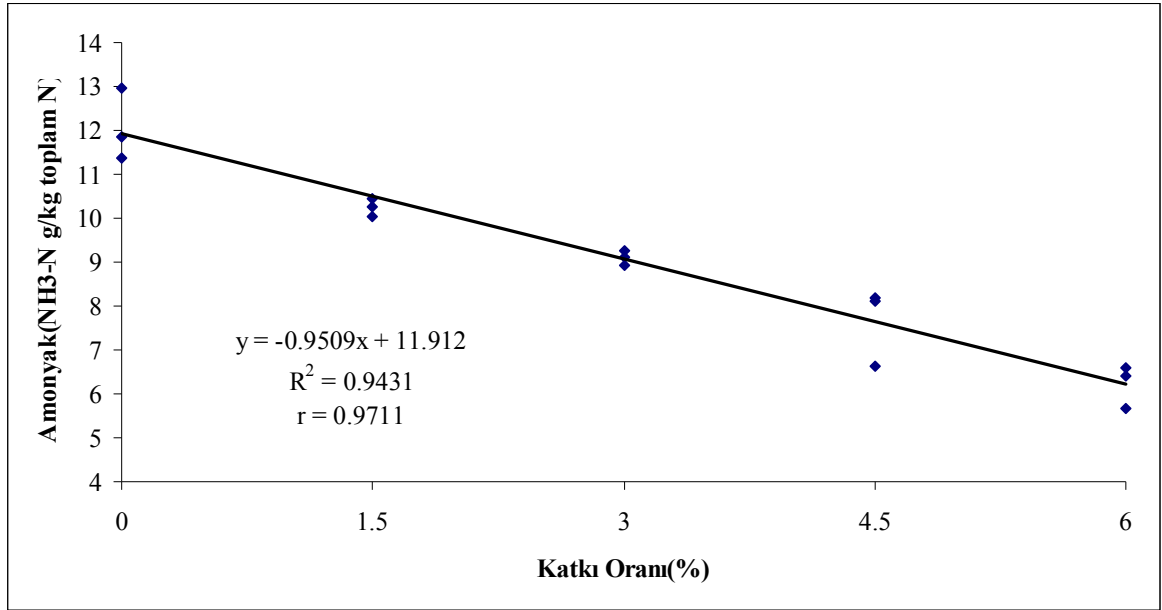


Şekil 3.7. Yemlik keçiyoynuzu kırığının katılma oranı ile silaj fleig skoru arasındaki ilişki

Altmış günlük silolama sonucunda silajların NH_3 içerikleri silolama sırasında oluşan proteolizinin önemli bir göstergesi olarak düşünülmektedir. Silaj materyalinin NH_3 içeriği ne kadar yüksek ise proteolizinin de o kadar fazla olduğu kabul edilmektedir. Çayırotu silajlarının amonyak içeriği 6.23 ile 12.06 $\text{NH}_3\text{-N}$ g/kg toplam N arasında değişmiş olup, yemlik keçiyoynuzu kırığının çayırotu silajının amonyak içeriğini önemli derecede azaltmıştır. Yemlik keçiyoynuzu kırığının kullanım oranı ile oluşan silajların amonyak içeriği arasındaki ilişki Şekil 3.8’de verilmiştir. Bir birim yemlik keçiyoynuzu kırığının eklenmesiyle birlikte silaj amonyak içeriğinde 0.9509 birimlik bir azalış meydana gelmiştir. Bu azalmanın sebebi, silolama sırasında yemlik keçiyoynuzu kırığının çayır silajında bulunan proteinlerin aşırı parçalanmasını engellediği görülmektedir. Çizelge 3.3

ve Şekil 3.8 de görüldüğü gibi yemlik keçiyoynuzu kırığının ilavesi silolama sırasında oluşan proteolizi önemli derecede azaltmıştır.

Bu çalışmada elde edilen bulgular Kamalak ve ark., (2012)'nin bulguları ile uyum içerisindedir. Kamalak ve ark., (2012) yoncayla yaptıkları çalışmada, yemlik keçiyoynuzu kırığının yonca silajının amonyak içeriğini önemli derecede düşürdüğünü bildirmişlerdir.



Şekil 3.8. Yemlik keçiyoynuzu kırığının katkı oranı ile silaj NH₃ içeriği arasındaki ilişki

3.4. Ölçülen Silaj pH'sı ile Olması Gereken pH'nın Karşılaştırılması

“Olması gereken pH değeri” Meeske (2005) tarafından önerilen bir kavram olup, bu kavrama göre silajların pH değerleri, silajların KM içeriğiyle yakından ilişkilidir. Yani bu kavrama göre her silajın KM'sine göre bir pH değerine sahip olması gerektiği vurgulanmaktadır. Ayrıca bu kavram baz alınarak kullanılan silaj katkı maddelerinin etkinlikleri belirlenebilmektedir. Katkı maddesinin eklenmesi sonucu silaj pH'sı olması gereken pH değerine eşit veya ondan düşük ise o katkı maddesinin kullanım dozunun etkin olduğu söylenilebilir. Katkı maddesinin eklenmesi sonucu silaj pH'sı olması gereken pH'dan yüksek ise silaj katkı maddesinin kullanılan dozunun etkin olmadığı ve katılmasının bir yarar sağlamayacağını söylemek mümkündür.

Bu çalışmada elde edilen silajların “Olması gereken pH” değerleri aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir. “Olması gereken pH değerleri” ile çalışmada elde ettiğimiz pH değerleri Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Olması gereken pH = 0.00359 x KM (g/kg) + 3.44 (Meeske, 2005).

Bu çalışmada elde edilen silajlarda olması gereken pH'lar Çizelge 3.4. de verilmiştir. Görüldüğü gibi, olması gereken pH ancak yemlik keçiboynuzu kırığının % 4,5 ve daha fazla kullanılmasıyla elde edilmiştir. Başka bir ifadeyle güvenli bir silolama ve iyi kalitede çayır silajı yapmak istiyorsak, çayır materyaline en az % 4,5 oranında keçiboynuzu kırığı ilave etmemiz gereklidir. pH ile OlpH arasındaki ilişki Şekil 4.9. da verilmiştir. Bir birim katkı maddesi katılmasıyla pH 0.1238 oranında azalırken, olması gereken pH ise 0.0243 birimlik bir artışa neden olmaktadır.

Bu sonuçlar, **Fleig skoru** ile “**olması gereken pH kavramının**” uyum içerisinde olduğunu göstermektedir. Her iki kavramda “iyi kaliteli” bir silaj elde etmek için keçiboynuzu kırığının en az % 4.5 oranında katılması gerektiğini vurgulamaktadır.

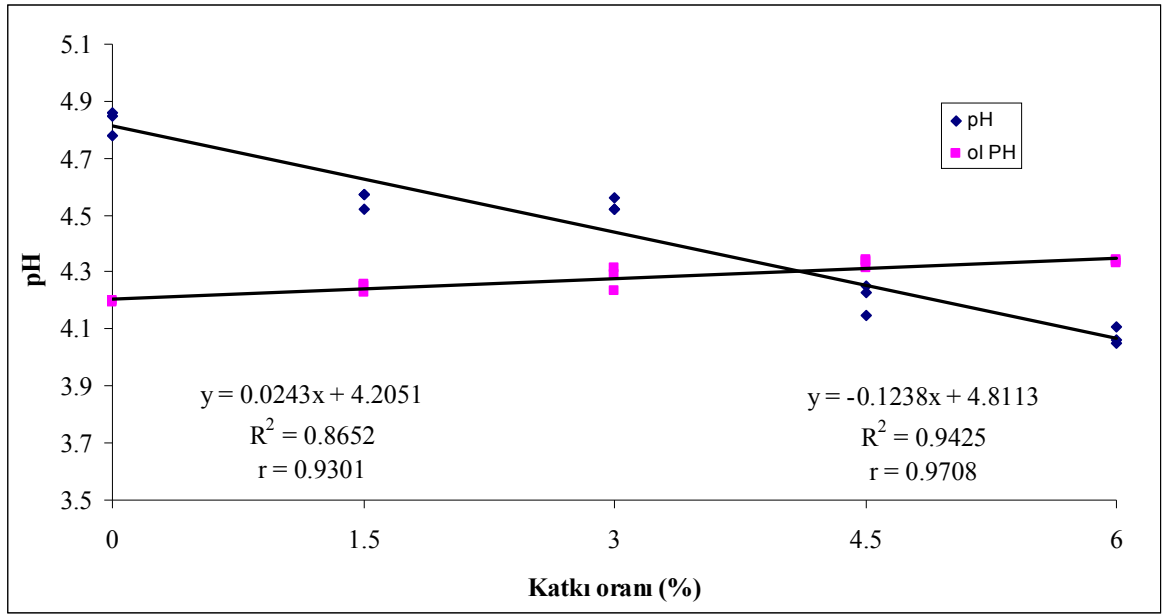
Çizelge 3.4. Ölçülen pH ile olması gereken pH'nın karşılaştırılması

Silajlar	KM	OL pH	pH
% 0.0	21.65 ^d	4.19 ^c	4.83 ^a
% 1.5	23.05 ^{cd}	4.24 ^{bc}	4.55 ^b
% 3.0	24.06 ^{bc}	4.27 ^{ab}	4.53 ^b
% 4.5	25.69^{ab}	4.32^a	4.21^c
% 6.0	25.83^a	4.33^a	4.04^d

Aynı simgeye sahip ve aynı sütunda yer alan ortalamalar arasında fark yoktur (P>0.05), OL pH: olması gereken pH, KM: Kuru Madde

Kamalak ve ark., (2012) yaptıkları çalışmada yonca silajının güvenli bir şekilde silolanması için en az % 4,5 oranında yemlik keçiboynuzu kırığı gerektiğini vurgulanmıştır. Bu da bizim yaptığımız çalışmayla paralellik içerisinde.

Bu çalışmada kullanılan yemlik keçiboynuzu kırığının ilk kez yonca silajı yapımında katkı maddesi olarak Kamalak ve ark., (2012) tarafından kullanılmış olduğundan, yapılan literatür taramalarında, bu çalışmadan elde edilen sonuçları karşılaştıracak benzer çalışmalara rastlanmamıştır. Bu nedenle, bu çalışmada elde edilen bulgular Kamalak ve ark., (2012)'nin bulgularıyla karşılaştırılmak zorunda kalmıştır. Bu yüzden yemlik keçiboynuzu kırığının silaj katkı maddesi olarak kullanılmasını amaçlayan bilimsel çalışmalara daha fazla ihtiyaç duyulduğu aşikârdır.



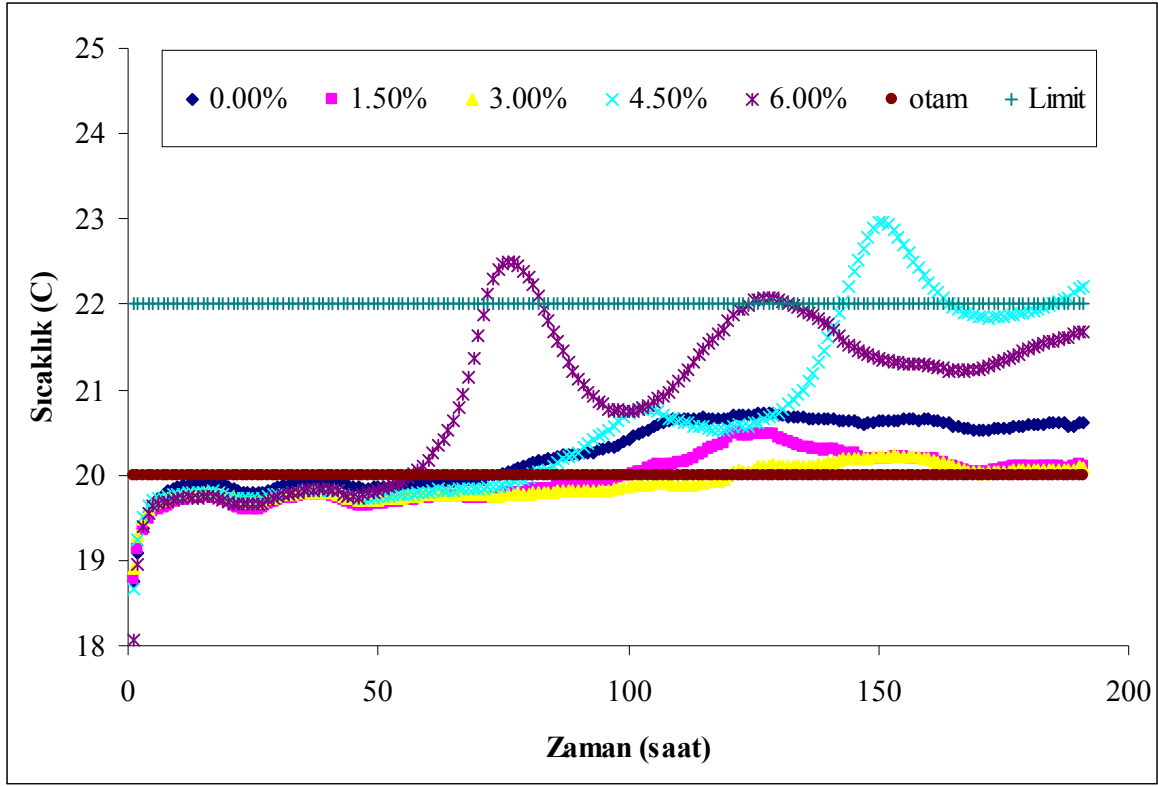
Şekil 3.9. Yemlik keçiboynuzu kırığının ilavesinin çayırotu silajının pH ile olması gereken pH arasındaki ilişki

3.5. Yemlik Keçiboynuzu Kırığı İlavesinin Çayırotu Silajının Aerobik Stabilitesine Etkisi

Yemlik keçiboynuzu kırığının çayırotu silajının aerobik stabilitesine etkisi Şekil 3.9'da verilmiş olup yemlik keçiboynuzu kırığının ilavesi çayırotu silajının aerobik stabilitesini katkı oranının artmasıyla bozulma sürelerini öne çekmiştir. Muamele gruplarından % 6'lık grup ortam sıcaklığının üzerine 72 saatte, %4.5 lik grup ise 143 saat sonunda ortam sıcaklığının üzerine çıkmıştır. % 4.5 ve 6 lık muamele gruplarının daha erken bozulmasının sebebi bu gruptaki silajların hem SÇK hem de laktik asit içeriğinin yüksek olduğundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer grupların ise 191 saat boyunca stabil kaldığı görülmüştür. Bunun sebebinin silaj gruplarının amonyak içeriklerinin farklılıklarından kaynaklanacağı düşünülebilir.

Benzer şekilde Kamalak ve ark., (2012) yemlik keçiboynuzu kırığının katkı maddesi kullanarak yonca silajıyla yaptığı çalışmada silajlar uzun süre bozulmadan kalmıştır. Normal koşullarda, yüksek kalitedeki silajlar erken bozulmalarına rağmen her iki çalışmada kullanılan yüksek kalitedeki silajların bozulmadığı veya çok geç bozuldukları tespit edilmiştir. Bunun sebebi detaylı kimyasal analizler yapabilmeye imkanı bulunmadığı için açıklanamamıştır. Bundan dolayı her iki çalışmada kullanılan silajların bozulmadan

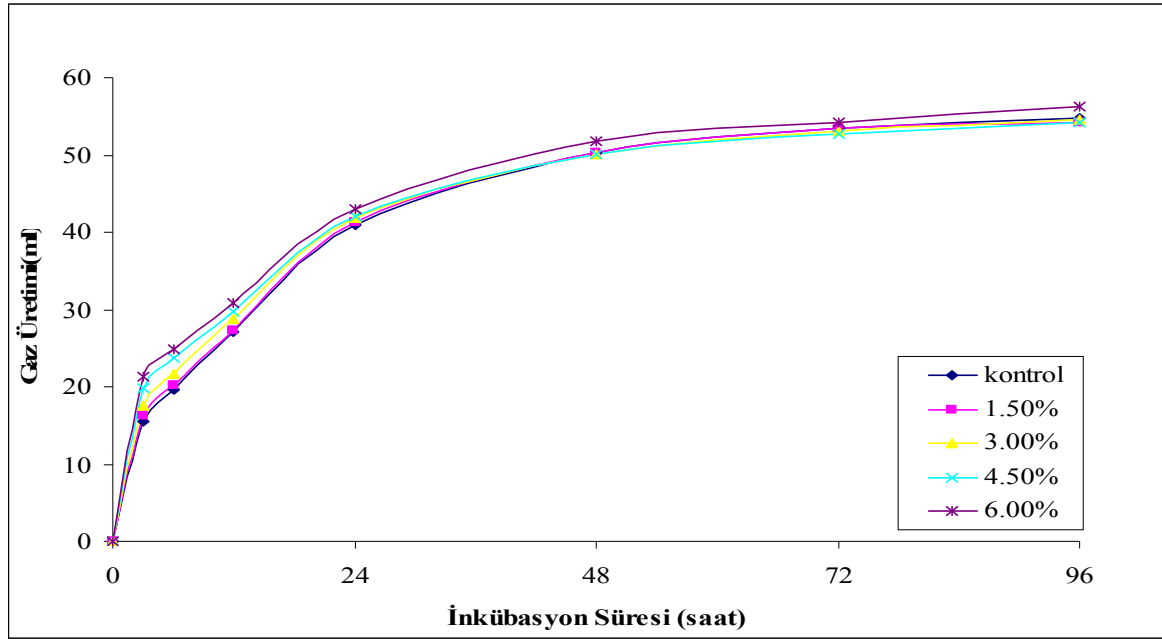
kalma mekanizmasını açıklamak için ülkemizde çok daha detaylı kimyasal analizlere ihtiyaç duyulmaktadır.



Şekil 3.10. Yemlik keçiboynuzu kırığının ilavesinin çayırotu silajının aerobik stabilitesine etkisi

3.6. Yemlik Keçiboynuzu Kırığı İlavesinin Çayırotu Silajlarının *In Vitro* Fermantasyonuna, Metabolik Enerji ve *In vitro* Organik Madde Sindirim Derecesine Etkisi

Farklı oranlarda yemlik keçiboynuzu kırığının katılmasıyla oluşan çayırotu silajları *in vitro* gaz üretim tekniği kullanılarak fermantasyona tabi tutulmuş ve fermantasyon sonucu açığa çıkan zamana bağlı gaz ölçümleri Şekil 3.10'da verilmiştir. Yemlik keçiboynuzu kırığının katkı oranının artmasıyla birlikte gaz üretimi de artmıştır. Üç ve altı saatlik inkübasyon sonucunda kontrol ve % 1.5 katkılı çayırotu silajlarının gaz üretimleri diğer çayırotu silaj gruplarından daha düşük bulunmuştur. Farklı oranlarda yemlik keçiboynuzu kırığı ilavesi silajlarda gaz üretimini az da olsa etkilediği görülmüştür.



Şekil 3.11.Yemlik keçiyoynuzu kırığının ilavesinin çayırotu silajının fermantasyonunda açığa çıkan gaza etkisi

Zamana bağlı gaz üretim değerleri Fig Paket programında $y = a + b(1 - \exp^{-ct})$ fonksiyonuna fit edilerek elde edilen gaz üretim kinetikleri Çizelge 3.5.'te verilmiştir. Yemlik keçiyoynuzu kırığının gaz üretim hızına (c) ve kolay fermente olan kısımdan elde edilen gaz üretimine (a) etkisi olmasına rağmen, yavaş fermente olabilen kısımdan elde edilen gaz üretimini (b) etkilememiştir.

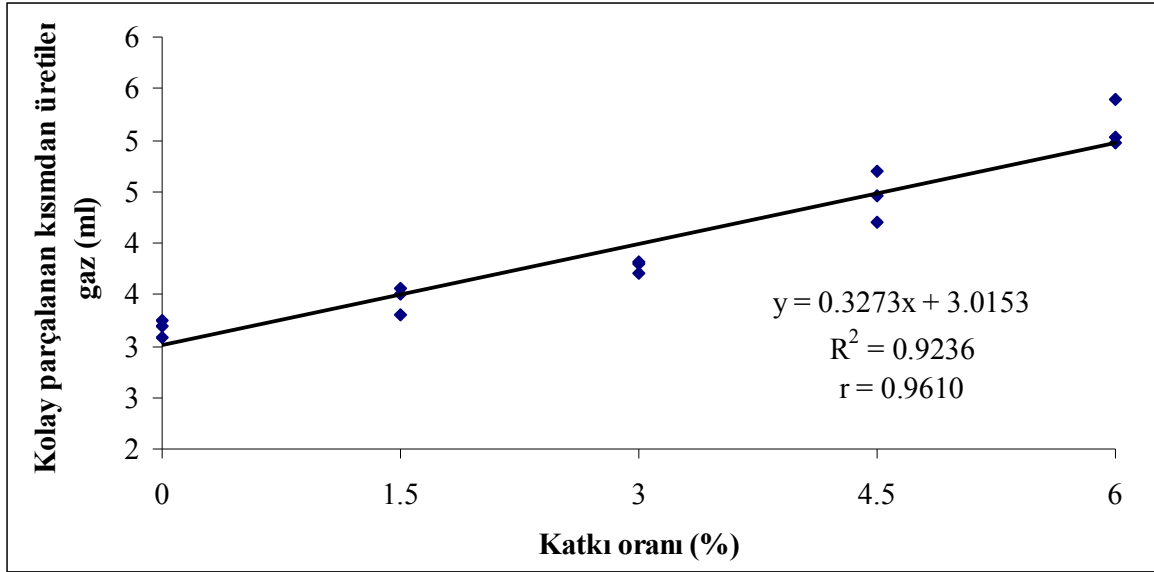
Çizelge 3.5. Yemlik keçiyoynuzu kırığının ilavesinin gaz üretim kinetiği, İVOMSD ve ME içeriğine etkisi

Parametre	Silaj Grupları (Yemlik keçiyoynuzu kırığının %)					SHO	Ö.S
	%0.0	%1.5	%3.0	%4.5	%6		
c	0.057 ^d	0.060 ^{cd}	0.065 ^{bc}	0.071 ^{ab}	0.074 ^a	0.002	***
a	3.17 ^d	3.45 ^{cd}	3.77 ^c	4.44 ^b	5.13 ^a	0.136	***
b	51.09	50.71	49.27	47.82	49.47	1.035	ÖD
İVOMSD	71.75	70.84	71.20	69.66	70.93	0.665	ÖD
ME	8.89	8.86	9.02	8.89	8.97	0.100	ÖD

Aynı harflere sahip ve aynı satırda yer alan ortalamalar arasında fark yoktur ($P < 0.05$), $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$, c: gaz üretim hızı, a: hızlı parçalanandan üretilen gaz miktarı, b: Yavaş parçalanandan üretilen gaz miktarı, İVOMSD: *in vitro* organik madde sindirim derecesi (%), ME: Metabolik enerji içeriği (Mj/kg kuru madde), SHO: Standart hata ortalaması, ÖS: Önem seviyesi, ÖD: Önemli değil.

Kolay fermente olabilen kısımdan üretilen gaz (a) ile yemlik keçiyoynuzu kırığının katkı oranlarının arasındaki ilişkiler Şekil 3.12'de verilmiştir. Bir birim yemlik

keçiboynuzu kırığının eklenmesiyle birlikte yavaş fermente olan kısımdan üretilen gaz miktarında 0.3273 birimlik bir artış meydana gelmiştir.



Şekil 3.12. Yemlik keçiboynuzu kırığının katılma oranı ile kolay fermente olan kısımdan üretilen gaz arasındaki ilişki

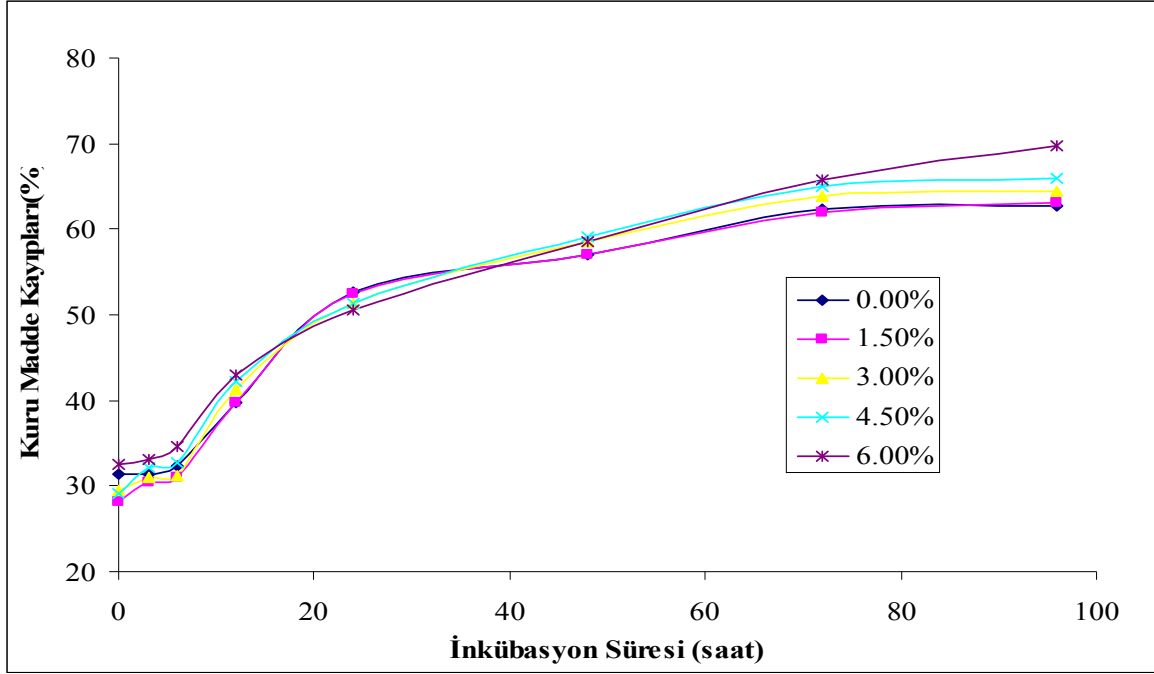
Çalışmamızda elde edilen bulgular, Kamalak ve ark., (2012)'nin yoncayla yaptığı çalışmada elde ettikleri bulgularla kısmen uyum içerisindedir. Yemlik keçiboynuzu kırığının eklenmesi gaz üretim hızını ve kolay parçalanan kısmı etkilemişken yavaş parçalan kısımdan üretilen gaz miktarını da etkilememiştir. Dolayısıyla katkı maddesinin eklenmesiyle birlikte fermantasyon sonucunda oluşan toplam gazda bir değişme olmamıştır.

Yemlik keçiboynuzu kırığının çayırotu silajı ile birlikte silolanması sonucu oluşan silajların OMSD ve ME değerlerinde hiçbir farklılık gözlenmemiştir.

3.7. Yemlik Keçiboynuzu Kırığının Çayırotu Silajlarının *In Situ* Kuru Madde Parçalanabilirliğine (ISKMP) Etkisi

Farklı oranlarda yemlik keçiboynuzu kırığının eklenmesi oluşan çayırotu silajlarının naylon torba tekniği kullanılarak rumende inkübasyona bırakılmış ve torbalardan zamana bağlı kuru madde kayıpları Şekil 3.13'te verilmiştir. Şekil 3.13'te görüldüğü gibi inkübasyonun erken saatlerindeki çayırotu silajlarında kuru madde kayıpları birbirine yakın olurken 24 saatlik inkübasyondan sonraki ölçümlerde kontrol grubu ile %1.5 Yemlik keçiboynuzu kırığı katkı maddesi kullanılan çayırotu silajı bir

grubu, diğerleri ise diğer grubu oluşturmaktadır. Diğer bir ifadeyle, % 3 ve daha fazla yemlik keçiyoynuzu kırığı katkı maddesi kullanarak elde edilen çayırotu silajında kuru madde kayıpları artmıştır.



Şekil 3.13. Yemlik keçiyoynuzu kırığının ilavesinin çayırotu silajının kuru madde kayıplarına etkisi

Zamana bağlı kuru madde kayıplarının Fig Paket programında $y = a + b(1 - \exp^{-ct})$ fonksiyonuna fit edilerek elde edilen yıkılabilirlik özellikleri Çizelge 3.6.'da verilmiştir. Yemlik keçiyoynuzu kırığı katkı maddesi, kolay parçalan kuru madde miktarına (a) ve yavaş parçalan kuru madde miktarına (b) etki etmesine rağmen, parçalanma hızına (c) etki etmemiştir. Oysaki Kamalak ve ark., (2012) yonca ile yapmış oldukları çalışmada yavaş ve kolay parçalan kısımda herhangi bir istatistiki fark bulmamışlardır.

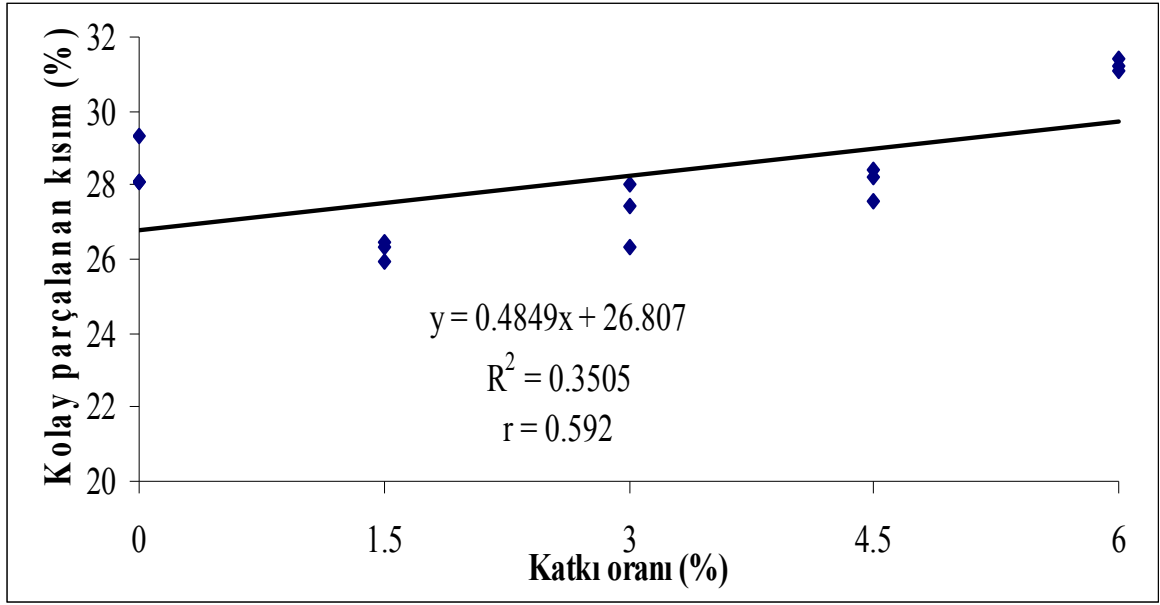
Çizelge 3.6.Yemlik keçiyoynuzu kırığı ilavesinin çayırotu silajının rumende KMP'ne etkisi

Parametre	Silaj Grupları (Yemlik keçiyoynuzu kırığı katkısı %)					SHO	Ö.S
	%0	%1.5	%3.0	%4.5	%6.0		
c	0.035	0.039	0.035	0.034	0.022	0.005	ÖD
a	28.54 ^d	26.24 ^c	27.25 ^{bc}	28.06 ^b	31.24 ^a	0.456	***
b	36.02 ^b	37.89 ^{ab}	39.30 ^{ab}	40.45 ^{ab}	43.02 ^a	1.792	**
KMP1	51.46 ^b	51.27 ^b	52.13 ^{ab}	52.96 ^{ab}	53.87 ^a	0.529	**
KMP2	43.37	42.85	43.36	43.99	44.47	0.657	ÖD
KMP3	39.51	38.67	39.08	39.80	40.59	0.611	ÖD

Aynı harflere sahip ve aynı satırda yer alan ortalamalar arasında fark yoktur ($P<0.05$), SHO: Standart hata ortalaması, ÖD: Önemli değil, $P<0.05$, ** $P<0.01$, *** $P<0.001$, IS: İnkubasyon süresi (saat), a: kolay parçalan veya fermente olan kısım, b: yavaş fermente olan kısım, c: b'nin fermente olma hızı (%), KMP1:Rumen içeriğinin rumenden çıkış sabitesi (r) 0.02 olduğunda kuru maddenin etkin yıkılabilirlik derecesi (%), KMP2: Rumen içeriğinin rumenden çıkış sabitesi (r) 0.05 olduğunda kuru maddenin etkin yıkılabilirlik derecesi (%), KMP3: Rumen içeriğinin rumenden çıkış sabitesi (r) 0.08 olduğunda kuru maddenin etkin yıkılabilirlik derecesi (%)

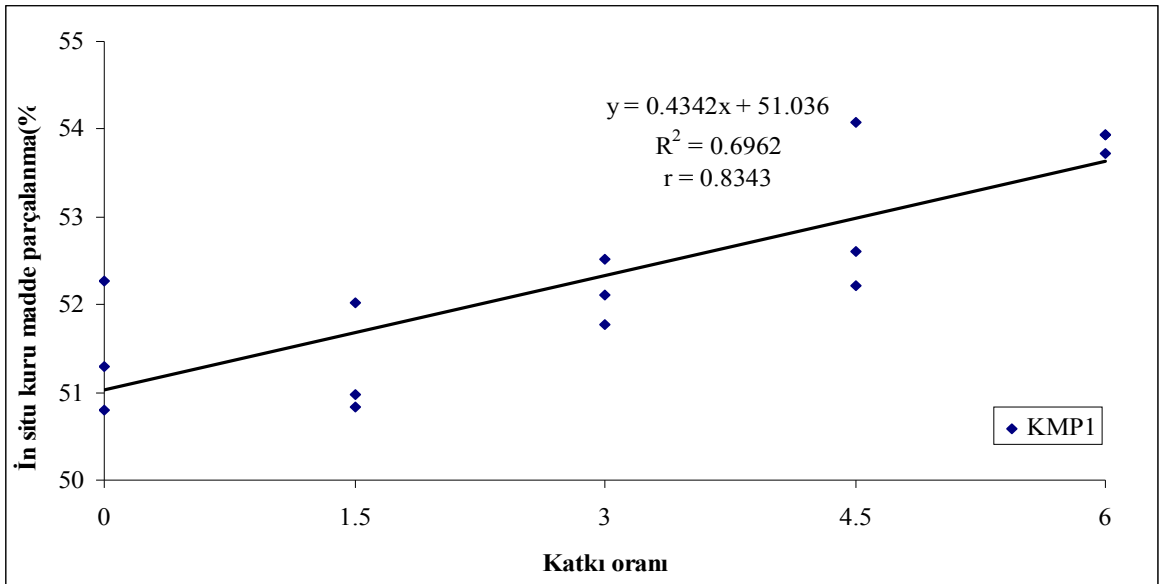
Farklı “r” değeri kullanılarak yapılan hesaplamalarda elde edilen kuru maddenin etkin yıkılabilirlikleri (KMP1, KMP2 ve KMP3) Çizelge 3.6’da verilmiştir. Yemlik keçiyoynuzu kırığının çayırotu silajlarının etkin kuru madde parçalanabilirliklerinden KMP1 önemli derecede etkilerken, KMP2 ve KMP3 etkilememiştir. KMP1 en yüksek %6 oranında yemlik keçiyoynuzu katılan çayırotu silajının bulunmuştur.

Yemlik keçiyoynuzu kırığının katılma oranı ile kolay parçalan kuru madde arasındaki ilişki Şekil 3.14’da verilmiştir. Bir birim yemlik keçiyoynuzu kırığının katılmasıyla birlikte kolay parçalan kuru madde miktarında 0.4849 birimlik artışa neden olmuştur.



Şekil 3.14. Yemlik keçiboynuzu kırığının katılma oranı ile kolay parçalan an kuru madde arasındaki ilişki

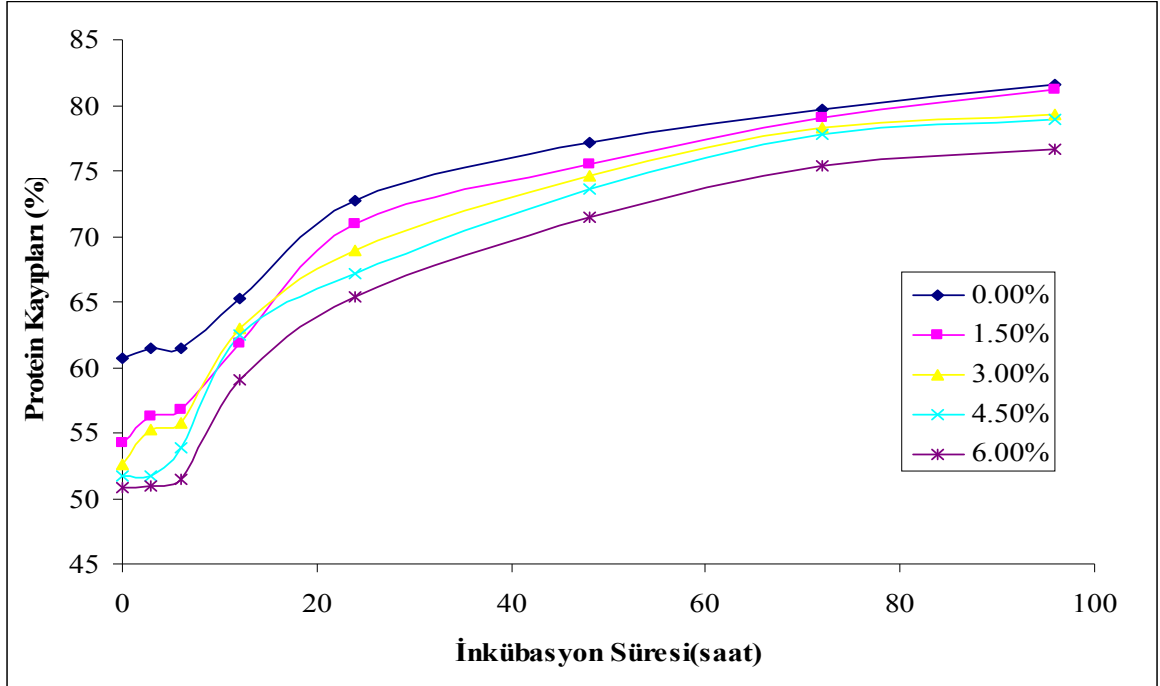
Yemlik keçiboynuzu kırığının ilave oranı ile KMP1 arasındaki ilişki Şekil 3.15’de verilmiştir. Kuru maddenin etkin yıkılabilirlik derecesi üç farklı rumenden çıkış sabitesine göre hesaplanmıştır. Bunlardan KMP1 değeri $r=0.02$ rumen çıkış sabitesi alınarak hesaplanmıştır. Bir birim yemlik keçiboynuzu kırığının eklenmesiyle birlikte rumende gerçekleşen etkin kuru madde yıkılabilirliği 0.4342 birimlik artışa neden olmuştur.



Şekil 3.15. Yemlik keçiboynuzu kırığının katılma oranı ile *in situ* kuru maddenin rumende etkin yıkılabilirliği arasındaki ilişki

3.8. Yemlik Keçiboynuzu Kırığı İlavesinin Çayır Silajlarının Rumen *In Situ* Ham Protein Parçalanabilirliğine Etkisi

Yemlik keçiboynuzu kırığının çayırotu silajının proteinin rumende parçalanmasına olan etkisi Şekil 3.16'de verilmiştir. Genel olarak bakıldığında katkı maddesinin artmasıyla birlikte rumende proteinlerin parçalanması azalmıştır. Başka bir ifadeyle keçiboynuzu kırığının eklenmesi protein yıkımını azaltmıştır.



Şekil 3.16. Yemlik keçiboynuzu kırığının ilavesinin çayırotu silajının *in situ* ham protein kayıplarına etkisi

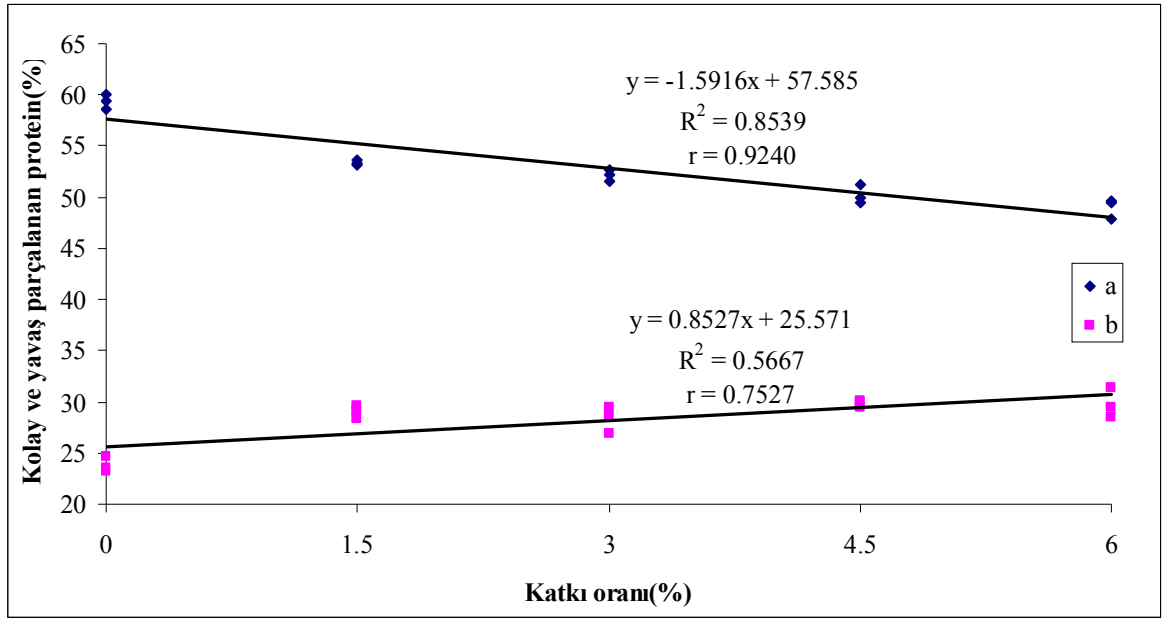
Yemlik keçiboynuzu kırığının çayır otuna eklenmesiyle oluşan silajların rumende ham protein parçalanmasına etkisi Çizelge 3.7.'de verilmiştir. Görüldüğü gibi yemlik keçiboynuzu kırığının eklenmesi parçalanma hızına etki etmemişken, kolay ve yavaş parçalanan kısmı önemli derecede etkilemiştir. Katkı maddesinin artmasıyla birlikte etkin protein yıkımı azalmıştır. Bunun neticesinde oluşan silajların yemlik keçiboynuzu kırığı ilavesiyle bypass protein miktarını önemli derecede arttırmıştır.

Çizelge 3.7. Yemlik keçiboynuzu kırığı ilavesinin çayırotu silajının rumende proteinlerin parçalanmasına etkisi

Parametre	Silaj Grupları (Yemlik keçiboynuzu kırığı katkısı %)					SHO	Ö.S
	%0	%1.5	%3.0	%4.5	%6.0		
c	0.028	0.032	0.037	0.034	0.030	0.006	ÖD
a	59.36 ^c	53.34 ^b	52.14 ^b	50.18 ^a	49.01 ^a	0,582	***
b	23.74 ^b	29.03 ^a	28.32 ^a	29.77 ^a	29.76 ^a	0.822	**
PP1	73.19 ^a	71.06 ^b	70.19 ^{bc}	68.92 ^c	66.7 ^d	0.447	***
PP2	67.89 ^a	64.57 ^b	63.93 ^{bc}	62.19 ^c	60.10 ^d	0.618	***
PP3	65.53 ^a	61.57 ^b	60.91 ^b	59.05 ^c	57.10 ^d	0.551	***
Bypass P1	26.80 ^d	28.93 ^c	29.80 ^{bc}	31.09 ^b	33.28 ^a	0,446	***
Bypass P2	32.10 ^d	35.42 ^c	36.07 ^{bc}	37.77 ^b	39.92 ^a	0,610	***
Bypass P3	34.46 ^d	38.42 ^c	39.08 ^c	40.94 ^b	42.89 ^a	0,551	***

abc Aynı üst simgeye sahip ve aynı satırda yer alan ortalamalar arasında fark yoktur ($P < 0.05$), SHO: Standart hata ortalaması, ÖS: Önem seviyesi, $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$, a: kolay parçalan protein, b: yavaş parçalan protein, c: b'nin parçalanma veya fermente olma hızı (%), PP1:Rumen içeriğinin rumenden çıkış sabitesi (r) 0.02 olduğunda proteinin etkin yıkılabilirlik derecesi (%), PP2: Rumen içeriğinin rumenden çıkış sabitesi (r) 0.05 olduğunda proteinin etkin yıkılabilirlik derecesi (%), PP3: Rumen içeriğinin Rumen çıkış sabitesi (r) 0.08 olduğunda proteinin etkin yıkılabilirlik derecesi (%), Bypass P1: Rumen içeriğinin rumenden çıkış sabitesi (r) 0.02 olduğunda hesaplanan bypass protein miktarı (%),Bypass P2: Rumen içeriğinin rumenden çıkış sabitesi (r) 0.05 olduğunda hesaplanan bypass protein miktarı (%),Bypass P3: Rumen içeriğinin rumenden çıkış sabitesi (r) 0.08 olduğunda hesaplanan bypass protein miktarı (%)

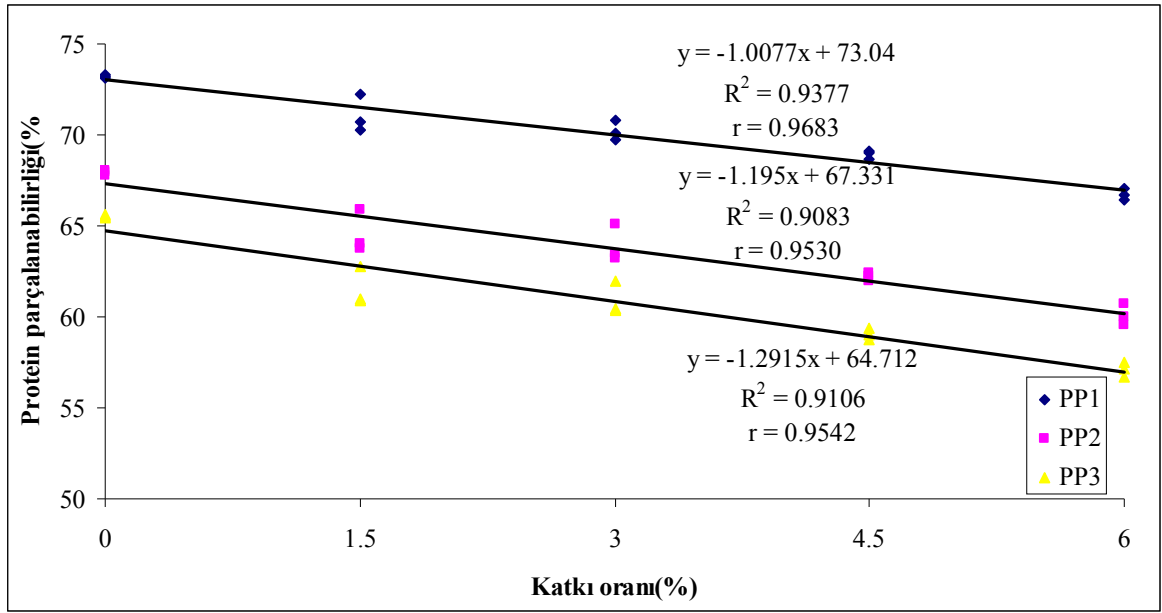
Yemlik keçiboynuzu kırığının ilave oranı ile proteinin kolay ve yavaş parçalan kısımları arasındaki ilişki Şekil 3.17.'de verilmiştir. Bir birimlik yemlik keçiboynuzu kırığının eklenmesi ile yavaş parçalan kısımda 0.8527 birimlik bir artışa neden olurken, kolay parçalan kısımda 1.5916 birimlik bir azalışa neden olmaktadır. Bunun sebebi ise eklemiş olduğumuz yemlik keçiboynuzu kırığının suda çözünür karbonhidrat bakımından zengin olduğundan kaynaklanmaktadır. Kamalak ve ark., (2012)'nin yonca ile yaptıkları çalışmada da yemlik keçiboynuzu kırığının ilave edilmesiyle muamele grupları arasında önemli farklılıklar oluşmuştur.



Şekil 3.17. Yemlik keçi boynuzu kırığının katılma oranı ile rumende kolay ve yavaş parçalanabilen protein arasındaki ilişki

Protein etkin parçalanabilirlik derecesi, rumenden üç farklı çıkış sabitesine göre hesaplanmaktadır. Bu çalışmada PP1 değeri $r=0.02$ rumen çıkış sabitesi baz alınarak, PP2 ve PP3 ise sırasıyla $r=0.05$ ve 0.08 çıkış sabiteleri baz alınarak hesaplanmıştır.

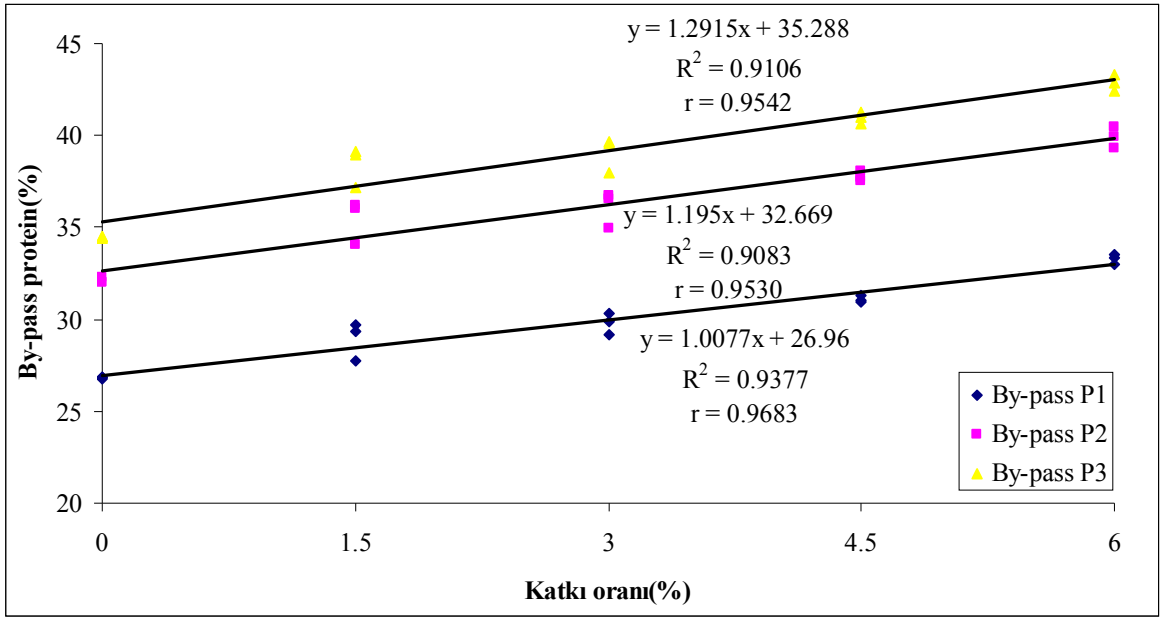
Yemlik keçi boynuzu kırığının eklenmesiyle birlikte oluşan çayır otu silajlarının etkin protein yıkılabilirlikleri Şekil 3.18'de verilmiştir. Bir birim yemlik keçi boynuzu ilavesinin etkin protein yıkılabilirliği sırasıyla (PP1, PP2, PP3) 1.0077, 1.195 ve 1.2915 oranında azalma meydana gelmiştir. Yapmış olduğumuz çalışma Kamalak ve ark., (2012) yonca ile yapmış oldukları çalışma ile uyum içerisinde olduğunu göstermektedir.



Şekil 3.18. Yemlik keçiboynuzu kırığının katılma oranı ile rumende protein yıkılabilirliği arasındaki ilişki

Yemlik keçiboynuzu kırığının çayır silajına eklenmesiyle bypass protein oluşumu arasındaki ilişki Şekil 3.19.'de verilmiştir. Bypass protein miktarı rumen üç farklı çıkış sabitesine göre hesaplanmıştır. Bunlardan bypass P1 değeri $r=0.02$ rumen çıkış sabitesi baz alınarak hesaplanmıştır. Bypass P2 ve bypass P3 ise sırasıyla $r=0.05$ ve $r=0.08$ rumen çıkış sabitesi kullanılarak hesaplanmıştır.

Şekil 3.19.'de de görüldüğü gibi bir birim yemlik keçiboynuzu kırığının ilave edilmesiyle oluşan silajların bypass protein miktarları sırasıyla 1.0077, 1.195 ve 1.2915 birimlik bir artışa neden olmuştur. Yaptığımız çalışma Kamalak ve ark., (2012)'nin yürütmüş oldukları çalışma ile uyum içerisinde olduğunu göstermektedir. Bypass proteindeki bu artışın sebebi yemlik keçiboynuzu kırığının içermiş olduğu kondanse tanen miktarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 3.19. Yemlik keçiboyuzu kırığının katılma oranı ile by-pass protein arasındaki ilişki

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yürütmüş olduğumuz çalışmada elde edilen sonuçlar, bundan önce sadece yoncanın silolanmasında silaj katkı maddesi olarak kullanılmış kondanse tanen ve suda çözünür karbonhidrat bakımından oldukça zengin olan yemlik keçiboynuzu kırığının çayır otunun silolanmasında kullanılmıştır. Silaj katkı maddesi olarak kullanılan yemlik keçiboynuzu kırığının çayır silajının kalitesini iyileştirmiş, ayrıca silo içerisinde ve rumende oluşan proteolizizi önlemiştir. Silaj kalitesiyle ilgili tüm sonuçlar göz önüne alındığında, yemlik keçiboynuzu kırığının çayır silajı yapımında en az % 4.5 oranında katılmasının uygun olduğu bulunmuştur. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda bu katkı maddesinin çayırotunun silolanmasında kullanıldığında, hayvanların yem tüketimini ve *in vivo* sindirim denemesini yaparak hayvansal üretime olan katkısının da belirlenmesine ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Adıyaman, E., Çal, H., Keskin, G., Ayhan, V., Effects of Fulvic Acid on Ensiling Properties of Alfalfa (*Medicago Sativa L.*) *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 7 (2): 60-63, (2014).
- Aksu, T., Baytok, E., Bolat, D., Effects of a bacterial silage inoculant on corn silage fermentation and nutrient digestibility. *Small Ruminant Research*, 55: 249-252 (2004).
- Aksu, T., Baytok, E., Karsli, M.A., Muruz, H., The effects of formic acid molasses, and inoculant as silage additives on corn silage composition, organic matter digestibility and microbial protein synthesis in sheep. *Small Ruminant Research*, 61: 29-33 (2006).
- Altaçlı, S., Deniz, S., Değişik Şekillerde Hazırlanan Yaş Şeker Pancarı Posası Silajlarının *In vivo* ve *In vitro* Sindirilebilirlikleri ile Enerji İçeriklerinin Belirlenmesi. *YYU Veteriner Fakültesi Dergisi*, 24 (1), 9 – 13 (2013).
- AOAC., Official method of analysis. Association of official analytical chemists 15th.edition, Washington DC, USA, s. 66 (1990).
- Ashes, J.R., Mangan, J.L., Sidhu, G.S., Nutritional availability of amino acids from protein cross-linked to protect against degradation in the rumen. *British Journal of Nutrition*, 52: 239-246 (1984).
- Ayaşan, T., Karakozak, E., 2012. İnokulant Kullanımının Değişik Yem Bitkilerinden Oluşan Silajlarda Ham Besin Maddeleri ile Kalite Üzerine Etkisi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 26 (2): 93-98.
- Barry, T.N., Cook, J.E., Wilkins, R.J., The influence of formic acid and formaldehyde additives and type of harvesting machine on the utilization of silages. 1. Voluntary intake and nitrogen retention of young sheep consuming the silages with and without intraperitoneal supplement of DL-methionine. *Journal of Agricultural Science*, (Camb) 91: 701-715 (1978a).
- Barry, T.N., Cook, J.E., Wilkins, R.J., Beever, D.E., The influence of formic acid and formaldehyde additives and type of harvesting machine on the utilization of silages. 2. Changes in amino acid composition during ensiling and their influence on nutritive value. *Journal of Agricultural Science*, (Camb), 91:717-725 (1978).
- Basmacıoğlu, H., Ergül, M., Silaj mikrobiyolojisi, *Hayvansal Üretim*, 43(1): 12–24(2002).
- Baytok, E., Muruz, H., The effects of formic acid or formic acid plus molasses additives on the fermentation quality and DM and ADF degradabilities of grass silages. *Turkish Journal Veterinary and Animal Science*, 27: 425-431 (2003).

- Beuvink, J.M.W., Spoelstra, S.F., Hogendrop, R.J. An automated method for measuring time course of gas production of feedstuff incubated with buffered rumen fluid. Netherlands. *Journal of Agricultural Science*, 40: 401-407 (1992).
- Bingöl, N.T., Baytok, E., Sorgum silajına katılan bazı katkı maddelerinin silaj kalitesi ve besin maddelerinin rumendeki yıkılımı üzerine etkileri. I. Silaj kalitesine etkileri. *Turkish Journal Veterinary and Animal Science*, 27: 15-20 (2003).
- Bloxham, P., The management of silage effluent. *Farm Buildings and Engineering*, 9(1): 21-23 (1992).
- Blümmel, M., Orskov, E.R., Comparison of gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. *Animal Feed Science Technology*, 40: 109-119 (1993).
- Brady, C.J., The leaf proteases of *Trifolium repens*. *Biochemical Journal*, 78: 631-640. (1961).
- Can, A., Denek, N., Yazgan, K., Şeker pancarı yaprağına değişik katkı maddeleri ilavesinin silaj kalitesi ile in vitro kuru madde sindirilebilirlik düzeylerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14(2): 26–29 (2003).
- Canbolat, O., Kalkan, H., Filya, I., The Use of Honey Locust Pods as A Silage Additive for Alfalfa Forage. *Journal of Faculty of Veterinary Medicine, University of Kafkas*, 19(2): 291-297. (2013).
- Carpintero, C.M., Henderson, A.R., McDonald, P. The effect of some pre-treatments on proteolysis during the ensiling of herbage. *Grass and Forage Science*, 34:311-315 (1979).
- Çelik, S., Budas, C., Demirel, M., Bakıcı, Y., Çelik, S., The effects of adding urea and molasses to corn harvested at dough stage on silage fermentation quality, in vitro organic matter digestibility and metabolic energy contents. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(10): 1921–1924 (2009).
- Chamberlain, A.T., Wilkinson, J.M., Feeding the dairy cow. Chalcombe Publications, Painshall, Church Lane, Welton, Lincoln, LN2 3 LT, UK, (1996).
- Courtin, M.G., Spoelstra, S.F., Counteracting structure loss in pressed sugar beet pulp silage. *Animal and Feed Science Technology*, 24: 97–109 (1989).
- Çerçi, İ. H., Tatlı, P., Gürdoğan, F., Birben, N., Farklı vejetasyon dönemlerinde hasat edilen mısıra üre katkısının silaj kalitesine ve toklularda besin maddelerinin sindirilebilirliği üzerine etkisi. *Turkish Journal Veterinary and Animal Science*, 26: 479–485 (2002).
- Çiftçi, M., Çerçi, İ. H., Dalkılıç, B., Güler, T., Ertaş, O. N., Elmanın karbonhidrat kaynağı olarak yonca silajına katılma olanağının araştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(2): 93–98 (2005).

- Davies, D.R., Merry, R.J., Willams, A.P., Bakewell, E. L., Leemans, D.K., Tweed, J. K. S., Proteolysis during ensilage of forages varying in soluble sugar content. *Journal of Dairy Science*, 81: 444-453 (1998).
- Davies, O.D., Silage aerobic stability: A guide to intake potential, *Silage Research Proceedings of the 10th International Conference on silage research*. Dublin City University, Dublin, (1993).
- De Boever, J.L. Cottyn, B.G. Buyyise, F.X. Wainman, F.W., Vanacker, J.M., The use of enzymatic technique to predict digestibility, metabolisable and net energy of compound feedstuffs for ruminants. *Animal Feed Science Technology*, 14: 203-214 (1986).
- Demirel, L, M., Bolat, D., Eratak, S., Çelik, S., BakıcıI, Y., Çelik, S., Güney, M., Effect of various additives and harvesting stages on rumen degradation of sunflower silages. *Journal of Applied Animal Research*, 35(2): 119-124 (2009).
- Demirel, M., Süt olum döneminde biçilen arpa hasılına üre ve melas katılmasının silaj kalitesi ve rumende ham besin maddelerinin parçalanabilirliği üzerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(1): 55–62 (2001).
- Denek, N., Can, A., Tüfenk, Ş., Mısır, sorgum ve ayçiçeği hasıllarına değişik katkı maddeleri katılmasının silaj kalitesi ve in vitro kuru madde sindirimine etkisi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(2): 1–10 (2004).
- Deniz, S., Demirel, M., Tuncer, Ş.D., Kaplan, O., Aksu, T., Değişik şekillerde üretilen şeker pancarı posası silajının süt ineği ve kuzu rasyonlarında kullanılma olanakları: 1. Kaliteli şeker pancarı posası silajının elde edilmesi. *Turk J Vet. Anim Sci*, 24:1015-1020. (2001).
- Dowman, M.G., Collins, F.G., The use of enzymes to predict the digestibility of animal feed. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 33:689-696 (1982).
- Dönmez, N., Karşlı, M. A., Cinar, A., Aksu, T., Baytok, E., The effects of different silage additives on rumen protozoan number and volatile fatty acid concentration in sheep fed corn silage. *Small Ruminant Research*, 48:227-231(2003).
- Elfernik, S.J.W.H., Driehuis, F., Gottschal, J.C., Spoelstra, S.F., Silage fermentation processes and their manipulation. <http://www.fao.org/docrep/005/x8486e/x8486e09.htm> (2010).
- Erdoğan, S., Demirel, L., M., Çelik, S., Karşlı, M. A., Güney, M. Süt olum döneminde biçilen sudan otuna üre ve melas katılmasının silaj fermantasyon kalitesi, in vitro organik madde sindirilebilirliği ve Metabolik enerji içerikleri üzerine etkisi. Isparta, Türkiye, 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 1-13 Eylül 2004, s.434 (2004).
- Ergül, M., Yemler Bilgisi ve Teknolojisi III. Baskı. E.Ü. Ziraat Fak. Yayınları, İzmir. 487s (1997).

- Ergül, M., Yem Zararlıları ve Etkileri. Uluslararası Hayvan Besleme Kongresi Bildiriler Kitabı. S.D.Ü. Ziraat Fakültesi, Isparta. 665s 16-21 (2000).
- Filya, I., Sucu, E., The effect of bacterial inoculants and a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of whole crop cereal silages. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 20(3): 378-384 (2007).
- Filya, I., Laktik asit bakteri ve laktik asit bakteri+enzim karışımı silaj inokulantlarının mısır silajı üzerine etkileri. *Turkish Journal Veterinary and Animal Science*, 26: 679-687 (2002).
- Filya, I., Ashbell, Hen, Y., Weinberg, Z.G., The effect of bacterial inoculants on the fermentation and aerobic stability of whole crop wheat silage. *Animal and Feed Science Technology*, 88: 39-46 (2000).
- Filya, I., The effect of *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria, on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of wheat, sorghum, and maize silages. *Journal of Applied Microbiology*, 95:1080-1086 (2003a).
- Filya, I., The effect of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus plantarum* on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability of low dry matter corn and sorghum silages. *Journal of Dairy Science*, 86: 3575-3581 (2003b).
- Filya, I., Nutritive value and aerobic stability of whole crop maize silage harvested at four stages of maturity. *Animal Feed Science and Technology*, 116: 141-150 (2004a).
- Filya, İ., Sucu, E., Hanoğlu, H., Biyolojik silaj katkı maddeleri kullanılarak yapılan küçük plastik balya mısır silajlarının kalite özellikleri, yem değeri ve kuzu besisinde kullanımı üzerine bir araştırma *A.Ü. Zir. Fak. Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(2): 158 - 162 (2004b).
- Finley, J. W., Pallavicini, C., Kohler, G. O., Partial isolation and characterization of *Medicago sativa* leaf proteases. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 31:156-161 (1980).
- Fishman, M. L., Mchan, F., Burdic, D., Effect of formic acid-formaldehyde treatments on the nitrogenous constituents in annual rye grass silage. IN: Proceeding of the XIV International Grassland Congress, Lexington, KT, USA. pp.636-639 (1983).
- Getachew, G., Blummel, M., Makkar, H.P.S., Becker, K., *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 72: 261-281 (1998).
- Givens, D. J., Rulquin, H., Utilization by ruminants of nitrogen compounds in silage based diets. *Animal Feed Science and Technology*, 114: 1-18 (2004).
- Graves, R.E., Vanderstappen, P.J., Environmental problems with silage effluent, <http://wmc.ar.nrcs.usda.gov/partnerships/AWMIT/enviro.html> (2010).

- Güven, I., Gadiçya meyvesinin çayır otu silajında kullanımı. Doktora tezi Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, 91s. (2011).
- Henderson, A.R., McDonald, P., Woolford, M.K., Chemical changes and losses during the ensilage of wilted grass treated with formic acid. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 23:1079-1087 (1972).
- Henderson, N., Silage additives. *Animal Feed Science Technology*, 45:35-36 (1993).
- Hristov, A.N., Sandev, S.G., Proteolysis and rumen degradability of protein in alfalfa preserved as silage, wilted silage or hay. *Animal Feed Science and Technology*, 72: 175–181 (1998).
- Jones, D.I.H., Hayward, M.V., The effect of pepsin pre-treatment of herbage on the prediction of dry matter digestibility from solubility in fungal cellulase solutions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 26: 711-718 (1975).
- Johnson, A., The role of yeasts and clostridia in silage deterioration. *Swedish University of Agricultural Science*. Report 42. Uppsala, (1989).
- Johnson, A., Pahlow, G., Systematic classification and biochemical characterization of yeast growing in grass silage inoculated. *Animal Research Development*, 20:7-22 (1989).
- Kamalak, A., Bal, M.A., Aydın, R., Atalay, A.İ., Gladiçya meyvesinin katkı maddesi olarak yonca silajında kullanımı Tubitak Proje Raporu. No.107 O 401, s.1: 74 (2009)
- Kamalak, A., Özoğul, F., Çalışlar, S., Canbolat, O., Silaj katkı maddesi olarak yemlik keçiboynuzu kırığının yonca silajının kompozisyonuna, koyunlarda yem tüketimine, sindirim derecesine ve rumen fermantasyonuna etkisi Tubitak Proje Raporu. No.110 O 397, s.1: 74 (2012).
- Kamphues, J., Dayen, M., Mayer, H., Silage from Pressed Sugar Beet Pulp with Different Contents of Molasses in the Fattening of Cattle. *Wirtschaftsige Futter*, 29: 110-127 (1983).
- Kautz, W.P., Mycotoxin problems associated with stored forage. SanJuan, PuertoRico *Proceedings of 2nd International Tropical Dairy Symposium* (1998).
- Keskin, B., Yılmaz, H., Karslı, M. A., Nursoy, H. Effects of urea or urea plus molasses supplementation to silages with different sorghum varieties harvested at the milk stage on the quality and in vitro dry matter digestibility of silages. *Turkish Journal Veterinary and Animal Science*, 29: 1143-1147(2005).
- Kılıç, Ü., Sariçiçek, B.Z., İn vitro gaz üretim tekniğinde sonuçları etkileyen faktörler, *Hayvansal Üretim Dergisi*, 47(2): 54 (2006).
- Kılıç, A., Silo Yemi. Bilgehan Basımevi, Bornova-İzmir, ss:3-327 (1986).

- Koç, F., Yıldırım, B., Özdüven, M.L., Coşkuntuna, L. Yaş bira posası silajlarında organik asit kullanımının fermantasyon gelişimi ve aerobik stabilite üzerine etkileri, Erzurum, Türkiye, 6. Zootekni Bilim Kongresi, 24-26 Haziran 2009, s..78 (2009).
- Kung, L. JR., Tung, S. Maciorowski, K.G., Buffum, K., Knutsen, K., Aimutus, W.R., Effect of plant cell wall degrading enzymes and lactic acid bacteria on silage fermentation and composition. *Journal of Dairy Science*, 74: 4284-4296 (1991).
- Kung, ve ark. Silage fermentation and additives. direct-fed microbial, enzyme and forage additive compendium. Miller Publishing Co., Minnetonka, MN. <http://foragesoftexas.tamu.edu/pdf/silagemngt.pdf> (2000-2001).
- Kutlu, H.R., Tüm yönleriyle silaj yapımı ve silajla besleme, <http://www.zootekni.org.tr/upload/File/SILAJ%20EI%20KTABI.pdf> pp:1-26 (2010).
- Leupp, J.L., Encinias, S.M., Bauer, M.L., Caton, J.S., Gilbery, T.C., Carlson, J., Lardy, G.P., Ensiling properties of wet sugar beet pulp and the addition of dry feedstuffs, *Journal of Sugarbeet Research*, 43(3-4): 110 (2006).
- Makkar, H.P.S., Becker, K., Abel, H. and Szegletti, C. Degradation of condensed tannins by rumen microbes exposed to quebracho tannins (QT) in rumen simulation technique (RUSITEC) and effects of QT on fermentative processes in the RUSITEC. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 69: 495-500(1995).
- McAllister, T. A., Feniuk, R., Mir, Z., Mir, P., Selinger, L. B., Cheng, K. J. Inoculants for Alfalfa silage: Effects on aerobic stability, digestibility, and the growth performance of feedlot steers. *Livestock Production Science*, 53: 171–181 (1998).
- McDonald, P. The biochemistry of silage. John Wiley & Sons. Chalcome Publications. s.207 (1981).
- McDonald, P., Henderson, A. R., Heron, S.J.E., The biochemistry of Silage. Second Edition, Chalcombe Publ., Marlow, UK. pp. 1: 1340 (1991).
- McGechan, M.B., A review of losses arising during conservation of grass forage: Part 2, storage losses. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 45:1-30(1990)
- McKersie, B.D., Effect of pH on proteolysis in ensiled legume forage. *Agronomy Journal*, 77: 81-86 (1985).
- Meeske, R. Silage additives: Do they make a difference? *S. Afr. J. Anim. Sci.* 6:49-55. (2005).
- Mehrez, A. Z., Orskov, E.R., A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *Journal of Agricultural Science*, 88: 645-650 (1977).

- Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A, Steingass, H., Fritz D, Schneider W., The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feedingstuff from the gas production when they are incubated with rumen liquor. *Journal of Agricultural Science*, 93:217-222 (1979).
- Menke, K.H., Steingass, H., Estimation of the energetic feed value from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Animal Resources and Development*, 28:7 – 55 (1988).
- Muck, R.E., Factors influencing silage quality and their implications for management. *Journal of Dairy Science*, 71: 2992-3002 (1988).
- Muck, R.E., Pitt, R.E., Aerobic deterioration in corn silage relative to the silo face. *Transactions of the ASAE* 37(3): 735-743 (1994).
- Muck, R.E., Holmes, B.J., Factors affecting bunker silo densities. The XII International Silage Conference. Uppsala, Sweden. pp. 278-279 (1999).
- Muck, R.E., Buxton, D., Muck, R., Harrison, J., Post harvest factors affecting ensiling. *Silage and Technology*. Asa-Cssa-Sssa, Madison, WI. 42: 251-304 (2003).
- Nout, M.J.R., Bouwmester, H.M., Haaksma, J., Van Dijk, H., Fungal growth in silages of sugar beet and maize. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 11: 458–466 (1993).
- O'Kiely, P., Silage production as a pollutant: new ways to reduce its environmental impact. *Biotechnology in the Feed Industry*. T. P. Lyons, Alltech Technical Publications. pp. 151-163 (1992).
- Ohyama, Y., Masaki, S., Hara, S., Factors influencing aerobic deterioration of silages and changes in chemical composition after opening silos. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 26: 1137-1147 (1975).
- Ørskov, E.R., McDonald I., The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science (Camb)*, 92: 499-503 (1979).
- Ørskov, E.R., Ryle, M. *Energy nutrition in ruminants*. Elsevier, London, 149 (1990).
- Oude Elferink, S.J.W.H., F. Driehuis, J. Krooneman, J.C. Gottschal, Spoelstra, S.F., *Lactobacillus buchneri* can improve the aerobic stability of silage via a novel fermentation pathway: the anaerobic degradation of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol. Uppsala, Sweden , XII International Silage Conference, s. 266 (1999).
- Pahlow, G., Ruser, B., Honig, H., Inducing aerobic instability in laboratory scale silage Uppsala, Sweden, XII International Silage Conference, s.253 (1999).
- Pell, A.N., Schofield, P., Computerised monitoring of gas production to measure forage digestion. *Journal of Dairy Science*, 1063-1073 (1993).

- Pessi, T., Nousiainen, J., The effect of fermentation quality on the aerobic stability of direct cut or slightly prewilted grass silage. Uppsala, Sweden, XII International Silage Conference, s. 280 (1999).
- Phillip, L.E., Unserhill, L.E., Garino, H., Effect of treating Lucerne with an inoculum of lactic acid bacteria or formic acid upon chemical changes during fermentation and upon the nutritive value of the silage for lambs. *Grass Forage Science*, 45: 337-344 (1990).
- Pitt, R. E., The probability of inoculant effectiveness in alfalfa silages. *American Society of Agricultural Engineering*, 33: 1771-1778 (1990).
- Pitt, R. E., Shaver, R.D., Processes in the preservation of hay and silage. (and questions raised) from feeding the 1993 and 1994 corn crops, Proceedings of Dairy Feeding Sys. Symp Harrisburg, PA. Northeast Reg. Agric. (1990).
- Pitt, R.E., Muck, R.E., Pickering, N.B., A model of aerobic fungal growth in silage. 2. Aerobic stability. *Grass and Forage Science*, 46: 301-312 (1991).
- Polat, C., Koç., F., Özdüven, M. L., Mısır silajında laktik asit bakteri ve Laktik asit bakteri +enzim karışımı inokulantların fermantasyon ve toklularda ham besin maddelerinin sindirilme dereceleri üzerine etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1): 13–22 (2005).
- Raques, C.A., Smith, D., Some non-structural carbohydrates in forage legume herbage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 14(4): 423–426 (1966).
- Sarıççek; Z., Kılıç, U., Mısır silajına farklı katkı maddeleri ilavesinin silaj kalitesi gaz üretimi ve gaz üretim parametreleri üzerine etkileri. *Zootekni Bilim Kongresi*, ss.205–212 (2009).
- Shaver, R., Silage Preservation. The role of additives. pp.1-7 (2010)
http://www.uema.br/pos_graduacao/mestrado/vet/artigos/artigo9.pdf
- Singh, K., Honig, H., Wermke, M., Zimmer, E., Fermentation pattern and changes in cell wall constituents of straw-forage silages, straw and partners during storage. *Animal Feed Science and Technology*, 61: 137-153 (1996).
- Slottner, D., Bertilsson, J., Effect of ensiling technology on protein degradation during ensilage. *Animal Feed Science Technology*, 127 (1–2): 101–111(2006).
- Spoelstra, S.F., M.G. Courtin, van Beers, J.A.C., Acetic acid bacteria can initiate aerobic deterioration of whole crop maize silage. *Journal of Agricultural Science (Camb)*, 111:127-132 (1988).
- Stokes, M.R., Effects of an enzymes mixture, an inoculant and their interaction on silage fermentation and dairy production. *Journal of Dairy Science*, 75: 764-773 (1992).

- Şahin, K., Çerçi, İ.H., Güler, T., Şahin, N., Kalander, H., Çelik, S., Farklı silaj katkı maddelerinin yaş şeker pancarı posası silajı kalitesine etkileri. *Turkish Journal Veterinary and Animal Science*, 23: 285–292 (1999).
- Şanlı, Y., Yem küflenmeleri, mikotoksinlerle bulaşma sorunu ve çözüm yolları. M. Yavuz (Ed.). Çiftlik Hayvanlarının Beslenmesinde Temel Prensipler ve Karma Yem Üretiminde Bazı Bilimsel Yaklaşımlar. İstanbul. (2001).
- Şeker, M., Can, A., Denek, N., Turp yaprağına değişik katkı maddeleri ilavesinin silaj kalitesi ile *in vitro* kuru madde sindirilebilirlik düzeylerine etkisi. 4. *Ulusal Zootekni Bilim Kongresi*, 439- 442 (2004).
- Tamminga, S., Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. *Journal of Dairy Science*, 75: 345-357 (1992).
- Theodorou, M.K., Williams, B.A, Dhanoa, M.S, Mcallan, France, A.B., A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science Technology*, 48:185-197 (1994).
- Tilley, J.M.A., Terry, R.A., A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of British Grassland Society*, 18:104-11(1963).
- Uygur, M., Silaj yapımında kullanılan katkı maddeleri - 1, <http://www.etae.gov.tr/yayinek/ciftci-bro/132-ciftcibro.pdf>, (2010).
- Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A. (1991): Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74, 3583–3597.
- Virtanen, A.I., The A. I. V. method of preserving fresh fodder. *Empire Journal of Experimental Agriculture*, 1: 143-155 (1993).
- Von Maiworm, K., Holtersshinken M., Scholz, H., The effects of moldy and decomposed silage on rumen. *Tierarztl. Umschau*. 50: 283–290 (1995).
- Waghorn, G.C., Stafford, K.J., Gas production and nitrogen digestion by rumen microbes from deer and sheep. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 36:493-497. (1993).
- Waldo, D.I., Nutritional value of legumes preserved as silage. In. Forage legumes for energy efficient animal production. Proc. Trilateral Workshop, Plamerston North, New Zealand. 30. April- 4 May. USDA-ARS, Washington, DC. pp.:220-224 (1985).
- Weinberg, Z.G., Muck, R.E., New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. *FEMS Microbiol. Rev*, 19(1):53-68 (1996).
- Winters, A.L., Cockburn, J.E., Dhanoa, M.S., Merry, R.J., Effect of lactic acid bacteria in inoculants on changes in amino acid composition during ensilage of sterile and non-sterile ryegrass. *Journal of Applied Microbiology*, 89: 442-451 (2000).

- Wolin, M.J., A theoretical rumen fermentation balance. *Journal of Dairy Science*, 43:1452-1459 (1960).
- Woolford, M.K., A preliminary investigation into the role of yeasts in the ensiling process. *Journal of Applied Bacteriology*, 41: 29-36 (1976).
- Woolford, M.K., The silage fermentation. Marcel Dekker, Inc. (1984).
- Woolford, M.K., The detrimental effects of air on silage. *Journal of Applied Bacteriology*, 68:101-116 (1990).
- Woolford, M.K., The science and technology of silage making. Alltech Technical Publication, (1999)
- Wyss, U., Influence of pre-wilting degree on aerobic stability of grass silages. The XII International Silage Conference. Uppsala, Sweden, pp.284-285 (1999).
- Yalçınkaya MY., Baytok E., Yörük MA., Değişik Meyve Posası Silajlarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg* 9(2) 95-106, (2012).
- Yörük, MA., Aksu,T., Gül, M., Farklı Kuru Madde Düzeyi Esasına Göre Hazırlanan Şeker Pancarı Posası Silajlarının, Silaj Kalitelerinin ve Rumen Yıkılabilirliklerinin Tespit Edilmesi. *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg.* 9(3): 163-172 (2014)
- Yılmaz, A., Gürsoy, U., The Effects of Various Supplements on In Situ Dry Matter Degradability Characteristics of Maize Silage. *Turkish Journal Veterinary and Animal Science*, 28: 427-433 (2004).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Ali İhsan ATALAY
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 16.05.1984 YOZGAT
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 544 211 63 70
e-posta : aliihsanatalay66@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	KSU Fen Bil. Enst.	2009
Lisans	KSU Ziraat Fak.	2006
Lise	Yozgat İmam Hatip Lisesi	2001

İş Denevimi

Yıl	Yer	Görev
2007–2008	Gaziantep	Ziraat Müh. (Sorumlu Yön.)
2009–2010	Iğdır	Iğdır Ziraat Fak.
2010-	Kahramanmaraş	KSÜ Fen Bilimleri Enst.

Yabancı Dil

İngilizce ÜDS – 75.00

Yayınlar

1. L. İdukut, B. A. Arıkan, M. Kaplan, I. Guven, **A. I. Atalay**, A. Kamalak, Potential Nutritive Value of Sweet Corn as a silage Crop with or Without Corn Ear, Journal of Animal and Veterinary Advances 8(4): 734–741, 2009
2. L. İdukut, **A. I. Atalay**, S. N. Kara, A. Kamalak., Effect of Hybrid on Starch, Protein and Yields of Maize Grain, Journal of Animal and Veterinary Advances 8(10): 1945-1947, 2009

3. L. Idukut, M. Boğa **A. I. Atalay**, S. N. Kara, A. Kamalak, Effect of Previous Plant on Chemical Composition of Sweet Corn Grain, Journal of Animal and Veterinary Advances 8(10): 1979-1981, 2009
4. Adem Kamalak, Onder Canbolat, **Ali İhsan Atalay**, Mahmut Kaplan, Determination of Potential Nutritive Value of Young, Old and Senescent Leaves of Arbutus andrachne Tree, Journal Appl. Animal Resesrch. 37: 257-260, 2010
5. Ozkan, C.O., **A.I. Atalay**, I. Guven, E. Kaya and A. Sagocak. Crude protein and amino acid compositions of some protein sources used livestock production in south of Turkey. Asian J. Anim. Vet. Adv., 6: 750-753, 2011
6. Adem KAMALAK, **Ali İhsan ATALAY**, Çağrı Özgür OZKAN, Emrah KAYA, Adile TATLIYER, Determination of Potential Nutritive Value of *Trigonella kotschi* Fenzl Hay Harvested at Three Different Maturity Stages Kafkas Univ Vet Fak Derg 17 (4): 635-640, 2011
7. Mustafa ŞAHİN, Fatih ÜÇKARDEŞ, Önder CANBOLAT, Adem KAMALAK, **Ali İhsan ATALAY**. Estimation of Partial Gas Production Times of Some Feedstuffs Used in Ruminant Nutrition. Kafkas Univ. Vet.Fak. Derg., 17(5): 731-734, 2011
8. H. M. Buyukcapar, **A.I. Atalay** and A. Kamalak. Growth Performance of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fed with Diets Containing Different Levels of Hydrolysable and Condensed Tanin. J. Agr. Sci. Tech. Vol. 13: 1045-1051, 2011
9. A. Kamalak, **A.I. Atalay**, C. O. Ozkan, A. Tatliyer and E. Kaya. Effect Of Essential Orange (*Citrus Sinensis* L.) Oil On Rumen Microbial Fermentation Using *In Vitro* Gas Production Technique The Journal of Animal & Plant Sciences, 21(4): 764-769, 2011
10. Adem KAMALAK, Önder CANBOLAT, Çağrı Özgür ÖZKAN, **Ali İhsan ATALAY**, Effect of Thymol on *In Vitro* Gas Production, Digestibility and Metabolizable Energy Content of Alfalfa Hay, Kafkas Univ Vet Fak Derg 17 (2): 211-216, 2011
11. Mustafa Sahin, Inan Guven, C. Ozgur Ozkan, **A. İhsan Atalay** and Adile Tatliyer, Comparison of Some Mathematical Models Used in Gas Production Technique Journal of Animal and Veterinary Advances, 10(18): 2465-2469, 2011
12. A. Kamalak, I. Guven, M. Kaplan, M. Boga, **A. I. Atalay**, and C. O. Ozkan. Potential Nutritive Value of Honey Locust (*Gleditsia triacanthos*) Pods from Different Growing Sites for Ruminants J. Agr. Sci. Tech. Vol. 14: 115-126, 2012
13. Mustafa BOĞA, İnan GÜVEN, **Ali İhsan ATALAY**, Emrah KAYA, Effect of Varieties on Potential Nutritive Value of Pistachio Hulls. Kafkas Univ Vet Fak Derg 19 (4): 699-703, 2013 DOI: 10.9775/kvfd.2013.8692
14. CO Ozkan, A Kamalak, **AI Atalay**, A Tatliyer, E Kaya, Effect of peppermint (*Mentha piperita*) essential oil on rumen microbial fermentation of barley grain. Journal of Applied Animal Research, 2014 DOI: 10.1080/09712119.2014.963101

15. CO Ozkan, M Boga, **AI Atalay**, I Guven, E Kaya, Determination of potential nutritive value of cotton gin trash produced from different feed companies. Journal of Applied Animal Research, 2014 **DOI:** 10.1080/09712119.2014.980423

Yurt Dışı Hakemli Dergiler

1. Öztürk, D., C.O. Ozkan, **Atalay, A.I.**, Kamalak, A., The effect of species and site on the tanin content of shrub and tree leaves. Research Journal of Animal and Veterinary Sciences, 1 (1):41-44, 2006.
2. Kaplan, M., **Atalay, A. I.**, and Samir, M., Potential nutritive value of wild birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) plants grown in different sites. Livestock Research for Rural Development. Volume 21, Article #99. Retrieved July 6, 2009, from <http://www.lrrd.org/lrrd21/7/kap121099.htm>

Yurt İçi Hakemli Dergiler

1. Derya AYDIN, Adem KAMALAK, Önder CANBOLAT, **A. İhsan ATALAY** The Possibility of Use of Feces Instead of Rumen Fluid in the *in Vitro* Gas Production Technique, KSÜ Doğa Bil. Derg., 13(1):18-25. 2010
2. Mahmut KAPLAN, Adem KAMALAK, Çağrı ÖZGÜR ÖZKAN, Ali İhsan ATALAY. Vejetasyon Döneminin Yabani Korunga Otunun Potansiyel Besleme Değerine Metan Üretimine ve Kondense Tanen İçeriğine Etkisi, Harran Üniv Vet Fak Derg, 3(1) 1-5; 2014

Uluslar arası Kongre ve Bildiriler

1. Adem Kamalak, Önder Canbolat, Mustafa Şahin, Özer Kurt, Emrah Kaya, **Ali İhsan Atalay** EFFECT OF OAK TANNIN EXTRACT (ARTUTAN) ON IN SITU DRY MATTER AND CRUDE PROTEIN DEGRADATION OF ALFALFA SILAGE BY SHEEP - 24th International Scientific-Expert Conference in Agriculture and Food Industry Sarajevo 2013
2. Adem Kamalak, Önder Canbolat, Mustafa Şahin, Özer Kurt, Emrah Kaya, **Ali İhsan Atalay** EFFECT OF OAK TANNIN EXTRACT (ARTUTAN) ON ALFALFA SILAGE COMPOSITION– VI th International Balkan Animal Science Conference BALNIMALCON Tekirdağ 2013

Ulusal Kongre ve Bildiriler

1. Mevlana Aygörmez, **Ali İhsan Atalay**, Derya Aydın, Farklı Ağaçlardan Elde Edilen Genç ve Yaşlı Yaprakların Kondanse Tanen İçerikleri, 3.Ulusal Zootečni Öğrenci Kongresi Kahramanmaraş 2007
2. **A.İ. Atalay**, Ç.Ö.Özkan, A.Tepe, Culban Tohumunun Tanen İçeriğinin Düşürülmesinde Kullanılan Bazı Yöntemlerin Karşılaştırılması, 3.Ulusal Zootečni Öğrenci Kongresi Kahramanmaraş 2007

3. Ahmet Uzkar, **Ali İhsan Atalay**, Ç.Özgür Özkan, Derya Aydın, Çiçeklenme Döneminde Farklı Bölgelerde Yetişen Korunga Otunun Kondanse Tanen İçerikleri, 4. Ulusal Zootečni Öğrenci Kongresi Samsun 2008
4. Fahri Ekinci, **Ali İhsan Atalay**, Ç.Özgür Özkan, Derya Aydın, Çiçeklenme Döneminde Farklı Bölgelerde Yetişen Gazal Boynuzu Otunun Kondanse Tanen İçerikleri, 4. Ulusal Zootečni Öğrenci Kongresi, Samsun 2008
5. Çağrı Özgür Özkan, **Ali İhsan ATALAY**, Hüseyin ÇANAK, Kahramanmaraş Kapıçam Kınalı Keklik Üretim İstasyonu Genel Durumu Kümes Hayvanları Kongresi'2010, Kayseri **2010**

Ulusal Patent

1. Kaliteli Silaj Yapım Tekniği 2009

Hobiler

Kitap okumak, Doğa yürüyüşleri, Dağcılık, Yüzme, Tenis, Müzik, Avcılık, Bilardo ve FENERBAHÇE takımı taraftarlığı.