



**İNOKULANT VE ENZİM İLAVESİNİN FARKLI
SAMANLARIN BESLEME DEĞERİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Selda ESER

**Yüksek Lisans Tezi
Zootečni Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Fisun KOÇ

Tekirdağ-2016

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İNOKULANT VE ENZİM İLAVESİNİN FARKLI SAMANLARIN
BESLEME DEĞERİ ÜZERİNE ETKİLERİ**

Selda ESER

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: DOÇ. DR. FİSUN KOÇ

TEKİRDAĞ – 2016

Her hakkı saklıdır

BU ARAşTIRMA NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ ARAşTIRMA FONU
(NKUBAP.00.24.YL.15.06) TARAFINDAN DESTEKLENMİşTİR

Doç. Dr. Fisun KOÇ danışmanlığında, Selda ESER tarafından hazırlanan “İnokulant ve Enzim İlavesinin Farklı Samanların Besleme Değeri Üzerine Etkileri“ konulu bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından, Zootekni Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Bařkanı: Yrd. Doç. Dr. Süleyman KÖK

İmza :

Üye: Doç. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN

İmza :

Üye: Doç. Dr. Fisun KOÇ (Danışman)

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

İNOKULANT VE ENZİM İLAVESİNİN FARKLI SAMANLARIN BESLEME DEĞERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Selda ESER

Namık Kemal Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Zootečni Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Fisun KOÇ

Bu çalışma inokulant, enzim ve enzim-inokulant karışımı katkı maddelerinin, buğday, yem bezelyesi ve çeltik samanı silajlarında fermentasyon kalitesi, besin değeri ve mikrobiyal değişimin etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Her muameleye ait 5'er paket silajın kullanıldığı çalışmada silajların paketlenmesinden sonra materyaller laboratuvar koşullarında ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$) depolanmıştır. Fermentasyonun 3., 7., 11., 15., 30. ve 60. günlerinde silaj örneklerinde pH analizler yapılmıştır. Silolamadan 60 gün sonra açılan silajlarda ise kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Ayrıca, enzimatik yöntemle silajların *in vitro* organik madde sindirilebilirlikleri saptanmıştır. Silolandıkları ilk günden itibaren bütün silajların pH değerleri hızlı bir şekilde azalmıştır. Enzim (E, İ+E) ile yapılan uygulamalar sonucunda samanların nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), hemiselüloz ve selüloz içeriklerinde düşüşler, suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) ve *in vitro* sindirilebilirlik değerlerini ise artışlar belirlenmiştir. Araştırma sonucunda hücre duvarı bileşenleri ve *in vitro* sindirilebilirlik parametrelerinde saptanan gelişmeler dikkate alındığında, enzim (E, İ+E) kullanımının samanların besleme değerini artırdığı yönündedir.

Anahtar kelimeler: Buğday samanı, çeltik samanı, yem bezelyesi samanı, *in vitro* organik madde sindirilebilirliği

2016, 39 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

THE EFFECT OF AN INOCULANT AND ENZYMES ON FERMENTATION AND NUTRITIVE VALUE OF DIFFERENT STRAW

Selda ESER

Namık Kemal University

Graduate School of Naturel and Applied Sciences

Department of Animal Science

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Fisun KOC

The objectives of this study were to determine the effect of inoculant, enzymes and inoculant-enzymes mixture on fermentation quality, nutritive value, and microbial changes of wheat, rice and pea straw silage. After treatment bag silos were stored at $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ under laboratory conditions. Five bag silos for each silage (denoted C, I, E and I+E, respectively) were opened after 3, 7, 11, 15, 30 and 60 days for pH analyses. Silages were sampled for chemical and microbiological analyses on day 60 after ensiling. In additions *in vitro* organic matters digestibility of the silages were determined with enzymatic methods. For all the silages, there was a rapid decline in pH during the first 3 days of ensiling. As a result of enzyme treatment (E, I+E), neutral detergent fiber (NDF), hemicellulose and cellulose contents of straws were decreased but water soluble carbohydrate (WSC) and *in vitro* digestibility were increased. These results indicated that the addition of additives can improve the all straw silage fermentation quality at different extent. In conclusion, when the improvements in the nutrient, cell wall component, and *in vitro* digestibility were considered, it was determined that the use of enzyme increased the nutritive value of all straws.

Key Words; Wheat straw, rice straw, pea straw, *in vitro* digestibility

2016, 39 page

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGE DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLL DİZİNİ.....	v
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
2.1. Lignosellülozlu materyal olarak saman.....	3
2.2. Lignosellülozik Kaynaklar ve Özellikleri.....	5
2.2.1. Selüloz	6
2.2.2. Hemiselüloz	7
2.2.3. Lignin	8
2.3. Lignosellülozlu Materyalin Fiziksel ve Kimyasal Yöntemlerle Sindirilebilirliği- nin artırılması.....	10
2.3.1. Asit ile Hidroliz.....	10
2.3.2. Alkali ile Hidroliz	11
2.3.3. Biyolojik Ön İşlemler	12
2.3.4. Enzimatik Hidroliz	12
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Yem Materyali.....	13
3.1.2. Materyallerin Hazırlanması.....	13
3.2. Yöntem.....	14
3.2.1. Silaj Kalitesi Belirlenmesi İçin Kullanılan Yöntemler.....	14
3.2.1.1. pH Analizleri.....	14
3.2.1.2. SÇK Analizi.....	14
3.2.1.3. Mikrobiyolojik Analizler.....	14
3.2.2. Ham Besin Madde Analizleri.....	15
3.2.2.1. Ham Besin Madde Analiz Yöntemleri.....	15
3.2.2.2. Enzimde OM Çözünübilirliği Analiz Yöntemleri.....	15
3.2.2.3. Hücre Duvarı İçerikleri Analiz Yöntemleri.....	16
3.2.4. İstatistiksel Analizler.....	18
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	19
4.1. Buğday samanı.....	19
4.2. Yem bezelyesi samanı.....	23
4.3. Çeltik samanı.....	27
5. SONUÇ.....	31
6. KAYNAKLAR.....	32
ÖZGEÇMİŞ.....	38
TEŞEKKÜR.....	39

ÇİZELGE DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Yurdumuzda elde edilen saman türlerinin besin madde kompozisyonu	3
Çizelge 4. 1. Buğday samanının başlangıç örneklerine ilişkin değerler	19
Çizelge 4. 2. Buğday samanlarında 60. günde yapılan açım sonrası bazı özelliklere ilişkin saptanan değerler	21
Çizelge 4. 3. Yem bezelyesi samanının başlangıç örneklerine ilişkin değerler.....	23
Çizelge 4. 4. Yem bezelyesi samanlarında 60. günde yapılan açım sonrası bazı özelliklere ilişkin saptanan değerler	26
Çizelge 4. 5. Çeltik samanının başlangıç örneklerine ilişkin değerler	27
Çizelge 4. 6. Çeltik samanlarında 60. günde yapılan açım sonrası bazı özelliklere ilişkin saptanan değerler.....	30

ŞEKİL DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Bitkilerdeki temel hücre duvarının moleküler yapısı.....	7
Şekil 2.2. Hemiselülozun yapısı.....	8
Şekil 2.3. Lignini oluşturan yapılar a) koniferil alkol; b) <i>p</i> -kumaril alkol; c) şiringilalkol.....	10
Şekil 4.1. Buğday samanlarında açım dönemlerindeki pH değişimleri.....	20
Şekil 4.2. Yem bezelyesi samanlarının açım dönemlerindeki pH değişimleri.....	24
Şekil 4.3. Çeltik samanlarının açım dönemlerindeki pH değişimleri.....	28

KISALTMALAR DİZİNİ

KM	: Kuru madde
K	: Kontrol
İ	: İnokulant
E	: Enzim
İ+E	: İnokulant+ Enzim
TM	: Taze materyal
HP	: Ham protein
HK	: Ham kül
LAB	: Laktik asit bakterileri
SÇK	: Suda çözünabilir karbonhidratlar
NDF	: Nötral çözücülerde çözünmeyen karbonhidratlar
ADF	: Asit çözücülerde çözünmeyen karbonhidratlar
ADL	: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin
OM	: Organik madde
OMS	: Organik madde sindirilebilirliği
CFU	: Koloni oluşturan birim

1. GİRİŞ

Hayvansal üretimde vazgeçilemeyen ve “olmazsa olmaz” özelliğine sahip olan yem grubu kaba yemlerdir. Bir dizi kaynaktan üretilebilirler. Her bir kaba yem, kendine özgü fiziksel ve kimyasal özelliklere sahiptir. Ülkemizde birçok saman çeşidi hayvan beslemede kaba yem kaynağı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Saman, danesi için yetiştirilen bitkilerin dane hasadından sonra arta kalan sap, yaprak ve ölü dokular ile başak, salkım ya da kılıflardan oluşan artık bir yan üründür. Bitkide dane oluşumuyla beraber özellikle yapraklardaki besin maddelerinin danede birikmesi sonucu samanların besin değeri kaba yem üretimi amacıyla hasat edilen kaba yem kaynaklarına kıyasla oldukça düşüktür. Samanların besin değeri bitki türü ve çeşidine göre değişebilirse de (Filya 2007, Khan ve Mubeen 2012) ruminantların yaşama payı besin madde ihtiyaçlarını dahi karşılayamayacağı kabul edilmektedir. Samanların düşük besin değeri enerji ve ham protein içeriklerinin yetersiz olması ve ligninle diğer hücre duvarı karbonhidratları arasındaki çapraz bağların mikrobiyal enzimlere çok dirençli olmasından kaynaklanmaktadır (Sarnklong 2010). Buna karşın yetersiz kaliteli kaba yem üretimi ve üretici tercihlerinden dolayı samanlar ruminant beslemede yaygın olarak kullanılmaktadır (Açar ve ark. 2015).

Samanlar vejetasyon dönemini tamamlayan bitkilerin yaprak ve sap kısımlarının kısıyılması ile elde edilirler. Genel olarak samanlar, az miktarda protein ve mineral madde ile birlikte başlıca sellüloz, hemisellüloz ve lignin içermektedir. Yüksek ham selüloz içeriği nedeniyle, saman hayvanlar tarafından zor sindirilmekte, sindirim sisteminde uzun süre kalmakta ve hayvanlara sadece tokluk hissi vermektedir. Bu yüzden de, sığırlar için sadece balast (dolgu) maddesi özelliği taşımaktadır. Sellülozca zengin kaba yemlerin yem değerinin artırılmasında fiziksel, kimyasal ve biyolojik işleme yöntemleri kullanılmaktadır. Özellikle fiziksel (bitkilerin çeşitli kısımlarının ayrılması, buharla işleme, öğütme, peletleme vb.) ve kimyasal (üre, sodyum hidroksit, potasyum hidroksit gibi alkaliler ve sulu veya susuz amonyak ile işleme) işleme yöntemleri kaba yemlerin besleme değerinin artırılmasında geçmişten günümüze kadar kullanılmış olup halen de kullanılmaktadır. Ancak söz konusu işleme yöntemleri ile besleme değerinde sağlanan gelişme hiçbir zaman belirli bir düzeyin üzerine çıkamamıştır. Bu nedenle günümüzde bu alanda biyolojik yöntemlerin (bazı böcek, bakteri ve funguslarla mikrobiyal işleme, sellülaz, hemisellülaz, pektinaz ve ksilanaz ile enzimatik işleme, inokulant ilavesi) uygulanması daha çok yaygınlaşmıştır.

Bu çalışmada, lignosellülozik (lignin ve selülozca zengin bitkisel üretim artıkları) materalin besleme değerini geliştirebilmek için biyolojik bir yöntem üzerinde durulmuştur. Bu amaçla, ülkemizde ruminant beslemede yaygın olarak kullanılan buğday, eltik ve yem bezelyesi samanına, enzim, inokulant ve enzim inokulant ilavesi yapılarak, bu uygulamaların farklı samanların besleme değeri üzerindeki etkileri araştırılmıştır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Lignosellülozlu materyal olarak saman

Kaba yemsiz olarak düşünölemeyen ruminant beslenmesi yurdumuzda lignosellülozlu materyal olarak daha çok samana dayanmaktadır.

Saman; tahılların baklagillerin ve benzeri bitkilerin olgunlaşmış tohumları elde edildikten sonra harmanda ele geçen kalıntıları olup elde edildiğı bitkilerin sap ve yapraklarından meydana gelir. Bitkinin hayat devrelerini tamamlamış ham selülozca zengin kısımları olduklarından besin değeri düşüktür. Suda kolay çözülebilen besin maddeleri daha sonraki yaşam döneminde bitkiye hayat verecek olan tohumlara taşındığından sap ve yapraklarda sindirimi zor olan besin maddeleri kalmıştır, aynı zamanda bitki hücre duvarı lignin, kitin ve silisyum birikimi nedeniyle parçalanamaz ya da çok zor parçalanabilir bir hal almıştır. Samanın besin değeri bitkinin yetiştiğı toprak ve iklime göre değişiklik göstermektedir. Asıl değişiklik bitkinin tür ve çeşidine göre olmaktadır. Yurdumuzda elde edilen saman türlerinin besin maddeleri kompozisyonu Çizelge 2.1'de gösterilmiştir (Ergün ve ark. 2004).

Çizelge 2.1. Yurdumuzda elde edilen saman türlerinin besin maddeleri kompozisyonu

Özellikler	Buğday samanı	Pirinç samanı	Yem bezelyesi
KM, %	90.00	91	86
Ham protein	3.30	4.50	10.5
Ham kül	6.4	17	7.7
Ham selüloz	35.35	35.1	41
Ham yağ	2.5	1.4	1.9

Toprağın yapısı üzerinde yetişen bitkinin yapısını dolayısıyla samanın yapısını etkilemektedir. Azotlu gübrelerle gübreleme o topraktan elde edilen samanın ham protein miktarını artırmaktadır. Hızla gelişen bitkilerde değeri besin maddelerinin hepsi tohuma taşınmadan önce yaşam döngüsü sona erdiğinden bir kısmı sap ve yapraklarda kalmakta ve bu tür bitkilerin samanları daha değeri olmaktadır. Bu nedenledir ki yazlık samanlar kışlık samanlardan daha değerlidirler. Aynı zamanda bol yapraklıdır, saplar daha yumuşaktır ve dolayısıyla çiğneme sırasında daha az enerji harcanır. Fakat yazlık saman daha higroskopik olduğundan yağışlı mevsimlere veya bölgelerde daha kolay bozulabilir.

Ekstansif tarımla elde edilen saman entansif tarımla elde edilenden daha değerli olmakta, bu durum samanın kendisinden değil tarlayı sarmış olan yabancı otların hasat zamanında henüz kartlaşmamış olmalarından ileri gelmektedir. Bol yağışlı yıllarda ve sulanan tarlalardan elde edilen samanlar ham protein ve mineraller bakımından kurak yıllar veya susuz tarım yapılan yerlerden elde edilenlerden daha değerlidir.

Samanların yapı ve besin değerleri arasında farklılıklar bulunmakla beraber bu farklar aynı yemin danesi veya yeşilleri arasında ki farklar kadar büyük değildir. Baklagil samanları buğdaygil samanlarından daha değerlidirler. Buğdaygil samanları sindirilebilir ham protein (HP) bakımından oldukça fakirdirler (%1-2), ham selüloz miktarı ise %50'nin üzerine çıkabilir, ham yağ (HY) miktarı %1-2 civarındadır. Sindirilebilir besin maddelerinin %28-50'sini N'siz öz maddeler oluşturur ki bu miktarın da %32'si lignin benzeri karbonhidratlar, %54 kadarı pentozanlar ve %14 kadarı diğer karbonhidratlardan oluşmaktadır. Minerallerden fakir olup silisyumdioksit miktarı yüksektir. Vitaminler önemsiz miktarda olup bir miktar D vitamini içerirler. Baklagil samanlarında lignin: hemiselüloz oranı yüksek olmasına karşın buğdaygil samanlarının silika oranı daha fazladır. Lignin ve silika negatif korelasyona eğilimli oldukları halde her ikisi de selüloz ve hemiselüloz gibi strüktürel karbonhidratların sindirimini engellerler. Karbonhidratlar genellikle yapısal olan ve yapısal olmayan olmak üzere ikiye ayrılarak incelenirler. Yapısal olmayan bileşikler olan şekerler, nişastalar ve fruktozanlar %20'den daha az yer işgal ederler. Bu bileşikler yüksek sindirilebilirliktedirler ve etkili olarak kullanılırlar. Yapısal karbonhidratlar olan hemiselüloz, selüloz, pektin ve lignin ham selüloz adı altında incelenir, miktarı bitkinin yaşı ile birlikte artarken eriyebilirlik ve sindirilebilirlik de azalır. Bitki hücre duvarı yapısında bulunan selüloz amorf bir matriks oluşturacak şekilde organize olmuştur. Genç bitkide 1. hücre duvarı başlıca selüloz ve hemiselülozdan oluşmasına rağmen olgun bitkide polisakkarit materyalden oluşan lignin adı verilen 2. bir hücre duvarı bulunmaktadır. Henüz yapısı tam anlamıyla çözümlenememiş kompleks bir bileşik olan lignin; phenyl-propanın 3 türeviden oluşan p-coumaryl alkol, coniferyl alkol ve sinapyl alkolden köken almış bir polimerdir (Fiecher 1983). Tam bir lignin molekülü kompleks bir şekilde birbirleriyle çapraz bağlı phenylpropanoid birimlerinden oluşmuştur. Lignin fiziksel ve kimyasal parçalanmaya karşı büyük bir direnç göstermektedir, bu sayede yer çekimi, rüzgar, yağmur gibi mekanik etkilere karşı bitkiyi koruyabilmektedir. Bitkiler bu zorlamalara karşı lignin ile desteklenmiş destek organlarını evrim süresince kazanmış ve kara hayatına adapte olmuşlardır. Bitkinin destek ve dayanıklılık kazanması için duvar yapısında biriken lignin gerek selüloz ve gerekse hemiselüloz ile bağlantılı olup bitkiyi mikroorganizma saldırısına karşı koruyucu güce sahiptir. Lignin kompleks yapısı rumen mikroorganizmaları-

nın parçalayıcı etkisine karşı koyabilmekte böylelikle yapısında bulunan besin maddelerinin sindirilmesine engel olduğu gibi aynı zamanda bunları hücre içerisinde tutsak ederek besin maddelerinden yararlanmayı engellemektedir.

Bu nedenle samanların sindirilme derecesi düşük bir kaba yem özelliği kazanmalarında lignin kompleksinin etkisi çok büyüktür (Muğlalı 1993)

Kaba yemin sindirilebilirliğindeki olumsuz etkisi nedeniyle lignin hakkında pek çok araştırma yapılmıştır. Ligninin kendisi hayvan tarafından sindirilmediği gibi kaba yemin sindirilmesini de mikroorganizmaların veya sindirim sularının nüfuz etmesini önleyerek inhibe etmektedir. Öğütme, fiziksel reaksiyonun yavaşlamasının bir miktar üstesinden gelirse de asıl önemlisi lignin ile karbonhidrat polimerleri arasındaki çapraz bağlardır. Bu çapraz bağlar enzim aktivitelerini yok etmekte böylelikle enzimler karbonhidrat zincirlerini hidrolize edemekte ve rumen mikroorganizmalarınca kullanılamamaktadır. Lignin aynı zamanda protein ve karbonhidratların hücre duvarında bağlamakta, bunun sonucunda da hücre duvarı düşük sindirilebilirlikte olmaktadır (Seoane 1982).

Bitki gövdesindeki lignin miktarı yapraklarınkinden fazladır. Lignifikasyon artıkça yemin kalitesi düşmektedir bu yüzden ki düşük kaliteli yemler yüksek lignin miktarına sahiptirler. Öğütme işlemi genellikle sindirilebilirliği bir miktar arttırmaktadır. Bu durum bu tür kimyasal maddelerin bitki liflerini şişirmesi ve bazı lignin-karbonhidrat bağlarını yarması sonucu olmaktadır. Lignin formasyonunu etkileyen 4 faktör vardır. Bunlar önem sırasına göre; iklim, bitkinin yaşı, ışık yoğunluğu ve azotlu gübrelemedir. Yüksek ısı ve bitkinin yaşının ilerlemesi lignin formasyonunu artırmakta ve böylelikle bitkinin sindirilebilirliğini azaltmaktadır. Işık yoğunluğunun artması sindirilebilirliği artırırken azotlu gübrelerle yapılan gübreleme lignin formasyonunu arttırmakta hücre duvarı içeriğini azaltmaktadır. Işık yoğunluğu ve azotlu gübrelerle yapılan gübrelemenin, ısı ve bitkinin yaşı ile karşılaştırıldığında lignin formasyonu üzerindeki rolleri daha az olmaktadır (Muğlalı 1993).

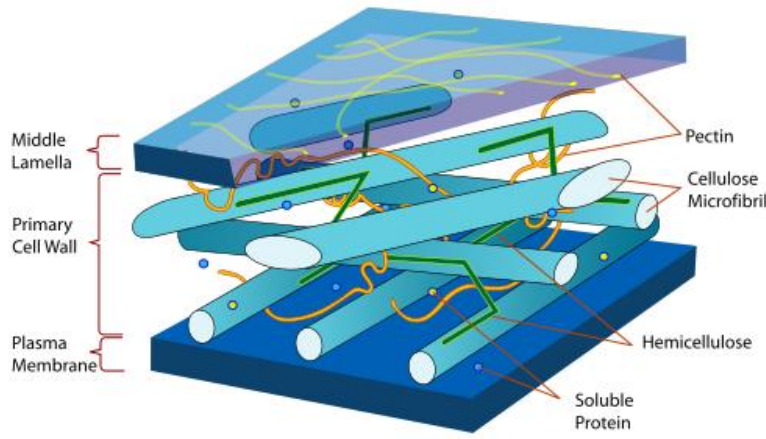
2.2. Lignoselülozik Kaynaklar ve Özellikleri

Dünya yıllık bitki ve tarımsal artık miktarı yaklaşık olarak 2.273.080.000 tondur. Türkiye'de ise her yıl 36.940.000 ton tarımsal artık elde edilmekte olup bunun 18 milyon ton kadarı buğday sapı, 8 milyon tonu arpa sapı, 2.5 milyon tonu mısır sapı, 3 milyon tonu pamuk sapı, 2.5 milyon tonu ayçiçeği sapı, 200 bin tonu pirinç sapı, 240 bin tonu çavdar sapı, 300 bin tonu tütün sapı, 2 milyon tonu kendir kenevir, 200 bin tonu göl kamışı oluşturmaktadır (Anonim 1995).

Tarımsal artıkların ucuzluğu, atmosferdeki karbondioksit gazını kullanarak oluşma nitelikleriyle enerji üretiminde kullanıldığında, atmosferdeki sera gazı artışına katkıda bulunmayışı ve gıda maddesi olarak insanlar tarafından tüketilmeyenler sınıfına girdiği için lignoselülozik biyokütlenin enerji alanında değerlendirilmesi cazip görünmektedir. Yüksek bitkilerin hücre duvarları lignoselüloz içerir. Ligninin ayrılması durumunda geriye polisakkarit türevi kalır. Bitki hücresindeki polisakkaritlere haloselüloz da denir. Haloselülozlar selülozlar ve hemiselülozlardan oluşur. Haloselüloz hidroliz edilirse C6 ve C5 şekerleri, üronik asitler ve asetil gruplar elde edilir. C6 şekerleri glikoz, mannoz ve galaktozdur. C5 şekerleri ise başlıca ksiloz ve arabinozdur. Her bir bileşiğin oranı bitki kaynağına göre değişir (Beyatlı 1996). Lignoselülozik doğal kaynakların temel bileşenleri selüloz, hemiselülozlar, ligninler, özütlenabilir maddeler ve inorganiklerdir. Doğada selüloz; çeşitli nişasta, pektin ve hemiselüloz gibi polisakkaritlere bağlı olarak bulunur. Hemiselülozlar ise galaktoz, mannoz, ksiloz, arabinoz ve diğer şekerlerle; üronik asitlerin polimerleri ve heteropolimerlerini içerirler. Bunlara ek olarak, doğadaki hemen hemen her selüloz, selüloz-lignin karışımı halinde bulunur.

2.2.1. Selüloz

Bitki dünyasında en fazla bulunan ve en basit yapıya sahip olan, aynı zamanda hücre duvarı yapısında yer alan yapısal polisakkaritlerin en önemlilerinden birisi selülozdur (Eriksson ve ark. 1990). Selüloz, glikoz ünitelerinin β -1,4 bağları ile bağlanması sonucu oluşmuş bir homopolimerdir. Selüloz molekülünün büyüklüğü (polimerizasyon derecesi) bitki hücresinin duvarında bulunan ikincil duvarda her molekülde 500'den daha az glikoz biriminin bulunmasına bağlı olarak değişir (Ljungdal ve Eriksson 1985). Selülozun yapısı Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Bitkilerdeki temel hücre duvarının moleküler yapısı (Wikipedia 2008)

Selüloz; bütün bitkilerin temel yapı taşıdır. Selülozun en önemli görevi bitkilere sağlamlık, diklik ve destek sağlamaktır. Doğada saf halde bulunmaz. Odunun ağırlıkça %40'ını, ketenin %60-85'ini pamuk liflerinin %85-90'ını selüloz oluşturur (Johansson ve ark. 1999). Genellikle selülozun bitki hücre duvarındaki oranı hücre tipine ve evresine göre değişmektedir. Örneğin; birincil duvarın kuru ağırlığının %20-40'ı selülozdan oluşurken ikincil duvarın %40-60'ı selülozdan meydana gelmektedir (Nugzar 1997). Pamuk tohumunun ikincil duvarının %100'ü selülozdur. İkincil hücre duvarı mikrofibrilleri birincil hücre duvarı mikrofibrillerine göre daha yoğundur ve daha çok selüloz kristalleri içerir. Selüloz doğada hemen hemen hiçbir zaman tek başına bulunmaz. Genellikle diğer bitkisel maddelerle beraber bulunur. Bu selülozun doğal ortamda parçalanmasını etkilemektedir. Selüloz fibrilleri öncelikle hemiselüloz, pektin ve proteinlerin dahil olduğu diğer polimerlerin matriksine gömülmüş haldedir. Selüloz, hücre duvarına turgor basıncına dayanabilecek gerilebilir bir kuvvet verir. Eğer hücre duvarındaki su lignin ile değiştirilirse yüksek bir kuvvet elde edilir. Doğada birkaç çeşit selüloz bulunmaktadır. Bunların hepsi de endüstri açısından önemlidir fakat değişik amaçlar için kullanılırlar. Selüloz türleri birbirinden a,b,d harfleriyle ayırt edilir. a- selüloz, pamuktaki selüloz türüdür. Bütün türler arasında en önemli olanıdır. “Hemi-selüloz” adını alan b- selüloz ve d-selüloz ise asitler ve bazlara karşı daha az dayanıklı moleküller dallanmış halde ve daha kolay kopabilme özelliğine sahiptir (Anonim 1984).

2.2.2. Hemiselüloz

Lignoselülozik maddelerin selülozdan sonraki en önemli bileşenleri hemiselülozlardır. Selüloz gibi kristalin bir yapıya sahip değildir. Hemiselülozlar, odundaki selüloz olmayan başlıca polisakkaritlerdir. Hücre çeperindeki polisakkaritlerin %20-35 'ini oluşturmaktadırlar.

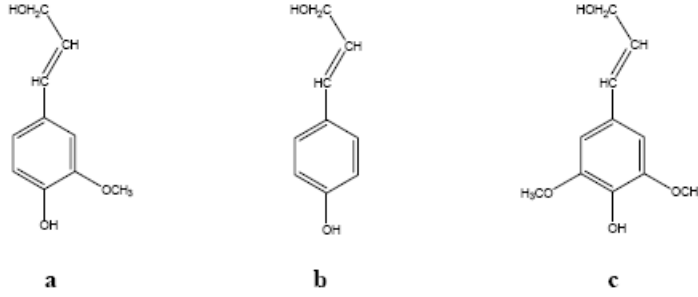
The diagram shows a polysaccharide chain composed of several sugar units in their cyclic Haworth projections. From left to right, the units are: an acetate-protected sugar (likely xylose), a glucose unit, a galactose unit, a glucose unit, and an arabinose unit. The galactose unit is substituted at its C2 position with a side chain consisting of a glucose unit linked to a glucuronic acid unit. Arrows indicate the specific action of three enzymes: *endo-1,4-β xylanase* acts on the 1,4-β glycosidic bond between the acetate-protected sugar and the first glucose unit; *α-D-glucuronidase* acts on the 1,3-β glycosidic bond between the glucose and glucuronic acid units in the side chain; and *α-arabinofuranosidase* acts on the 1,5-α glycosidic bond between the glucose unit and the terminal arabinose unit.

(<http://chemistry.umeche.maine.edu/CHY431/Wood14.html>)

Bitkide kök ve gövdenin odunsu yapısını oluşturan madde olarak da bilinir. “Odunun özü” de denen su geçirmez bir yapıya sahiptir. Yaşlanmış ölü hücrelerin selüloz çeperleri üzerinde birikerek bitkiyi uygun olmayan çevre şartlarından korur (Martinez ve ark. 2001). Lignin bir glikozit olup kolayca glikoz ve aromatik bir alkole ayrıştırılabilmektedir. Bu glikozit koniferin olarak adlandırılır. Bu bileşikten türeyen alkole de buna uygun olarak koniferil alkol denilmiştir (Strayer ve ark. 2002). Potasyum permanganat ile ligninin oksidasyonu sonucu

hemipin asitleri ve türevleri meydana gelmektedir (Sfountoulakis ve Dokianakis 2002). İğne yapraklı ağaç odunları lignininden esas itibari ile “guayasil” kalıntısı taşıyan parçalanma ürünleri elde edilmesine karşılık, yapraklı ağaç odunu lignininden yukarıdaki ürünlerin yanı sıra aynı seri içinde “şiringil” kalıntısı taşıyan ürünlerde elde edilmektedir (Elke ve ark. 1997). Lignin bir karbonhidrat olmamakla beraber fonksiyonları bakımından karbonhidratlara yakın bir maddedir. Hücrede sekonder çeper yapısına büyük oranda iştirak eder. Hücre çeperini oluşturan selüloz misellerin arasını amorf lignin doldurur ve böylece dokuda odunlaşma meydana gelir (Hirofimi ve ark. 1999). Çam ağaçlarının iğnelerinde yoğun miktarda bulunan ligninin, çürüyüp toprağa karışması uzun bir zaman aldığından çam ağaçlarının altında birikir. Bu biriken maddeler yavaş yavaş çözündükçe toprakta asit birikmesi olur. Ayrıca alt tabakadaki bitkiler oluşan bu iğne yumağının altında kaldığı için ışık alamayarak çürürler (Breen 1999). Parçalanma ürünlerinden anlaşılmaktadır ki; ligninin temel yapı taşı bir aromatik çekirdek ile bir propan zincirinden oluşmaktadır (Guiraud ve ark. 1998). Burada molekülün bazı yerlerinde çeşitli fonksiyonel gruplar bulunmaktadır. Bu gruplar sayesinde çeşitli diğer birimlere bağlanabilme olasılıkları ortaya çıkmaktadır (Adosinda ve ark. 2002). Ligninin temel yapı taşı veya temel birimi fenil propan olarak adlandırılmaktadır. Fenil propan üyeleri çok çeşitli tarzlarda birbirlerine bağlanarak lignini meydana getirirler (Adosinda ve ark. 2002). Lignin kimyasal olarak polisakkaritlere bağlı olarak bulunur. Bunca çalışmalara rağmen lignin hakkında yeterli bilgi elde edilememiştir. Bunun nedeni elde etme esnasında; özütleme aşamasında maddenin doğasının bozulmasıdır. Bu yüzden kimyacılar odun özünü (lignini) doğada bulunduğu biçimiyle elde edememekte, asıl madde yerine türevlerini incelemek zorunda kalmaktadırlar. Lignin; kağıt üretiminde kükürt dioksit, sodyum sülfid ya da sodyum hidroksit gibi maddeler yardımı ile odun hamurundan ayrılır. Ayrılan bu lignin kendisinden yararlanılacak uygun bir kimyasal teknolojinin yokluğu nedeni ile çoğunlukla yakılır.

Ligninin kimyasal yapısını incelediğimizde birbirine yakın üç aromatik bileşikten meydana geldiğini görürüz. Bu maddeler koniferil alkol, sinapil alkol ve p-kumaril alkoldür. Lignin asitlerle kolayca hidroliz olmaz. Bu alkoller içinde koniferil alkol esas bileşen olup, kozalaklı ağaçların lignininde %90, yayvan yapraklı ağaçların lignininde ise %50 oranında koniferil alkol bulunur (Chrestini ve ark. 1998). Ligninin tek karbon/enerji kaynağı olarak mikroorganizmalar tarafından kullanılamaması standart zenginleştirme yöntemleri ile lignini degrade eden mikroorganizmaların izolasyonunu güçleştirmektedir (Crawford 1981). Ligninin birimleri Şekil 2.3’te gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Lignini oluşturan yapılar a) koniferil alkol; b) *p*-kumaril alkol; c) şiringilalkol (Valanzuela 2006)

2.3. Lignosellülozlu materyalin fiziksel ve kimyasal yöntemlerle sindirilebilirliğinin artırılması

Bitki hücre duvarında bulunan lignin kompleksinin yıkımlayarak saman gibi düşük değerli lignosellülozlu artıkları değerli bir yem haline getirmeye yönelik çalışmalar uzun süreden beri devam etmektedir. Bu çalışmalar daha çok fiziksel ve kimyasal metotlar üzerinde yoğunlaşmıştır.

Kimyasal yöntemler arasında samanın asit ve alkalilerle muamelesi üzerinde durulmuş, bunlar arasında formik asit (Wing ve ark. 1976, Wilkinson ve ark. 1991), silaj yapma (Xu ve ark. 2006, Xing ve ark. 2009, Zhang ve ark. 2010, Li ve ark. 2010), üre ve amonyak (Nakashima ve ark. 1993), hidroklorik asit, sülfürik asit ve özellikle sodyum hidroksit (Hunt ve ark. 1983, Hunt ve ark. 1984, Kloptenstein ve ark. 1972) üzerinde çalışılmıştır.

Fiziksel yöntemler arasında ise kaynatma (Lancaster ve ark. 1988), otoklavlama (Lancaster ve ark. 1988, Tagari ve ark. 1986), ısıtma (Yu ve ark. 1975, Pena ve ark. 1986, Tagari ve ark. 1986), doğrama (Hunt ve ark. 1984), ince öğütme, un haline getirme üzerinde çalışılmıştır. Fiziksel metotlar uygulanma sırasındaki enerji kullanımı nedeni gibi ekonomik nedenler ve sonuçların yetersiz olması nedeniyle uygulama alanı bulamamış, kimyasal metotlar ise çevre kirliliğine yol açmaları uygulamada sıkıntı yaratmıştır.

2.3.1. Asit ile Hidroliz

Lignosellülozik materyallerin işlenmesinde konsantre H₂SO₄ ve HCl kullanılmaktadır. Bunlar selüloz hidrolizinde etkili kimyasallardır ancak toksik, korozif, tehlikeli olmaları ve korozyona dayanıklı reaktörlerin kullanılma zorunluluğu dezavantajını oluşturur. Ekonomik açıdan hidrolizden sonra kuvvetli asit geri kazanılmalıdır. Seyreltik asit hidrolizi uygulaması

ile de selüloz hidrolizi önemli derecede sağlanabilmiştir (Esteghlalian 1997). Ancak, selülozun glikoza makul derecede dönüşüm hızını elde etmek için yüksek sıcaklıklar gerekmektedir (McMillan 1994).

Yüksek sıcaklık hemiselüloz şekerlerinin dekompozisyon hızını ve aynı zamanda teçhizat korozyonunu artırır. Yüksek sıcaklık ve düşük maruziyet zamanında glikoz verimi maksimum olmakta ancak bu bile teorik glikoz veriminin %50'si ile %60'ı arasına düşmektedir. Şeker degradasyonunu azaltmak için iki aşamalı hidroliz prosesi geliştirilmiştir. İlk aşamada ılımlı koşullarda (170-190°C) hemiselüloz fraksiyonu hidroliz edilir ardından daha sert koşullarda (200-230°C) selüloz hidrolizi gerçekleştirilir. İki aşamalı asit hidrolizi ile yumuşak odundan %70-98 verimle ksiloz, galaktoz, mannoz ve arabinoz elde edilebilmiştir, fakat glikoz verimi yine düşük olmaktadır (%50). Genel olarak, selülozun asitlerle hidrolize edilmesinde en büyük sorun, yoğun hidrojen bağları ile sıkışık haldeki kristalin bölgelerin asitlerle reaksiyonunun, amorf bölgelere ve hemiselülozlara göre daha zor olması olarak ifade edilebilir. Bu nedenle, asitlerle selülozun hidroliz edilmesi, kristallik derecesi ile yakından ilgilidir. Asitlerin selülozu parçalaması (hidroliz etmesi) konsantrasyona bağlı olarak genellikle iki aşamada olur. İlk aşamada asitler, kolayca ulaşabildiği amorf bölgeleri parçalar ve uzaklaştırır. Amorf bölgesi uzaklaşan selüloz hidroselüloz olarak isimlendirilir. Bu nedenle bozulmadan kalan selülozun kristallik derecesi artar. Derişik asitlerin kullanılması ve reaksiyon süresinin uzatılması sonucu selüloz monomerik yapı taşı olan glikoza dönüşebilir. Tipik olarak, odunların asitlerle hidrolizasyona uğratılmasıyla selülozdan %90 saflıkta glikoz elde edilebilir. Seyreltik asit uygulaması selüloz hidrolizini önemli derecede artırır ancak buhar ve amonyak uygulamasından daha pahalıdır ve enzimatik hidroliz ve fermentasyon prosesinden önce pH'nın nötral yapılması gerekmektedir.

2.3.2. Alkali ile Hidroliz

Bazı bazılar da lignoselülozik materyallerin ön işlemleri için kullanılabilir ve bazik ön işlemin etkisi kullanılan materyalin lignin içeriğine bağlıdır (Fan ve ark. 1987, McMillan 1994). Alkali ile hidroliz mekanizmasında çapraz bağlı ksilan hemiselülozlardaki ve diğer bileşenlerdeki (lignin ve diğer hemiselülozlar) intermoleküler ester bağlarının sabunlaştığı düşünülmektedir. Seyreltik NaOH uygulaması, lignoselülozik materyallerin şişmesine, iç yüzey alanının artmasına, polimerizasyon derecesinin azalmasına, kristalliğin azalmasına, lignin-karbohidrat arasındaki yapısal bağların kırılmasına ve lignin yapısının bozulmasına sebep olmaktadır (Fan ve ark. 1987). Sert odunun NaOH ile bozundurulması lignin içeriği azaldıkça artmıştır. Ancak, seyreltik NaOH uygulaması lignin içeriği %26'dan fazla olan yumuşak

odunlarda etkili olamamıştır. Yüzde 10-18 oranında düşük lignin içeriğine sahip samanların hidrolizinde de NaOH etkili olmuştur. Baz ile hidroliz prosesinde amonyakta lignini uzaklaştırmak için kullanılmaktadır. Amonyakın tekrar dönüşümünün sağlandığı ve 170 °C’de % 2,5-20 amonyak konsantrasyonunda ve 1 saat işlem şeklinde uygulanan bir proseste mısır koçanının lignini %60-80 azaltılmış; aynı işlemle switchgrass bitkisinin lignini ise % 65-85 uzaklaştırılmıştır.

2.3.3. Biyolojik Ön İşlemler

Biyolojik ön işlem proseslerinde atık materyallerdeki lignin ve hemiselülozu parçalamak için kahverengi, beyaz ve yumuşak küf mantarları kullanılır (Schurz 1978). Kahverengi küf mantarları selüloza hücum ederken, beyaz ve yumuşak küf mantarları selüloz ve lignine hücum eder. Lignoselülozik materyallerin biyolojik ön işlemlerinde, beyaz-rot funguslar en etkili olan *Basidiomycetes* (küf mantarları/şapkalı mantarlar)’dır (Fan ve ark. 1987). Hatakka (1983), tarafından yapılan bir çalışmada, buğday samanının 19 beyaz-rot fungusıyla ön işlem tabi tutulmuş ve samanın %35’i *Pleurotus ostreatus* ile 5 haftada indirgen şekerlere dönüştürülebilmektedir.

2.3.4. Enzimatik Hidroliz

Selülozun enzimatik hidrolizi oldukça spesifik olan selüloz enzimleri tarafından gerçekleştirilir (Beguın ve Aubert 1994). Enzimatik hidroliz asidik ve bazik hidroliz ile karşılaştırıldığında verimi düşüktür. Enzim hidrolizi genellikle ılımlı koşullarda (pH 4.8 ve sıcaklık 45-50°C) yürütülür ve bir korozyon problemi oluşturmaz Selüloz zincirleri selüloz enzimleri tarafından glikoz moleküllerine kırılabilir. Polifenol oksidaz, lakkaz ve kinon indirgeyici enzimler de lignini parçalayabilmektedir. Biyolojik ön işlemlerin avantajları olarak düşük enerji ihtiyacı ve ılımlı çevre koşulları sayılabilir. Ancak, birçok biyolojik proseste hidroliz hızı oldukça düşüktür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. MATERYAL

3.1.1. YEM MATERYALİ

Çalışmanın materyalini buğday, çeltik ve yem bezelyesi samanı oluşturmuştur.

3.1.2. MATERYALLERİN HAZIRLANMASI

Araştırma, Kontrol (K), Enzim (E), İnokulant (İ) ve Enzim+İnokulant (EI), olmak üzere her gruba ait 3 tekerrür içeren 4 muamele grubundan oluşmaktadır. Araştırmada deneme materyalleri farklı katkı maddelerinin kullanılacağı 4 ana kısma ayrılacak her bir kitle naylon serili bir zemin üzerine ince tabaka oluşturacak şekilde yayılmıştır. Taze materyal ağırlıkları önceden tartılarak tespit edilen (10 kg) her üç kitleden LAB uygulanacak gruba *Lactobacillus plantarum* ve *Enterococcus faecium* içeren (Pioneer® 1188, USA) inokulanttan 0.33 g tartılarak üzerine 20 ml çeşme suyu konarak ve iyice karışması sağlandıktan sonra taze materyal üzerine homojen bir şekilde el pülverizatörü ile püskürtülmüştür. Enzim olarak, hemisellüloz, pentozonaz, sellüloz ve amilaz içeren (Global, Kocaeli/Türkiye) katkı maddesi 0,1 g tartılarak üzerine 20 ml çeşme suyu konarak ve iyice karışması sağlandıktan sonra taze materyal üzerine homojen bir şekilde el pülverizatörü ile püskürtülmüştür. Enzim inokulant grubunda ise inokulant ve enzim birlikte kullanılmıştır. Kontrol grubuna ise diğer muamele gruplarına eşdeğer 20 ml çeşme suyu ilave edilmiştir. Katkı maddesi ilavesinden sonra samanlar her muamele grubu üzerinden 5 tekerrür olmak üzere paket silaj makinesi ile paketlenmiştir. Katkı maddelerinin eklenmesinde her grup için ayrı ayrı el spreylere ve plastik eldivenler kullanılarak homojen dağılım sağlanmaya ve kontaminasyonun önüne geçilmesine çalışılmıştır..

Fermantasyonun 60. gününde açılan örnekler üzerinden pH, kuru madde (KM), ham protein (HP), ham kül (HK), ham yağ (HY), nötr deterjan çözeltisinde çözünmeyen lif (NDF), asit deterjan çözeltisinde çözünmeyen lif (ADF), asit deterjan çözeltisinde çözünmeyen lignin (ADL) ve suda çözünebilir karbonhidrat (SÇK) analizleri gerçekleştirilmiştir. Laktik asit bakterileri (LAB), maya ve küf sayımları için mikrobiyolojik analizlerin yapıldığı çalışmada. ayrıca, enzimatik yöntemle silajların *in vitro* organik madde sindirilebilirlikleri saptanmıştır.

3.2. YÖNTEM

3.2.1. SİLAJ KALİTESİ BELİRLENMESİ İÇİN KULLANILAN YÖNTEMLER

Araştırmada kullanılan samanlarda silolama öncesinde ve silolama sonrasında kimyasal ve mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır

3.2.1.1. pH Analizleri

Saman örneklerinde taze materyalde ve açım sonrası elde edilen örneklerde pH ölçümleri için 50 g'lık örnekler 125 ml saf su ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 1 saat süre ile zaman zaman karıştırılarak tutulmuştur. Daha sonra örnekler süzölmüş ve elde edilen süzükte pH metre aracılığı ile okuma gerçekleştirilmiştir (Anonim 1986). Fermantasyonun 3., 7., 11., 15., 30. ve 60. günlerinde silaj örneklerinde pH analizleri yapılmıştır.

3.2.1.2. SÇK Analizi

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

3.2.1.3. Mikrobiyolojik Analizler

Çalışmada gerek silolama öncesi taze materyalde ve gerekse de son ürünler üzerinde LAB, maya ve küf yoğunluklarının saptanmasına yönelik analizler gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla 25 g'lık örnekler peptonlu su aracılığı ile 2 dakikadan az olmamak koşulu ile karıştırılıp mikroorganizmaların mümkün olduğu ölçüde materyalden ayrılması sağlanmıştır. Elde edilen stok materyalden logaritmik seride dilüsyonlar hazırlanarak 1 saati aşmayan zaman zarfında ekim işlemi yapılmıştır. Laktik asit bakterileri için ekim ortamı olarak MRS Agar, maya ve küfler için Malt Ekstrakt Agar kullanılmıştır. Örneklerle ait LAB, maya ve küfler için 30 °C sıcaklıkta 3 günlük inkübasyon dönemlerini takiben gerçekleştirilmiştir (Seale ve ark.

1990). Örneklerde saptanan LAB, maya ve küf sayıları logaritma koliform üniteye (cfu/g) çevrilmiştir.

3.2.2. HAM BESİN MADDE ANALİZLERİ

3.2.2.1. Ham Besin Madde Analiz Yöntemleri

Kuru madde miktarı; belli miktarda alınan silaj örneğinin 60 °C sıcaklıkta 48 saat süreyle kurutulması ve HK miktarı da 550 °C sıcaklıkta bir gece yakılması ile bulunmuştur. HP, belli miktardaki yem örneğinin önce kuvvetli asitle yakılarak azotun amonyum sülfata, daha sonra da baz ile muameleye tabii tutularak amonyak formuna dönüştürülmesi ve bu amonyaklı belli normalitedeki bir asitle titrasyonu sonucu elde edilen sarfiyattan hesaplanmıştır. Organik maddeleri oluşturan diğer komponentlerden HY; belli miktardaki yem örneğinin dietil eter ile 6 saat sürekli ekstraksiyona tabi tutulması sonucu elde edilmiştir.

3.2.2.2. Enzimde OM Çözünabilirliği Analiz Yöntemleri

Çalışmada saman örneklerindeki *in vitro* enzimde OM çözünabilirlik düzeyinin saptanması Naumann ve Bassler (1993) tarafından önerilen selüloz yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Yönteme göre, kurutularak öğütülmüş materyalden alınan 0.3 g'lık örnek daha önce altı kapatılmış olan süzgeçli cam kaplara (80 °C ısıya dayanıklı, por. 1, altı ve üstü kapaklı, 50 ml'lik Gooch krezeller) tartılır. Her biri 3'er paralel olacak şekilde tartılan yem örnekleri üzerine 40 °C sıcaklıktaki pepsin+HCl çözeltisinden 30 ml ilave edilir ve cam kabın üst kısmı kapatılır. Cam kaplar 40 °C sıcaklığa ayarlı inkübatör dolabına konur ve 5 saat sonra kaplar iyice karıştırılır. Burada enzim aktivitesinde herhangi bir yetersizliğe neden olmamak için, çözelti sıcaklığının 39-40 °C sıcaklıkta tutulmasına dikkat edilmiştir. Cam kaplar 24 saat inkübatör dolabında kaldıktan sonra 80 °C sıcaklıktaki su banyosunda 45 dakika bekletilerek nişastanın hidrolizi sağlanır. Bu işlemin ardından cam kaplar açılarak içindeki çözelti vakum pompası yardımı ile emilir ve içinde kalan kısım sıcak su ile yıkanır. Alt kısmından kapatılan cam kaplara selüloz+buffer çözeltisinden 30 ml ilave edilir ve 40 °C sıcaklıktaki inkübatör dolabında 24 saat bekletilir. Bu işlem sonrası cam kapların kapakları açılır, çözelti süzülür ve sıcak su ile yıkanır. Süzme işleminden sonra 105 °C sıcaklığa ayarlı kurutma dolabında bir gece boyunca kurutulup, tartım işlemi yapılır. Cam kaplar 550 °C sıcaklığa ayarlı kül fırınında en az 90 dakika yakılmış ve tartım gerçekleştirilmiştir.

Analizler sonrası elde edilen sonuçlardan yararlanılarak enzimde çözünen OM miktarları aşağıdaki eşitlikler yardımı ile bulunmuştur.

Organik madde sindirilebilirliği, % = $[B1-(A1-A2) \times 100]/B1-C1$

A1: 105 °C’de kurutulduktan sonraki dara+örnek ağırlığı, g

A2: 550 °C’de yandıktan sonraki dara+örnek ağırlığı, g

B1: Analize alınan örnek miktarı, g/KM

C1: Analize alınan örnekteki kül miktarı, g/KM

Enzimatik (selüla) yöntemde kullanılan çözeltiler; pepsin- HCl çözeltisi: 2g pepsin+0.1 N HCl; asetat buffer çözeltisi: 5.9ml asetik asit+ 1 litre destile su (çözelti A) ve 13.6g sodyum asetat + 1 litre destile su (çözelti B) hazırlandıktan sonra 400ml çözelti A ile 600 ml çözelti B karıştırılır; selüla buffer çözeltisi: 3.3 g selüla enzimi (trichoderma viride; onozuka R-10, 1 U/mg aktivite)+1 litre asetat buffer çözeltisi.

3.2.2.3. Hücre Duvarı İçerikleri Analiz Yöntemleri

Çalışmada saman örneklerinde NDF, ADF ve ADL analizleri Van Soest (1982) analiz yönteminde öngörülen prensipler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir (Close ve Menke 1986).

NDF analizi, hücrenin çözünabilir materyalinin sodyum lauryl sülfat içeren nötral çözücü ile kaynatılarak ekstraksiyonundan sonra hücre duvarı bileşenlerinin filtrasyon aracılığı ile ayrılması esasına dayanır (Close ve Menke 1986). 1 mm’ lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş yem numunesinden 0.5-1 g bir cam kaba tartılmıştır. Sırasıyla oda sıcaklığındaki 100 ml nötral çözücü solüsyonuna 93 g EDTA ve 34 g sodyum tetra borat tartılarak birlikte geniş bir kaba konmuştur. Distile su ilave edilmiş ve hafifçe ısıtılarak çözülmüştür. Bu çözeltiliye 150 g sodyum lauryl sülfat ve 50 ml 2-etoksietanol ilave edilmiştir. İkinci bir cam kaptaki 22.8 g susuz di sodyum hidrojen sülfat tartılır, distile su ilave edilir ve hafifçe ısıtılarak çözülmüştür. İlk çözeltiliye ilave edilmiş, karıştırılmış ve 5 litreye seyreltilmiştir. Çözelti pH’sı 6.9-7.1 arasında kontrol edilmiştir. Birkaç damla dekalın, 0.5 g sodyum sülfat katılmış ve geri soğutucuya takılmıştır. Çözelti hızla kaynama durumuna getirilmiş ve bir saat kaynatılmıştır. Ateşten alınıp 10 dakika tutulmuştur. Darası alınmış cam krozedeki düşük vakum aracılığıyla filtre edilmiştir. Kalıntı iki kısma kaynamaya yakın sıcaklıktaki su ve iki kısma asetonla yıkanmıştır. Cam kroze kurutma dolabında 103 °C sıcaklıkta 4 saat veya 100 °C sıcaklıkta bir gece tutulmuştur. Sonra desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır.

Hesaplama: NDF (g/kg KM) = a-b/Nx 1000

a = NDF içeren kuru cam krozenin ağırlığı, g

b =cam krozenin darası alınmış ağırlığı, g

N=örneğin ağırlığı, g

ADF analizinde, saman örneği cetil trimetil amonyum bromidin (CTAB)-H₂SO₄ solüsyonu ile kaynatılmıştır. Filtrasyon sonrasında başlıca lignoselüloz ile silikadan oluşan ve ADF olarak adlandırılan çözünmeyen materyal kalır (Close ve Menke 1986). Bir mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş numuneden 0.5 g kadar behere tartılmıştır. 100 ml soğuk H₂SO₄ - CTAB solüsyonu (100 g CTAB 5 litre 1 N H₂SO₄ çözülür, gerekirse filtre edilir) ve birkaç damla dekalın ilave edilmiştir. Isıtıcıya konmuştur. Solüsyon hızla kaynama durumuna getirilmiş ve 1 saat hafifçe kaynatılmıştır. Düşük bir vakum ile darası alınmış cam krozedden sıcakken filtre edilmiştir. Kalıntı kaynamaya yakın su ile köpük oluşumu bitene kadar yıkanmıştır. Daha sonra asetonla yıkanmıştır. Kroze kurutma dolabında 103 °C sıcaklıkta bir gece tutulmuştur. Desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır.

Hesaplama: ADF (g/kg KM) = a-b /N x 1000

a = ADF içeren kuru cam kroze ağırlığı, g

b =Darası alınmış cam krozenin ağırlığı, g

N =numune miktarı, g

ADL analizinde, %72'lik sülfirik asit içeren çözücü solüsyonun (%72'lik H₂SO₄-CTAB) selülozu ayrıştırması ile elde edilen kalıntının kül fırınında yakılması ile kütini de içeren lignin miktarı saptanmıştır (Close ve Menke 1986). Bir mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş numuneden 0.5 g kadar behere tartılır. 100 ml'lik soğuk %72'lik H₂SO₄- CTAB (100 g CTAB 5 litre %72'lik sülfirik asitte çözündürülmüştür, gerekirse filtre edilmiştir) ve birkaç damla dekalın ilave edilerek ısıtıcıya konmuştur. Solüsyon hızla kaynama durumuna getirilmiş ve bir saat hafifçe kaynatılmıştır. Düşük bir vakum ile darası alınmış cam krozedden sıcakken filtre edilmiştir. Kalıntı kaynamaya yakın sıcaklıktaki su ile köpük oluşumu bitene kadar yıkanmıştır. Daha sonra asetonla yıkama işlemine devam edilmiştir. Cam kroze yarıya kadar hazırlanan asit çözücü solüsyonu ile doldurulmuş ve asit uçana kadar karıştırılmıştır. Bu işlem üç defa tekrarlanmıştır. Oda sıcaklığında 3 saat muhafaza edilmiştir. Daha sonra düşük

vakumla süzölmüştür. Kroze 103 °C sıcaklıkta 4 saat kurutulmuş veya 100 °C sıcaklıkta bir gece tutulmuştur. Desikatörde alınmış, soğutulmuş ve tartılmıştır. Yakma fırınında 500-550 °C sıcaklıkta 3 saat süre ile yakılmıştır. Desikatöre alınmış, soğutulmuş ve tartılmıştır.

Hesaplama: $ADL \text{ (g/kg KM)} = a-b / N \times 1000$

a = Krozenin kurutmadan sonraki ağırlığı, g

b = Krozenin yakmadan sonraki ağırlığı, g

N = Numune miktarı, g

Yem materyallerinin selüloz ve hemiselüloz içeriklerinin saptanmasında NDF, ADF, ADL analizleri sonrasında elde edilen değerlerden yararlanılmış olup (Close ve Menke 1986), hesaplamada kullanılan formüller aşağıda verilmektedir;

Selüloz (g/kg KM) = ADF - ADL

Hemiselüloz (g/kg KM) = NDF – ADF

3.2.4. İstatiksel Analizler

Araştırmada elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmesinde varyans analizi, gruplar arasında farklılığın belirlenmesinde ise Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Soysal 1998). Bu amaçla SPSS (1999) paket programı kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Buğday samanı

Araştırmada kullanılan buğday samanının başlangıç materyaline ait kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4. 1. Buğday samanının başlangıç örneklerine ilişkin değerler

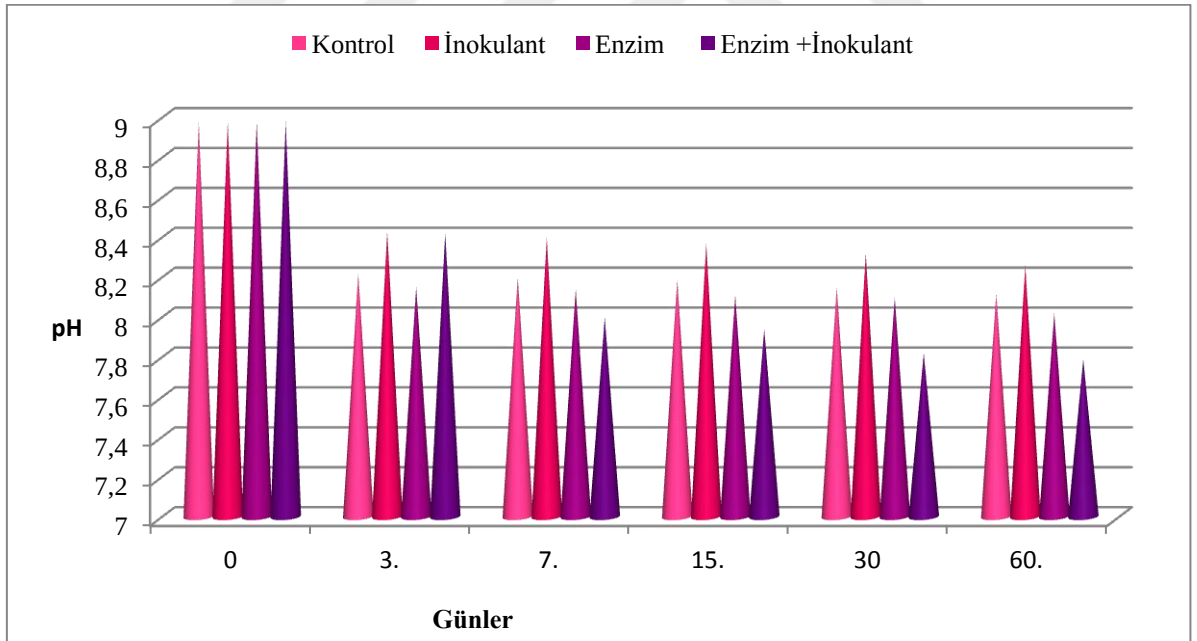
Özellikler	Buğday samanı
pH	8.49
KM, %	94.37
HP, %KM	3.90
HK, %KM	7.98
HY, %KM	1.6
NDF, %KM	68.43
ADF, %KM	46.81
ADL, %KM	13.22
SÇK, g/kg KM	23.2
LAB, log ₁₀ cfu/g TM	-
Maya, log ₁₀ cfu/g TM	3.06
Küf, log ₁₀ cfu/g TM	3.04

TM: Taze materyal; KM: Kuru madde; HP: Ham protein; HK: Ham kül; HY: Ham yağ; NDF: Nötral çözücüde çözünmeyen karbonhidratlar; ADF: Asit çözücüde çözünmeyen karbonhidratlar; ADL: Asit çözücüde çözünmeyen lignin; SÇK: suda çözünebilir karbonhidrat; LAB: laktik asit bakterisi; cfu: koloni oluşturan birim.

Çizelgede 4.1 'de verildiği gibi buğday samanını başlangıç materyaline ilişkin değerler sırasıyla KM içerikleri %94.37, pH değeri 8.49, HP içeriği 3.90 %KM, HK içeriği 7.98 %KM, HY içeriği 1.60 %KM, hücre çeperi içerikleri % KM içerisinde NDF, ADF, ADL sırasıyla 68.43, 46.81, 13.22, SÇK içeriği 23.2 g/kg KM, maya ve küf sayıları sırasıyla 3.06 ve 3.04 log₁₀ cfu/g TM olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.2'den de görüleceği gibi silolanan kitlede 60 günlük süreçte gerçekleşen açım lar sonrası saptanan pH değerleri incelendiğinde, gerek K grubu gerekse katkı maddesi gruplarında silajlarda sürekli olarak gözlenen düşüşler sonrası son ürünlerde pH değerleri K, İ, E ve İ+E gruplar için sırasıyla 8.26, 7.05, 6.69 ve 6.80 olarak gerçekleşmiştir. Katkı maddesi kullanımının gruplarda saptanan pH değerleri üzerinde etkisinin istatistiki anlamda önemli olduğu ($P<0.01$) saptanmıştır.

Çalışmada kullanılan buğday samanının başlangıç değerlerine göre pH değerlerinde özellikle E gruplarında daha fazla düşüşler olmuştur. pH değerlerinde gözlenen bu düşüş, enzimlerin hücre duvarını oluşturan selüloz, hemiselüloz gibi yapısal polisakaritleri parçalamasıyla açığa çıkan basit şekerlerin, homofermantatif ve heterofermantatif bakterilerin kullanımı için kaynak oluşturduğu bu nedenle pH' nın daha fazla düşmesi sonucu, fermentasyonun ilerleyen aşamalarında laktik asit bakterilerinin kullanımı için daha fazla basit şeker sağlanıp daha fazla laktik asit üretildiği için ortam asitliğinin artmasının bir sonucu olduğu düşünülmektedir. pH değerlerindeki düşüş, Shultz ve ark (1974), Gupta ve Pradhan (1977), Nakashima ve ark. (1993) ile Filya ve ark. (2001a, b) tarafından da bildirilmiştir.



Şekil 4.1. Buğday samanlarında açım dönemlerindeki pH değişimleri

Buğday samanlarının KM içerikleri incelendiğinde başlangıç KM içeriğine oranla (%97.37), fermentasyon sonrasında KM kayıpları söz konusu olmuştur. Katkı maddesi kulla-

nımının gruplarda saptanan KM değerleri üzerinde etkisinin önemli olduğu ($P<0.01$) saptanmıştır.

Çalışmada kullanılan samanın başlangıç materyaline ilişkin KM değerlerinin %90'ın üzerinde olduğu ve dolayısıyla iyi bir kurutma dönemi geçirdiği söylenebilir. Kuru otlarda KM içeriklerinin genellikle %88-92 arasında değişiklik gösterdiği bildirilmektedir (Ensminger ve ark. 1990).

Buğday samanlarının HP, HK ve HY içerikleri incelendiğinde (Çizelge 4.2) katkı maddesi ilavesinin fermentasyon sonrasında buğday samanlarının HP, HK ve HY değerleri üzerinde etkisinin önemli olduğu ($P<0.01$) saptanmıştır.

Buğday samanının başlangıçta 23.2 g/kg KM olan SÇK içerikleri fermentasyon sonrasında düşme eğilimi göstermiştir. Ancak bu etki K, İ ve İ+E grubu silajlarında daha belirgin bir şekilde gerçekleşmiştir. En yüksek SÇK içeriği 18.00 g/ kg KM ile E grubunda saptanmıştır. Gruplar arasındaki fark istatistiki anlamda ($P<0.01$) düzeyinde önemli bulunmuştur.

SÇK değerlerinde başlangıç değerlerine göre düşüşler söz konusu olurken SÇK değerleri E gruplarda daha yüksek seviyelerde tespit edilmiştir. SÇK başlangıç değerleri ve E gruplarında göre önemli bir artış göstermesinin sellülazın tek başına ve selülaz+ksilanazın sinerjik etkisiyle hücre duvarı kapsamının hidrolize edilerek basit şekerlere dönüştürülmesinin sonucu olduğu düşünülmektedir. Ksilanazın diğer iki enzime göre oldukça zayıf etki göstermesinin nedeni olarak, bu enziminin etki mekanizmasının samanların içerdiği sellüloz ünitelerinden glikoz birimlerini ayırmada sellüloza göre daha zayıf kalması olduğu söylenebilir. SÇK içeriğinde görülen artış Kung ve ark. (1991), Nakashima ve ark. (1993) ile Rodrigues ve ark. (2001)'nin bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Araştırmada kullanılan işlenmemiş buğday samanının hücre duvarı bileşenleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Buğday samanının katkı maddeleri uygulamasından sonucundaki hücre duvarı bileşenleri ise Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2'nin incelenmesinden anlaşılabacağı üzere farklı katkı maddesi uygulamaları buğday samanlarının 60 günlük silolama dönemi sonundaki NDF, ADF ve ADL içerikleri, üzerinde istatistiki anlamda önemli bir fark ($P<0.01$) saptanmıştır. Katkı maddesi uygulamalarında ki en düşük değerler ise E grubunda saptanmıştır.

Buğday samanlarına ilişkin mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.2 verilmiştir. Buğday samanlarının maya yoğunlukları üzerinde katkı maddesi kullanımının istatistiki anlamda bir etkisi bulunmamıştır. Ancak katkı maddesi kullanımı fermentasyon sonrası küf yoğunluğunu önemli düzeyde azaltmıştır ($P<0.01$). Gerek başlangıç materyalinde, gerekse fermentasyon sonrası LAB tespit edilememiştir. Bunun sebebi KM içeriklerinin yüksek olmasına bağlanabilir.

Çizelge 4. 2. Buğday samanlarında 60. günde yapılan açım sonrası bazı özelliklere ilişkin saptanan değerler

Özellikler	Muameleler				SEM	P
	K	İ	E	İ+E		
pH	8.26a	7.05b	6.69d	6.80c	0.110	0.01
KM, %	90.05b	90.23b	90.73a	89.37c	0.188	0.01
HP, %KM	3.01c	3.43b	3.63a	3.02c	0.101	0.01
HK, %KM	8.99a	8.78b	8.36c	8.30d	0.870	0.01
HY, %KM	1.20c	1.34a	1.21b	0.99d	0.047	0.01
SÇK, g/kg KM	1.98b	5.00b	18.00a	6.80b	2.336	0.01
NDF, %KM	82.57a	78.70b	76.86c	78.79b	0.786	0.01
ADF, %KM	58.19c	59.33a	55.50d	58.58b	0.547	0.01
ADL, %KM	15.12a	14.76b	13.30d	13.89c	0.270	0.01
LAB, log ₁₀ cfu/g TM	-	-	-	-	-	-
Maya, log ₁₀ cfu/g TM	3.530	3.490	3.540	3.100	0.160	Ö.D.
Küf, log ₁₀ cfu/g TM	2.485a	0.000b	0.000b	0.000b	0.212	0.01
<i>In vitro</i> OMS, %KM	51.56c	53.43b	53.35b	60.88a	1.360	0.01

K: Kontrol; İ: İnokulant; E: Enzim; İ+E: İnokulant+Enzim; KM: Kuru madde; HP: Ham protein; HK: Ham kül; HY: Ham yağ NDF: Nötral çözücüde çözünmeyen karbonhidratlar; ADF: Asit çözücüde çözünmeyen karbonhidratlar; ADL: Asit çözücüde çözünmeyen lignin; SÇK: suda çözünebilir karbonhidrat; OMS: organik madde sindirilebilirliği, Ö.D: Önemli değil.

Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, $P<0.01$.

Araştırmanın 60. gününde açılan buğday samanlarının *in vitro* OM sindirilebilirliğine ait analiz sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelge de verildiği gibi, K, İ, E, İ+E kullanılan gruplarda *in vitro* OM sindirilebilirliği sırasıyla 51.56; 53.43, 53.35 ve 60.88 olarak bulun-

muştur. İ+E grubunda OM sindirilebilirliği K, İ ve E grubuna göre önemli düzeyde artırdığı saptanmıştır ($P<0.01$).

4.2. Yem bezelyesi samanı

Araştırmada kullanılan yem bezelyesi samanının başlangıç materyaline ait kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiştir.

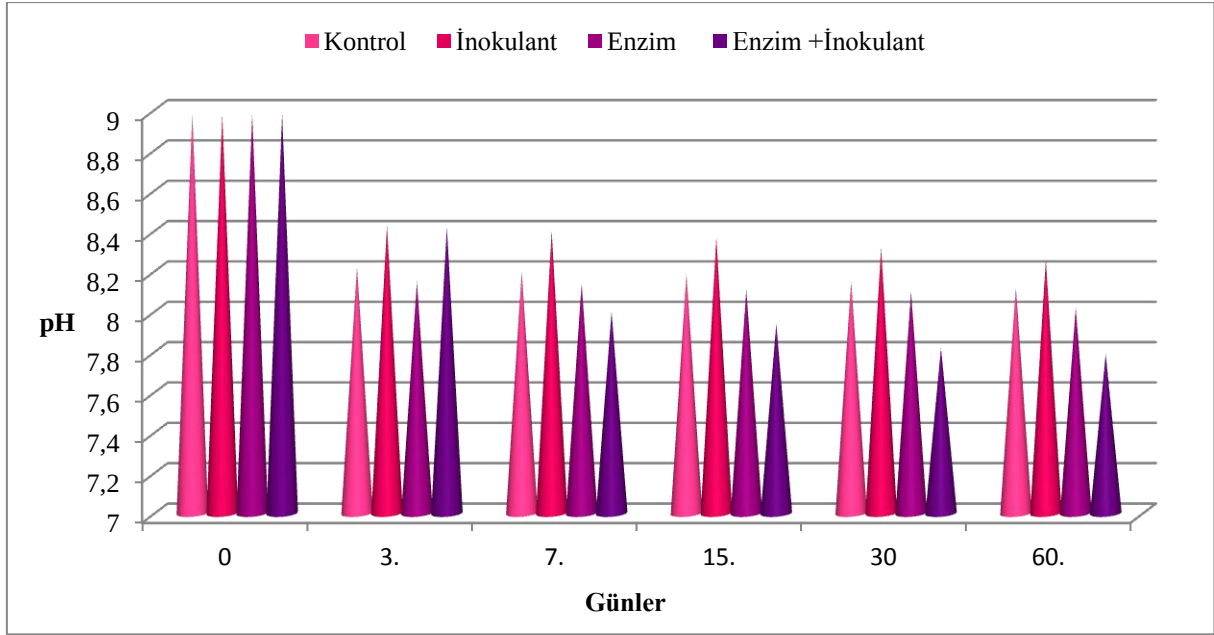
Çizelge 4. 3. Yem bezelyesi samanının başlangıç örneklerine ilişkin değerler

Özellikler	Yem bezelyesi samanı
KM, %	94.59
pH	9.26
HP, %KM	8.1
HK, %KM	11.41
HY, %KM	1.44
NDF, %KM	70.36
ADF, %KM	49.7
ADL, %KM	13.66
SÇK, g/kg KM	8.6
LAB, log ₁₀ cfu/g TM	-
Maya, log ₁₀ cfu/g TM	3
Küf, log ₁₀ cfu/g TM	4

TM: Taze materyal; KM: Kuru madde; HP: Ham protein; HK: Ham kül; HY: Ham yağ; NDF: Nötral çözücüde çözünmeyen karbonhidratlar; ADF: Asit çözücüde çözünmeyen karbonhidratlar; ADL: Asit çözücüde çözünmeyen lignin; SÇK: suda çözünebilir karbonhidrat; LAB: laktik asit bakterisi; cfu: koloni oluşturan birim.

Çizelgede 4.3 'de verildiği gibi yem bezelyesi samanını başlangıç materyaline ilişkin değerler sırasıyla KM içerikleri %94.59, pH değeri 9.26, HP içeriği 8.10 %KM, HK içeriği 11.41 %KM, HY içeriği 1.44 KM, hücre çeperi içerikleri %KM içerisinde NDF, ADF, ADL sırasıyla 70.36, 49.70, 13.66, SÇK içeriği 8.6 g/kg KM; maya ve küf sayıları sırasıyla 3.00 ve 4.00 log₁₀ cfu/g TM olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.4'den de görüleceği gibi silolanan kitlede 60 günlük süreçte gerçekleşen açımolar sonrası saptanan pH değerleri incelendiğinde, gerek K grubu gerekse katkı maddesi gruplarında silajlarda sürekli olarak gözlenen düşüşler sonrası son ürünlerde pH değerleri K, İ, E ve İ+E gruplar için sırasıyla 8.76, 8.73, 8.61 ve 8.71 olarak gerçekleşmiştir. Katkı maddesi kullanımının gruplarda saptanan pH değerleri üzerinde etkisinin istatistiki anlamda önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$).



Şekil 4.2. Yem bezelyesi samanlarının açım dönemlerindeki pH değişimleri

Yem bezelyesi samanlarının KM içerikleri incelendiğinde başlangıç KM içeriğine oranla (%94.59), fermentasyon sonrasında KM kayıpları söz konusu olmuştur. Katkı maddesi kullanımının gruplarda saptanan KM değerleri üzerinde etkisinin önemli olduğu ($P<0.05$) saptanmıştır.

Yem bezelyesi samanlarının HP, HK ve HY içerikleri incelendiğinde (Çizelge 4.4) Katkı maddesi ilavesinin fermentasyon sonrasında buğday samanlarının HP, HK ve HY değerleri üzerinde etkisinin önemli olduğu ($P<0.01$) saptanmıştır.

Yem bezelyesi samanının başlangıçta 8.3 g/kg KM olan SÇK içerikleri fermentasyon sonrasında düşme eğilimi göstermiştir. Ancak bu etki K, İ ve İ+E grubu silajlarında daha belirgin bir şekilde gerçekleşmiştir. En yüksek SÇK içeriği 5.60 g/ kg KM ile E grubunda saptanmıştır. Gruplar arasındaki fark istatistiki anlamda ($P<0.01$) düzeyinde önemli bulunmuştur.

Araştırmada kullanılan işlenmemiş yem bezelyesi samanının hücre duvarı bileşenleri Çizelge 4.3'de verilmiştir. Yem bezelyesi samanının katkı maddeleri uygulamasından sonundaki hücre duvarı bileşenleri ise Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4'ün incelenmesinden anlaşılabileceği üzere farklı katkı maddesi uygulamaları yem bezelyesi samanlarının 60 günlük silolama dönemi sonundaki NDF, ADF ($P<0.05$) ve ADL içerikleri, üzerindeki etkisinin istatistiki anlamda önemli olarak ($P<0.01$) saptanmıştır. Katkı maddesi uygulamalarında ki en düşük değerler ise E grubunda saptanmıştır.

Fibrolitik enzimlerle işlemlerin hücre duvarı üzerindeki etkileri genel olarak değerlendirildiğinde, normal bir silaj fermantasyonu sırasında SÇK'ların bakteriler tarafından tüketilmesi sonucunda NDF içeriğinin artması beklenirken, araştırmada kullanılan fibrolitik enzimler, hücre duvarının parçalanabilirliğini artırarak sellüloz ve hemisellüloz gibi yapısal polisakkaritlerin basit şekerlere dönüştürülmesini sağlamış ve böylece NDF, ADF, ADL, hemisellüloz ve sellüloz içeriklerinde yükselmeye yol açmıştır. Bazı gruplarda başlangıç materyalinden yüksek sonuçların elde edilmesi, sellüloz ve hemisellülozun hidrolizi sonrasında serbest kalan basit şekerlerin yer değiştirerek, tekrar kümeleşmelerine bağlanabilir. Nitekim, Gupta ve Pradhan (1977) ile Rodrigues ve ark. (2001) fibrolitik enzimlerle NDF, ADF ve ADL içeriklerinde düşüş bildirirken, Nakashima ve ark. (1993), Yang ve ark. (1999), Zinn ve Salinas (1999), Eun ve ark. (2007), Pinos-Rodriguez ve ark. (2008) ile Rodrigues ve ark. (2008) tarafından yürütülen çalışmalar da NDF içeriklerinde düşüşler meydana geldiği bildirilmiştir. Bununla beraber farklı sonuçlar veren araştırmalar da yayınlanmıştır. Örneğin; Reddish ve Kung (2007) tarafından NDF içeriklerinde önemli bir azalma saptanamamasına karşın, Higginbotham ve ark. (1996) ile ZoBell ve ark. (2000) tarafından önemli artışlar tespit edilmiştir. Nötr deterjanda çözünmeyen lif ve SÇK arasındaki tersine ilişki Smith ve ark. (1998; 2002) ile Tas ve ark. (2006) tarafından da bildirilmiştir.

Yem bezelyesi samanlarına ilişkin mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Yem bezelyesi samanlarının maya yoğunlukları üzerinde katkı maddesi kullanımının istatistiki anlamda etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Ancak katkı maddesi kullanımının fermantasyon sonrası küf yoğunluğu üzerinde ise herhangi bir etkisi olmamıştır ($P>0.05$).

Araştırmanın 60. gününde açılan yem bezelyesi samanlarının *in vitro* OM sindirilebilirliğine ait analiz sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Çizelge de verildiği gibi, K, İ, E, İ+E kullanılan gruplarda *in vitro* OM sindirilebilirliği sırasıyla 52.78, 53.37, 53.97 ve 54.65 ola-

rak bulunmuştur. İ+E uygulamasında OM sindirilebilirliği K, İ ve E grubuna göre önemli düzeyde artırdığı saptanmıştır ($P<0.01$). Reddish ve Kung (2007) tarafından yürütülen bir araştırmada, laktasyondaki süt inekleri ve büyüme dönemindeki kuzuların rasyonlarına süt üretimi ve besin maddeleri sindirimini artırmak amacıyla ksilanaz ve sellüloz aktivitesi içeren enzim karışımı toz formda ilave edilmiştir. Bu çalışmada enzim katkısı rasyonun KM, NDF, ADF ve N sindirilebilirliğini sonucuna varılmıştır.

Çizelge 4. 4. Yem bezelyesi samanlarında 60. günde yapılan açım sonrası bazı özelliklere ilişkin saptanan değerler

Özellikler	Muameleler				SEM	P
	K	İ	E	İ+E		
pH	8.76	8.73	8.61	8.71	0.034	Ö.D
KM, %	80.46 b	92.57 a	87.94 ab	91.82 a	1.965	0.05
HP, %KM	8.32 d	8.43 c	8.72 a	8.64 b	0.527	0.05
HK, %KM	10.10 a	10.02 a	9.95 a	8.18 b	0.314	0.05
HY, %KM	1.44 b	1.87 a	1.46 b	1.47 b	0.069	0.05
SÇK, g/kg KM	3.40 bc	3.40 c	5.60 a	4.40 b	1.951	0.05
NDF, %KM	77.82 a	76.11 b	71.25 b	70.36 b	2.697	0.05
ADF, %KM	67.40 a	53.98 b	50.26 bc	46.67 c	2.993	0.05
ADL, %KM	15.88 a	13.40 b	11.85 c	12.27 c	0.753	0.01
LAB, $\log_{10}$ cfu/g TM	-	-	-	-	-	-
Maya, $\log_{10}$ cfu/g TM	3.945 a	3.775 b	3.050 d	3.630 c	0.084	0.01
Küf, $\log_{10}$ cfu/g TM	3.220	2.945	2.950	2.835	0.086	Ö.D.
<i>In vitro</i> OMS, %KM	52.78 d	53.37 c	53.97 b	54.65 a	0.264	0.01

K: Kontrol; İ: İnokulant; E: Enzim; İ+E: İnokulant+Enzim; KM: Kuru madde; HP: Ham protein; HK: Ham kül; HY: Ham yağ NDF: Nötral çözücüde çözünmeyen karbonhidratlar; ADF: Asit çözücüde çözünmeyen karbonhidratlar; ADL: Asit çözücüde çözünmeyen lignin; SÇK: suda çözünebilir karbonhidrat; OMS: organik madde sindirilebilirliği, Ö.D: Önemli değil

Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, $P<0.01$; $P<0.05$

4.3. ÇELTİK SAMANI

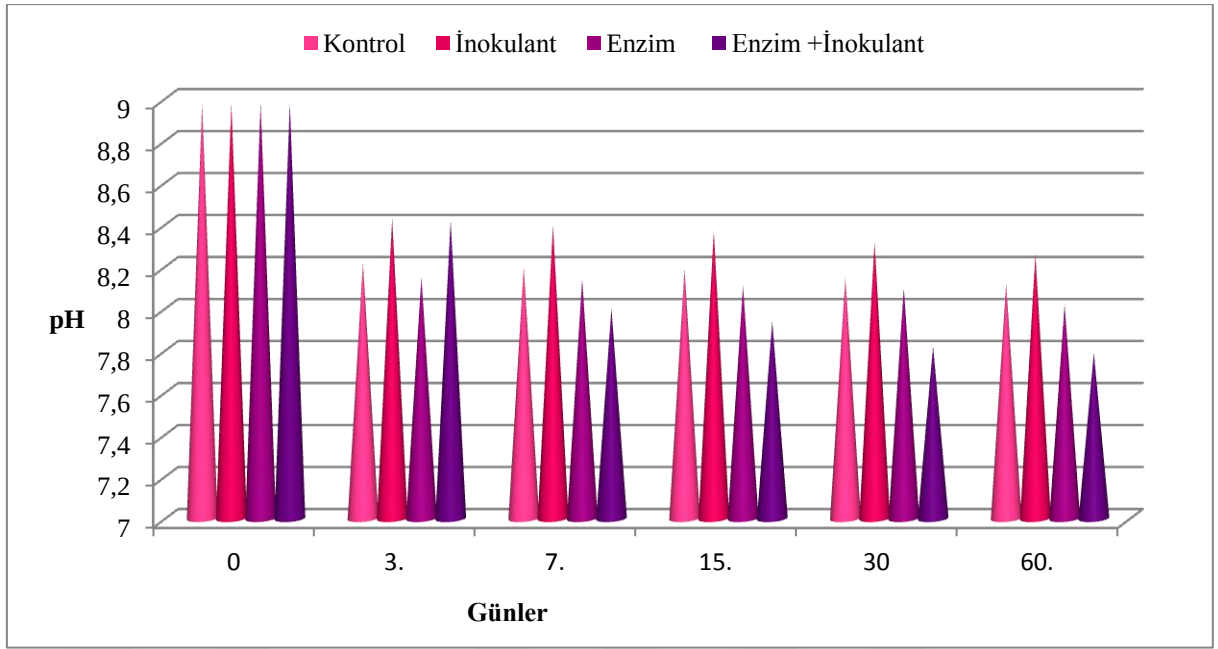
Araştırmada kullanılan çeltik samanının başlangıç materyaline ait kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir

Çizelge 4. 5. Çeltik samanının başlangıç örneklerine ilişkin değerler

Özellikler	Çeltik samanı
KM, %	93.61
pH	8.98
HP, %KM	2.90
HK, %KM	9.31
HY, %KM	0.81
NDF, %KM	72.45
ADF, %KM	51.37
ADL, %KM	12.48
SÇK, g/kg KM	9.20
LAB, log ₁₀ cfu/g TM	-
Maya, log ₁₀ cfu/g TM	3.00
Küf, log ₁₀ cfu/g TM	3.44

TM: Taze materyal; KM: Kuru madde; HP: Ham protein; HK: Ham kül; HY: Ham yağ; NDF: Nötral çözücüde çözünmeyen karbonhidratlar; ADF: Asit çözücüde çözünmeyen karbonhidratlar; ADL: Asit çözücüde çözünmeyen lignin; SÇK: suda çözünebilir karbonhidrat; LAB: laktik asit bakterisi; cfu: koloni oluşturan birim.

Çizelgede 4.5 'de verildiği gibi çeltik samanını başlangıç materyaline ilişkin değerler sırasıyla KM içerikleri %93.61, pH değeri 8.98, HP içeriği 2.90 %KM, HK içeriği 9.31 %KM, HY içeriği 0.81 KM, hücre çeperi içerikleri %KM içerisinde NDF, ADF, ADL sırasıyla 72.45, 51.37, 12.48, SÇK içeriği 9.20 g/kg KM; maya ve küf sayıları sırasıyla 3.00 ve 3.44 log₁₀ cfu/g TM olarak bulunmuştur.



Şekil 4.3. Çeltik samanlarının açım dönemlerindeki pH değişimleri

Çizelge 4.6'den de görüleceği gibi silolanan kitlede 60 günlük süreçte gerçekleşen açım sonrası saptanan pH değerleri incelendiğinde, gerek kontrol grubu gerekse katkı maddesi gruplarında silajlarda sürekli olarak gözlenen düşüşler sonrası son ürünlerde pH değerleri K, İ, E ve İ+E gruplar için sırasıyla 8.26, 7.72, 8.02 ve 7.79 olarak gerçekleşmiştir. Katkı maddesi kullanımının gruplarda saptanan pH değerleri üzerinde etkisinin önemli olduğu ($P<0.0$) saptanmıştır.

Çeltik samanının KM içerikleri incelendiğinde başlangıç KM içeriğine oranla (%93.61), fermentasyon sonrasında KM kayıpları söz konusu olmuştur. Katkı maddesi kullanımının gruplarda saptanan KM değerleri üzerinde etkisinin önemli olduğu ($P<0.05$) saptanmıştır.

Çeltik samanlarının HP, HK ve HY içerikleri incelendiğinde (Çizelge 4.6) katkı maddesi ilavesi fermentasyon sonrasında çeltik samanının HP, HK ve HY değerleri üzerinde etkisinin önemli olduğu ($P<0.05$) saptanmıştır.

Organik madde değerlerinde elde edilen artışlar, ham besin madde içeriklerinde sağlanan gelişmelerle paralel niteliktedir. Fibrolitik enzimlerle yapılan işlemlerin, samanların kimyasal bileşimi üzerindeki etkileri genel olarak göz önüne alındığında, elde edilen bulgular ham besin maddeleri içeriklerinde gelişmeler sağlandığını göstermektedir. Bu durumun enzimlerin yapısal polisakkaritleri parçalayarak daha küçük birimlere ayırmasıyla birlikte, hücre

duvarından daha fazla besin maddesinin serbest hale geçmesinin bir sonucu olduğu söylenebilir. Nitekim, Petterson ve Aman (1989) ile Annison (1992) fibrolitik enzim kullanımıyla yemlerin besin maddeleri içeriklerinde artışlar sağlandığını belirlemişlerdir.

Çeltik samanının başlangıçta 9.20 g/kg KM olan SÇK içerikleri fermantasyon sonrasında düşme eğilimi göstermiştir. Ancak bu etki K, İ ve İ+E grubu silajlarında daha belirgin bir şekilde gerçekleşmiştir. En yüksek SÇK içeriği 16.50 g/ kg KM ile E grubunda saptanmıştır. Gruplar arasındaki fark istatistiki anlamda ($P<0.01$) önemli bulunmuştur.

Araştırmada kullanılan işlenmemiş çeltik samanının hücre duvarı bileşenleri Çizelge 4.5'de verilmiştir. Çeltik samanının katkı maddeleri uygulamasından sonucundaki hücre duvarı bileşenleri ise Çizelge 4.6'de verilmiştir.

Çizelge 4.6'nın incelenmesinden anlaşılabileceği üzere farklı katkı maddesi uygulamaları çeltik samanının 60 günlük silolama dönemi sonundaki NDF ve ADL içerikleri, üzerindeki istatistiki anlamda önemli olarak ($P<0.05$) saptanmıştır. Katkı maddesi uygulamalarında ki en düşük değerler ise E grubunda saptanmıştır.

Çeltik samanının ilişkin mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.6 verilmiştir. Çeltik samanının maya yoğunlukları üzerinde istatistiki anlamda önemli olarak ($P<0.01$) saptanmıştır. Ancak katkı maddesi kullanımının fermantasyon sonrası küf yoğunluğun üzerinde istatistiki anlamda bir etkisi görülmemiştir.

Araştırmanın 60. gününde açılan çeltik samanının *in vitro* OM sindirilebilirliğine ait analiz sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çizelge de verildiği gibi, K, İ, E, İ+E kullanılan gruplarda *in vitro* OM sindirilebilirliği sırasıyla 52.62; 55.65, 56.05 ve 53.42 olarak bulunmuştur. E grubunda OM sindirilebilirliği K, İ ve İ+E grubuna göre önemli düzeyde artırdığı saptanmıştır ($P<0.01$). Eun ve ark. (2006) tarafından, eksojen enzimlerin pirinç samanının hücre duvarı parçalanabilirliğini artırma potansiyelini değerlendirmek amacıyla yürütülen bir araştırmada, işlenmemiş ve amonyakla işlenmiş pirinç samanının *in vitro* parçalanabilirliğini artırma potansiyelini değerlendirmek amacıyla, yeni geliştirilen iki sellülaz (END) ve iki ksianaz (XY) ile iki ticari enzim ürünü (EX, endoksilanaz ve ksilanaz karışımı; PROT, proteaz) kullanılmıştır. Amonyakla işleme ve eksojen enzim kullanımını kombine ederek, ruminal sindirilebilirliğinin artırılmasıyla ruminant beslemede pirinç samanı kullanımının artabileceği belirlenmiştir. Nitekim, Nakashima ve ark. (1993)) fibrolitik enzim kullanımıyla arpa ve pirinç samanlarının besin maddeleri içeriklerinde olumlu etkileri olduğu belirlenmiş

tir. Özellikle propiyonik asit ile sellüloz enziminin birlikte kullanıldığı uygulamanın samanların besleme değerinin artırılması için en etkili yöntem olduğu bildirilmiştir.

Çizelge 4. 6. Çeltik samanlarında 60. günde yapılan açım sonrası bazı özelliklere ilişkin saptanan değerler

Özellikler	Muameleler				SEM	P
	K	İ	E	İ+E		
pH	8.26ab	7.72b	8.02ab	7.79ab	0.049	0.01
KM, %	91.61a	89.71b	91.11a	89.92b	0.319	0.05
HP, %KM	3.71b	3.56d	3.62c	3.78a	0.032	0.01
HK, %KM	14.73b	14.49c	14.72b	15.33a	0.289	0.05
HY, %KM	1.48b	1.69a	1.47b	1.56ab	0.036	0.05
SÇK, g/kg KM	12.30b	10.85b	16.50a	13.50c	1.804	0.01
NDF, %KM	77.04	76.98	76.66	76.61	0.112	Ö.D.
ADF, %KM	57.51b	58.48a	55.95c	55.74c	0.432	0.01
ADL, %KM	15.92a	15.45b	14.99c	14.53d	0.196	0.01
LAB, log ₁₀ cfu/g TM						
Maya, log ₁₀ cfu/g TM	3.965a	2.965c	3.450b	2.900c	0.136	0.01
Küf, log ₁₀ cfu/g TM	1.500a	0.000c	0.000c	1.000b	0.190	Ö.D.
İn vitro OMS, %KM	52.62d	55.65b	56.05a	53.42c	0.548	0.01

K: Kontrol; İ: İnokulant; E: Enzim; İ+E: İnokulant+Enzim; KM: Kuru madde; HP: Ham protein; HK: Ham kül; HY: Ham yağ NDF: Nötral çözücüde çözünmeyen karbonhidratlar; ADF: Asit çözücüde çözünmeyen karbonhidratlar; ADL: Asit çözücüde çözünmeyen lignin; SÇK: suda çözünebilir karbonhidrat; OMS: organik madde sindirilebilirliği, Ö.D: Önemli değil.

Aynı satırda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, P<0.01; P<0.05

5. SONUÇ

Sonuç olarak, hayvan besleme alanında saman gibi düşük kaliteli yemlerin besin madde içeriklerinin ve sindirilebilirliklerinin artırılmasına yönelik fiziksel, kimyasal pek çok çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmada, lignosellülozik (lignin ve selülozca zengin bitkisel üretim artıkları) materyalin besleme değerini geliştirebilmek için biyolojik bir yöntem üzerinde durulmuştur. Bu amaçla, ülkemizde ruminant beslemede yaygın olarak kullanılan buğday, pirinç ve yem bezelyesi samanına, enzim, inokulant ve enzim inokulant ilavesi yapılarak, bu uygulamaların farklı samanların besleme değeri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Araştırmada kullanılan samanlar bu uygulamalardan farklı şekillerde etkilenmiştir. Özellikle E ve İ+E uygulanan gruplarda, samanların hücre duvarı bileşiminde azalma ve organik madde sindirilebilirliğinde yükselmeye bağlı olarak düşük besleme değerine sahip olan samanların besleme değerini geliştirilebilir. Ancak bundan sonraki çalışmalar da hücre duvarı bileşenleri ve bunların rumendeki sindirilebilirlikleri üzerine olan etkileri, canlı hayvanlar üzerinde sindirim denemeleri yürütülerek incelenmeli, tüm bu çalışmalarda uygulamaların ekonomik yönünü de dikkate alınmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Açar Z, Öztürk M, Keleş G (2015). Buğday, mısır ve karabuğday samanları içeren rasyonlarla Beslenen dişi tokluların performanslarının belirlenmesi. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3(2): 59-62.
- Adosinda M, Martins M, Ferreira Isabel C (2002). Biodegradation of bioaccessible textile azo dyes by *Phanerochaete chrysosporium*. Journal of Biotechnology, 89, 91-98.
- Annison G (1992). Commercial Enzyme Supplementation of Wheat Based Diets Raises Ileal Glycanase Activities and Improves Apparent Metabolizable Energy, Starch and Pentosan Digestibilities in Broiler Chickens. Anim. Feed Sci. Technol. 38: 105-121.
- Anonim (1984). Difco Manuel, Dehydrate Culture Media and Reagents for Microbiology. Detroit, Michigan USA, 1155.
- Anonim (1986). The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: 427, 428 p, London.
- Anonim (1995). T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Yayınları, Tarımsal Yapı ve Üretimi Ankara.
- Anonim (2008). <http://chemistry.umeche.maine.edu/CHY431/Wood14.html>
- Aspinal G.O (1970). Polysaccharides, Pergamon Press Headington Hill Hall, Oxford, 431-438.
- Beguın P, Aubert JP (1994). The biological degradation of cellulose. FEMS Microbiological Reviews, 13, 25–58.
- Beyatlı Y (1996). Biyoteknoloji ve Biyoprotein Üretimi, Kükem Derneği, 19, 23
- Breen A Sigleton FL (1999). Fungi in lignocellulose and biopulping. Current Opinion in Biotechnology, 10, 252-258
- Chrestini C, Sermanni GG Argyropoulos DS (1998). Structural modifications induced during biodegradation of wheat lignin by *Lentinula edodes*. Bioorganic & Medicinal Chemistry, 6, 957-973.
- Close W, Menke KH (1986). Selected Topics in Animal Nutrition Universitat, Pp; 170+85, Hohenheim.
- Crawford DL, Barden M, Pometto AL III, Crawford RL (1982). Chemistry of softwood lignin degradation of softwood lignin degradation by *Streptomyces viridoendosporus*. Archives of Microbiology, 31, 140-145.
- Elke L, Kleeberg I, Zadrazil F (1997). Competition of *Pleurotus sp.* and *Dichomitus squalens* with soil microorganisms during lignocellulose decomposition. Bioresource Technology, 60, 95-99.
- Ensminger M.E, Oldfield J.E, Heinemann WW (1990). Pasture and Range Forages. In • Feeds and Nutrition". The Ensminger Publishing Company. California.

- Ergün A, Çolpan İ, Yıldız G, Küçükersan S, Tuncer ŞD, K, Yalçın S, Küçükersan MK, Şehu A (2004) Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara.
- Eriksson K.E, Blanchette RA, Ander P (1990). Biodegradation of lignin. In microbial and enzymatic degradation of wood and wood components, 225-333. Springer-verlag KG, Berlin.
- Esteghlalian A, Hashimoto AG, Fenske JJ, Penner MH (1997). Modeling and optimization of the dilute sulfuric acid pretreatment of corn stove poplar and switchgrass Bioresource Technology 59:129-136.
- Fan LT, Gharapuray, MM, Lee, YH (1987). In: Cellulose Hydrolysis Biotechnology Monographs. Springer, Berlin, p. 57.
- Fiecher A (1983). Advances in Biochemical engineering and Biotechnology: pentoses and lignin, 27: 120-174.
- Filya I, G Ashbell, ZG Weinberg, Hen Y (2001a). Cell-wall degrading enzymes Beneficial for Silages. Feedstuffs. 73: 13-14.
- Filya I, G Ashbell, ZG Weinberg, Hen Y (2001b). Hücre duvarını parçalayıcı enzimlerin yonca silajlarının fermentasyon özellikleri, hücre duvarı kapsamı ve aerobik stabilite özellikleri üzerine etkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi 7 (3): 81-87.
- Filya İ, Sucu E (2007). Bazı biyolojik ve kimyasal katkı maddelerinin mısır, sorgum ve buğday silajlarının fermentasyon, mikrobiyal flora ve aerobik stabilite üzerine etkileri. IV. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 24-28 Haziran 2007, Bursa.
- Gould JM (1984). Alkaline Peroxide Delignification of Agricultural Residues to Enhance Enzymatic saccharification. Biotechnol. Bioeng. 26:46-52.
- Guiraud P, Steiman R, Ait-Laydi, L, Murandi FS (1998). Degradation of phenolic and chloroaromatic compounds by coprinus spp, Chemosphere, 38, 2775-2789
- Gupta ML, Pradhan K (1977). Chemical and biological evaluation of ensiled wheat straw. J. Dairy Sci. 60 (7): 1088-1094.
- Higginbotham GE, EJ dePeters, SL Berry, Ahmadi A (1996). Effect of adding a cell wall degrading enzyme to a total mixed ration for lactating dairy cows. Anim. Sci. 21: 81-85.
- Hirofimi H, Takonoti I, Ryuichiro K (1999). Intracellular ferrireductase involved in Mn (IV) reducing enzyme system to supply Mn (II) for lignin biodegradation by white-rot fungus *Phanerochaete sordida* YK-624. Enzyme and Microbial Technology, 30, 467-473.
- Hunt CW, Peterson JA, Zinn GM, Williams JE (1984). Effect of particle length and sodium hydroxide treatment of wheat straw on site and extent of digestion by lambs. J. Anim. sci. 58: 1454-1460.

- Johansson E, Krants-Rultcker C, Zheng BX (1999). Chlorination and biodegradation of lignin. *Soil Biology & Biochemistry*, 1029-1032.
- Khan TS, Mubeen C (2012). Wheat straw: A pragmatic overview. *Curr. Res. J. Biol. Sci.* 4: 673-675.
- Klopfensteini TJ, Krause, VE. Jones, MJ, Woods, W (1972). Chemical treatment of low quality roughages. *J. Anim. Sci.*;35:418-422.
- Kung L, Jr, RS Tung KG, Maciorowski K, Buffum, Knutsen K (1991). Effects of plant cell-wall-degrading enzymes and lactic acid bacteria on silage fermentation and composition. *J. Dairy Sci.* 74: 428-442.
- Lancaster CM, Patterson, JA (1988). Effect of forage sterilization method on rate and extent of fiber degradation by ruminal bacteria *J. anim. Sci.* 66: 1800-1806.
- Li J, Shen YX, Cai YM (2010) Improvement of fermentation quality of rice straw silage by application of a bacterial inoculant and glucose. *Asian-Aust J Anim Sci* 23: 901–906.
- Ljungdahl LG, Eriksson KE (1985). Ecology of microbial cellulose degradation . *Adv. Microbiology Ecology*, 8, 237-299.
- Martinez AT, Camereron S, Gutierrez A (2001). Studies on wheat lignin degradation by *Pleurotus* species using analytical pyrolysis. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 59, 401-411.
- McMillan JD (1994). Pretreatment of lignocellulosic biomass. In: Himmel, M.E., Baker, J.O., Overend, R.P. (Eds.), *Enzymatic Conversion of Biomass for Fuels Production*. American Chemical Society, Washington, DC, pp. 292–324
- Muğlalı ÖH (1993). Samanın lignolitik aktivitesi mikroorganizmalarla muamele edilerek yem değerinin artırılma olanaklarının araştırılması. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Doktora Tezi . Ankara.
- Mutlu SF (1990) . Ayçiçeği bitkisinin sap ve tohum kabuklarının enzimatik yöntemlerle şekere dönüşümü, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Ankara, 1-30
- Nakashima Y, ER Ørskov, EA Adebawale, Ambo K (1993). Enzymatic manipulation of straw quality: Experience on straw upgrading. *Proc. of the International Conference on Increasing Livestock Production through Utilization of Local Resources*, October, 18-22, 1993 Beijing-China. pp.139-152.
- Naumann C, Bassler R (1993). Die chemische untersuchung von futtermitteln. *vdlufamethodenbuch*, Band III. 3. Erg., Verlag Naumann, Melsungen.
- Nugzar N, Nutsubidze S, Sarkanen S (1997). Consecutive polymerization and depolymerization of kraft lignin by *trametes cingulata*. *Phytochemistry*, 49, 1203-1212.
- Özen N, Ocak N (1994). Üre ile muamelenin çeltik ve mısır samanlarının sindirilebilirlik ve yem değerleri üzerindeki etkileri. *TÜBİTAK Türk ve Veterinerlik ve hayvancılık Dergisi*, 18(6) 347-352.

- Özen N, Sarıcan E, Çekgöl Ovalı AY (1993). Üre ile muamele edilmiş mısır ve çeltik samanlarının süt ineklerinde kaba yem kaynağı olarak kullanılma olanakları. Doğa Türk ve Veterinerlik Hayvancılık Dergisi, 93 (3:233-237.)
- Pena JE, Duncan R, Browning H (1996). Seasonal abundance of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae) and its parasitoids in south Florida citrus. Environmental Entomology 25: 698–702.
- Pettersson D, Aman P (1989). Enzyme supplementation of A poultry diet containing rye and wheat. Br. J. Nutr. 62: 139-149.
- Reddish MA, Kung L (2007). The effect of feeding a dry enzyme mixture with fibrolytic activity on the performance of lactating cows and digestibility of a diet for sheep. J. Dairy Sci. 90: 4724-4729.
- Rodrigues MAM, P Pinto, RMF Bezerra, AA Dias, CVM Guedes, VMG Cardoso, JW Cone, LMM Ferreira, J Colaca, CA Sequeira (2008). Effect of enzyme extracts isolated from white-rot fungi on chemical composition and *in vitro* digestibility of wheat straw. Anim. Feed Sci. Technol. 141 (3-4): 326-338.
- Sarnklong C, Cone JW, Pellikaan W, Hendricks WH 2010. Utilization of rice straw and different treatments to improve its feed value for ruminants: a review. Asian-Aust. J. Anim. Sci., 23 (5): 680-692
- Seale DR, Pahlow G, Spoelstra SF, Lindgren S, Dellaglio F, Lowe JF (1990). Methods for The Microbiological Analysis of Silage, Proceeding of The Eurobac Conference, 147. Uppsala.
- Seoane JR (1982). Relationships between the physico- chemical characteristics of hays and their nutritive value. J. Anim. Sci. 55: 422-431.
- Sfountoulakis M, Dokianakis SN (2002). Removal of phenolics in olive mill wastewaters using the white-rot fungus *Pleurotus ostreatus*. Water Research 36, 4735-4744.
- Shultz TA, Ralston E (1974). Effect of various additives on nutritive value of ryegrass straw silage. J. Laboratory and *in vitro* Dry Matter Digestion Observation, S. Anim. Sci. 39:920-925.
- Smith KF, RA Culvenor, MO Humphreys, Simpson RJ (2002). Growth and Carbon partitioning in perennial ryegrass (*Lolium perenne*) cultivars selected for high water-soluble carbohydrate concentrations. J. Agr. Sci. 138 (4): 375-385.
- Smith KF, RJ Simpson RN Oram, KF Lowe, KB Kelly PM. Evans, Humphreys MO (1998). Seasonal variation in the herbage yield and nutritive value of Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.) cultivars with high or normal herbage water-soluble carbohydrate concentrations grown in three contrasting Australian Dairy Environments. Aust. J. Exp. Agr. 38 (8): 821-830.
- Soysal Mİ (1998). Biyometrinin Prensipleri (İstatistik I ve II Ders Notları), Yayın No: 95, Ders Kitabı No: 64, T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, 331 s, Tekirdağ.
- SPSS Inc (1999). SPSS for Windows Version 11.00, Chicago.

- Strayer RF, Finger, BW, Alazrki MP, Cook K, Garland JL (2002). Recovery of resources for advanced life support space applications: effect of retention time on biodegradation of two crop residues in a fed-batch, continuous stirred tank reaktor, 119-127.
- Tagari H, Pene F, Salte LD (1986). Protein degradation by rumen microbes of heat-treated whole cottonseed. *J. Anim Sci.*, 62: 1732-1736.
- Tas BM, HZ Taweel, Smith HJ (2006). Utilisation of N in Perennial Ryegrass cultivars by stallfed lactating dairy cows. *Livest. Sci.* 100 (2-3): 159-168.
- Valenzuela MB, Jones CW, Agrawal PK (2006) *Energy Fuels* 20 pp. 1744–1752.
- Van Soest PJ (1982). Analytical systems for evaluation of feeds. In: *Nutritional Ecology of the Ruminants*. PJ. Van Soest (Ed.), Cornell University Press, Ithaca, NY, Chapter 6, pp.75-94
- Whistler R.L, Smart CL (1953) “Polysaccharide Chemistry”, Academic Pres Inc. Publishers, New York, 114.
- Wikipedia (2008). The Free Encyclopedia. Cell Wall. Accessed February 17, 2008. http://en.wikipedia.org/wiki/Plant_cell_wall
- Wilkie KCB (1979). The hemicelluloses of grasses and cereals. *Adv. Carb. Chem. Biochem.* 36:215-264
- Wilkinson Y, Coughlan MF, Coleran E (1991). Protein upgrading of wheat straw by-fungal fermentation . *Biochemical society*, 1: 68.
- Wing PD, Goodrich RD, Linn JG, Meiske JC (1976). Effects of chemical additives on the preservation and digestibility of alfalfa haylage. *J. Anim. Sci.*, 42: 469-475.
- Xing L, Chen LJ, Han LJ (2009) The effect of on inoculant and enzymes on fermentation and nutritive value of sorghum straw silages *Bioresource Technology* 100:488-491
- Xu C, Cai Y, Moriya N, Yoshida N (2006) Effect of the addition of lactic bacteria on the fermentation quality, dry matter intake and nutritive value of rice straw silage. *Jpn J, Washington, DC*, pp. 292–324.
- Yoon JJ, Kim YL (2005). Degradation of crystalline cellulose by Brown-Rot Basidiomycete *Fomitopsis palustris*. *J. Microbial*, 43, 487-492.
- Yu Y, Thomes JW, Emery RS (1975). Estimated nutritive value of treated forages for
- Zhang YG, Xin HS, Hua JL (2010) Effects of treating wholeplant or chopped rice straw silage with different levels of Lactic acid bacteria on silage fermentation and nutritive value for lactating Holsteins. *Asian-Aust J Anim Sci* 23: 1601–1607
- Zinn RA, Salinas J (1999). Influence of fibrozyme in digestive function and growth performance of feedlot steers fed a 78% concentrate-growing diet. Pages 313–319 in *Proc. Annu. Symp: Biotechnology in the Feed Industry*. T. P. Lyons and K. A. Jacques (Eds), Nottingham University Press, Loughborough, UK.

Zobell DR, R.D Wiedmeier, KC Olson, Treacher RJ (2000). The effect of an exogenous enzyme treatment on production and carcass characteristics of growing and finishing steers. *Anim. Feed Sci. Technol.* 87: 279–285.



ÖZGEÇMİŞ

23/04/1980 yılında Gümüşhane/Kelkit'te doğdu. İlk ve orta öğrenimini Samsun/Bafra'da tamamladı. 1999-2003 yıllarında O.M.Ü Ziraat Fakültesi Hayvansal Üretim Programı/Zootekni Bölümünde okudu. 2003-2005 yılları arasında Yalova İlinde dış mekan süs bitkileri ithalat, ihracat ve satışını yapan bir şirkette, 2005-2007 yılları arasında ise Bursa İlinde bir zirai ilaç bayisinde sorumlu müdürlük yaptı. 2007'de Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın yürüttüğü Targel Projesi kapsamında KPSS ile Malkara Kürtüllü köyüne Tarım Danışmanı olarak atandı. 2011 yılında eş durumundan dolayı Kumbağ Beldesi Tarım Merkezine, 2013 yılından itibaren ise Samsun İli Bafra İlçesi Elifli Köyü tarım Merkezine geçiş yaparak halen görevini sürdürmektedir. Evli ve 2 kız çocuk sahibidir.



TEŞEKKÜR

“İnokulant ve enzim ilavesinin farklı samanların besleme değeri üzerine etkileri” isimli Yüksek Lisans Tez Çalışmasını bana öneren, çalışmalarımın her aşamasında bana yardımcı olan ve desteğini esirgemeyen, değerli Hocam Sayın Doç. Dr. Fisun KOÇ a, çalışmanın yürütülmesinde yardımlarını esirgemeyen Doç Dr. M. Levent ÖZDÜVEN ve Yüksek lisans öğrencisi Berrin OKUYUCU' ya teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca Yüksek Lisans eğitimine başladığım andan, Yüksek Lisansımın bitimine kadar desteğini esirgemeyen sevgili eşim ÜMİT' e ve kızlarım NEHİR ve DEFNE'ye teşekkür ederim.

Eylül 2016

Selda ESER

Ziraat Mühendisi