

**BUĞDAY HASILI SİLAJLARINDA
ENZİM+MİKROBİYAL İNOKULANT
KULLANIMININ SİLAJ FERMANTASYONU
ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

**Seda BAŞKAVAK
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ZOOTEKİNİ ANABİLİM DALI
Danışman. Yrd. Doç. Dr. Cemal POLAT**

2008

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

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**“BUĞDAY HASILI SİLAJLARINDA ENZİM+MİKROBİYAL İNOKULANT
KULLANIMININ SİLAJ FERMANTASYONU ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ”**

Seda BAŞKAVAK

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN : YRD. DOÇ. DR. CEMAL POLAT

TEKİRDAĞ-2008

Her hakkı saklıdır

Yrd. Doç. Dr. Cemal POLAT danışmanlığında, Seda BAŞKAVAK tarafından hazırlanan bu çalışma / / tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Zootekni Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:

İmza:

Üye:

İmza:

Üye:

İmza:

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BUĞDAY HASILI SİLAJLARINDA ENZİM+MİKROBİYAL İNOKULANT KULLANIMININ SİLAJ FERMANTASYONU ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Seda BAŞKAVAK

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Cemal POLAT

Bu çalışma silaj katkı maddesi olarak kullanılan laktik asit bakteri+enzim inokulantlarının, farklı dönemlerde hasat edilerek yapılan buğday (*Triticum aestivum* L.) silajlarının fermantasyon, ham besin maddeleri, hücre duvarı fraksiyonları ve organik madde parçalanabilirlik özellikleri üzerindeki etkilerinin saptanması amacı ile yapılmıştır. Araştırmada kullanılan buğday, süt ve hamur olum dönemlerinde hasat edilmiştir. Laktik asit bakteri+enzim inokulant olarak ise biyolojik kompozisyonunda *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus plantarum* ve *Streptococcus faecium* ile birlikte selüloz, hemiselüloz, pentozanaz ve amilaz içeren Sil-All (Altech, UK) kullanılmıştır. Katkı maddeleri firma önerileri doğrultusunda, 2 litre suda çözündürülerek 10 g/ton dozlarda uygulanmıştır. İnokulantlar silajlara 6.0 log₁₀ cfu/g düzeyinde katılmışlardır. Buğdaylar 2 litrelik cam kavanozlara silolanmıştır. Kavanozlar laboratuvar koşullarında 25±2 °C' de depolanmışlardır. Silolanmadan sonraki 75. günde kavanozlar açılarak silajlarda pH, amonyak azotu, suda çözünebilir karbonhidratlar, organik asitler (laktik, asetik, bütrik asit), ham besin maddeleri, hücre duvarı fraksiyonları ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Ayrıca bu silajların, enzimde çözünen organik madde değerleri saptamıştır. Sonuç olarak laktik asit bakteri+enzim inokulantlarının buğday silajlarının fermantasyon özelliklerini olumlu yönde etkilediği, nötr ve asit deterjanda çözünmeyen karbonhidrat kapsamını düşürdüğü, enzimde çözünen organik madde değerlerini ise etkilemediği saptanmıştır. Buğdayın olgunlaşmasına bağlı olarak silajların organik madde parçalanabilirlikleri ise artmıştır.

Anahtar kelimeler: Laktik asit bakterileri, enzim, silaj, fermantasyon, buğday

ABSTRACT

MSc. Thesis

The Effects of Lactic Acid Bacteria+Enzyme Mixture Silage Inoculants on Wheat Silages

Seda BAŞKAVAK

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Main Science Division of Animal Science

Supervisor: Asistant Prof. Dr. Cemal POLAT

This research was carried out to determine the effect of lactic acid bacteria+enzyme inoculants using as silage additives on the fermentation, crude nutrients, cell wall fractions and organic matter degradability of harvested and ensiled wheat (*Triticum aestivum* L.) at different stages of maturity. Sil-All (Altech, UK) containing water soluble *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus plantarum* and *Streptococcus faecium* with cellulaz, hemicellulaz, pentonaz and amilaz was used as bacterial inoculant. In regard to company suggestions, additives were applied both of adulterated groups on dose of 10 g/tonne dissolved in 2 liter water. Inoculant was applied to silage $6.0 \log_{10}$ cfu/g levels. Wheats were ensiled in 2 liter glass jars. The jars were stored at 25 ± 2 °C at laboratory conditions. Three jars from each group were sampled for pH, amonia nitrogen, water soluble carbonhydrates, organic acids (acetic, butyric and lactic acid), crude nutrients, cell wall fractions and microbiological analyses on the days 75 after ensiling. In additions enzyme organic matters degradabilities of the silages were determined. As a result, lactic acid bacteria+enzymes mixture inoculants improved fermentation characteristics and decreased neutral and acid detergent fiber content of wheat silages. However, inoculant did not improved enzyme organic matters degradabilities of wheat silages. Depent of maturity of wheat enzymes organic matter degradabilities of silages were increased.

Keywords : Lactic acid bacteries, enzyme, silage, fermentation, wheat

2008, 59 pages

1. GİRİŞ

Silaj, genellikle su içeriği %50'nin üzerinde olan yeşil yem, bitkisel ürün, tarımsal artık ve atıkların doğal fermantasyonu sonucu elde edilen bir yem kaynağıdır (Meeske ve ark. 1993). Silolama olayında temel olarak, laktik asit bakterileri (LAB) anaerobik koşullar altında suda çözünebilir karbonhidratları (SÇK) başta laktik asit olmak üzere organik asitlere dönüştürürler. Bunun sonucunda pH düşer ve su içeriği yüksek materyal bozulmaya neden olan mikroorganizmalardan korunmuş olur (Weinberg ve ark. 1993).

İklim, bitki çeşidi, bitkinin kimyasal bileşimi ve silolama tekniği gibi birçok faktörün kontrol edilmemesi durumunda fermantasyon olayları arzu edilmeyen bir şekilde gerçekleşebilir. Silolama süresince gerçekleşen fermantasyon olaylarının bir sonucu olarak silajlarda kuru madde (KM), pH, organik asit (asetik, bütrik ve laktik asit) bileşimi, amonyak azotu (NH₃-N) miktarı gibi özellikler bakımından gözlenecek değerlerin, silaja ilişkin KM tüketimi ve besleme değerliliği üzerinde önemli etkilere sahip olduğu bilinmektedir (Kılıç 1986, Phipps ve Wilkinson 1986, Mc Donald ve ark. 1988).

Silaj üretiminde fermantasyon olaylarının kontrol altına alınabilmesi bakımından başvurulan yollardan birisi de katkı maddesi kullanımınıdır. Etki mekanizmaları, yapıları ve kullanım amaçlarına göre farklı gruplar altında incelenebilecek olan katkı maddelerini silolanan kitlede arzu edilmeyen mikroorganizma aktivitesini baskı altına alan katkı maddeleri (çeşitli asit ve bunların karışımları, tuz vb.) ve laktik asit aktivitesini destekleyen katkı maddeleri (şeker ve nişasta içeren besin maddeleri, enzimler, mikrobiyal kültürler vb.) olmak üzere iki ana grupta değerlendirmek de olasıdır (Mc Donald ve ark. 1991).

Silaj fermantasyonunda kullanılmak üzere çok sayıda kimyasal ve biyolojik kökenli katkı maddesi geliştirilmiştir. Özellikle biyolojik kökenli katkı maddeleri, kullanımlarının oldukça kolay olması, güvenli oluşları, toksik etkilerinin olmayışı, silaj yapımında kullanılan makinelerde korozyona sebep olmamaları, çevre kirliliği yaratmamaları ve sonuç olarak doğal ürünler olmaları gibi önemli avantajlara sahip oldukları için kimyasal kökenli katkı maddelerine göre daha fazla tercih edilmektedirler (Weinberg ve ark. 1993).

Silaj fermantasyonunda katkı maddesi olarak kullanılmak üzere çeşitli özelliklerde birçok bakteriyel inokulant (bakteriyel kültür) geliştirilmiştir. Silaj yapımında kullanılan bakteriyel inokulantları; belirli dozlarda kullanılmaları durumunda silolanacak kitlede homofermantatif nitelikli fermantasyon olaylarının gelişmesini sağlayacak yoğunlukta LAB ya da gruplarını içeren ürünler olarak tanımlamak mümkündür (Yurtman ve ark. 1997). Bu inokulantlar genellikle *Lactobacillus*, *Pedicoccus* ve *Enterococcus* cinsi mikroorganizmaları

içerirler. Ancak bakteriyel inokulantların büyük bir çoğunluğu, başta *Lactobacillus plantarum* olmak üzere homofermantatif özellikteki LAB'ni içerirler. Bu tür mikroorganizmalar, şekerleri ağırlıklı olarak laktik aside fermente ederler (Tengerdy ve ark. 1991). LAB inokulantların kullanıldığı birçok çalışmada, bu katkı maddelerinin silajların pH'larını hızla düşürdüğü, laktik asit ve laktik asit/asetik asit oranını arttırdığı, asetik asit, bütrik asit, NH₃-N ve etanol düzeylerini düşürdüğü ve lactobacilli içeriklerini arttırarak silaj fermantasyonunu geliştirdiği saptanmıştır (Weinberg ve ark. 1993; Stokes ve Chen 1994, Sheperd ve ark. 1995, Moran ve ark. 1996, Meeske ve ark. 1999, Filya ve ark. 2000, Filya 2002a, Filya 2002b). Bunun yanı sıra LAB inokulantların silajların aerobik dayanıklılığı (silo ömrü) üzerindeki etkilerinin incelendiği araştırma sonuçlarında, bazı araştırmacılar LAB inokulantların silajların aerobik dayanıklılıklarını arttırdığını bildirirken (Weinberg ve ark. 1993, Meeske ve Basson 1998), bazı araştırmacılar ise etkilemediğini (Moran ve ark. 1996) veya aerobik dayanıklılığı düşürerek, silajlarda gözle görülür bir küflenme ve yoğun karbondioksit gazı üretimine neden olduklarını bildirmişlerdir (Stokes ve Chen 1994, Meeske ve Basson 1998, Filya 2002b, Polat ve ark. 2005). Filya ve ark. (2000) ise silajların aerobik dayanıklılığının düştüğünü, KM içeriği yeterli olanların ise arttığını bildirmektedir.

Laktik asit bakterileri içeren inokulantların kullanıldığı silajlarda, fermantasyon ürünü olarak genellikle yüksek düzeyde laktik asit ve düşük düzeylerde asetik asit ve etanol oluşur. Bu tür silajlar ruminantların KM tüketimlerinde bir artış meydana getirmektedir. Bu artış, hem silajların KM ve organik maddeler (OM) sindirilebilirliğini, hem de ruminantların verim performanslarını olumlu yönde etkilemektedir (Moran ve ark. 1996, Kleinmans ve Hooper 1999).

Laktik asit bakterileri ile birlikte kullanılan selülaz, hemiselülaz ve pektinaz gibi hücre duvarını parçalayıcı enzimler ile amilaz gibi nişastayı parçalayan enzim katılan silajlarda LAB faaliyeti için ilave bir substrat açığa çıkararak silaj fermantasyonunu geliştirilirken (Meeske ve ark., 1993; Weinberg ve ark., 1993), silajların nötral deterjanlarda çözünmeyen karbonhidratlar (NDF), asit deterjanlarda çözünmeyen karbonhidratlar (ADF), asit deterjanlarda çözünmeyen lignin (ADL), hemiselüloz ve selüloz içeriklerini düşürmekte (Tengerdy ve ark. 1991, Stokes ve Chen 1994, Nadeau ve ark. 2000, Filya 2002a), KM, OM, NDF ve ADF parçalanabilirliğini artırmakta (Tengerdy ve ark. 1991, Flores ve ark. 1999, Kleinmans ve Hooper 1999, Filya 2002a), aerobik dayanıklılığını ise etkilememekte veya düşürerek gözle görülür bir küflenme ve yoğun bir karbondioksit gazı üretimine neden olmaktadır (Meeske ve ark. 1993, Weinberg ve ark. 1993).

Bu çalışma ile, buğday hasılı silajlarında LAB+enzim inokulantları kullanımının silaj fermantasyon özellikleri, ham besin maddeleri, hücre duvarı bileşenleri ve *in vitro* KM ve OM sindirilebilirliği üzerindeki etkilerinin laboratuvar koşullarında incelenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ruminantların sindirim sistemleri anatomik ve fizyolojik yapı bakımından tek mideli hayvanlardan farklılık göstermektedir. Bu hayvanlar rumen, retikulum, omasum ve abomasum adı verilen dört bölmeye ayrılmış bir mideye sahiptirler. Mide gözlerinden en büyük hacime sahip olan rumen, taşıdığı uygun koşullar nedeniyle birçok mikroorganizma için gelişme ortamı yaratmaktadır. Bu mikroorganizmaların sentezledikleri enzimler ile yemlerin kimyasal parçalanımı gerçekleşir. Rumende KM'nin %70-85'i burada yaşayan mikroorganizmalar tarafından parçalanarak uçucu yağ asitlerine, karbondioksite, metana, amonyağa ve mikrobiyal proteinlere dönüştürülür. Ruminant yemlerinin selüloz, nişasta ve proteinleri de bu mikrobiyal aktivite ile parçalanır. Yüksek miktarda selüloz içeren kaba yemlerden tek mideli hayvanlar yararlanamazken, ruminantlar mikroorganizmalar sayesinde selülozu parçalayarak onları değerlendirebilmektedirler. Ruminantların rumen fermantasyonunun düzenli bir şekilde sürdürebilmesi için rasyonlarında en az %18-20 düzeyinde ham selüloz (HS) olması gerekmektedir. Hayvanların yeterli miktarda selüloz içermeyen rasyonları tüketmesi durumunda rumen mikroorganizma faaliyetlerinde, rumen epitel katmanında ve rumen fonksiyonlarında olumsuz yönde gelişmeler ortaya çıkmaktadır. Ayrıca süt yağ seviyesinde de düşmeler gözlenmektedir. Bu nedenlerle rasyon KM'sinin en az %28-30 kadarının kaba yemle karşılanması gerekmektedir. Genelde kaba yemin kalitesi yükseldikçe daha fazla kaba yem verme olanağı da artmaktadır. Kaba yemler besin maddeleri bakımından yoğun yemlere nazaran daha düşük değerlere sahip olmasına karşın sindirim organlarını doldurarak sindirim olaylarının düzenli yürümesini, böylelikle besin maddelerinden daha iyi yararlanmayı sağlamaktadır (Church, 1976; Alçiçek, 1988; Işık, 1996; Aksoy ve ark. 2000).

Genotip ve çevresel koşulların iyileştirilmesine yönelik çalışmalarda gözlenen gelişmeler ile ruminantlarda verim düzeyi geçmiş dönemlere nazaran oldukça hızlı bir şekilde yükselmiştir. Ancak bu gelişmeler besleme açısından bazı sorunların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Verim düzeyinin artmasıyla beraber hayvanlar için uygulanabilecek olan besleme programlarında merkezi sorunu KM tüketim kapasitesi oluşturmaktadır (Clark ve Davis 1983). Hayvanın ırkı, canlı ağırlık, verim düzeyi, laktasyon dönemi, çevresel faktörler, sosyal etkileşimler gibi unsurların yanı sıra rasyonun yapısına ilişkin özellikler ve kaba yemlerin kalitesi KM tüketimine etki eden başlıca unsurlardır. Bu

nedenle yüksek tüketim potansiyeli ve sindirilebilirliğe sahip kaba yemler yüksek verimi destekleyebilecek besleme programlarının gelişmesinde anahtar rol oynamaktadır. Kaliteli kaba yem üretimi ve kullanımı sadece yüksek verimle şekillenen sorunların giderilmesi açısından değil, aynı zamanda ekonomik anlamda da büyük önem taşımaktadırlar. Kaliteli kaba yemlerin hayvan beslemede kullanımı sonucu kesif yem kullanımı azaltılabilmekte, bu bağlamda da maliyetler önemli ölçüde düşürülebilmektedir. Nitekim kaliteli kaba yem kullanımı durumunda süt sığırlarının yaşama payı dışında belli bir miktar süt üretimi için gereksinim duyduğu besin maddelerini de karşılayabileceği bildirilmektedir (Öğün ve Yurtman 1989).

Ülkemizde 13.6 milyon büyükbaş ve 45.2 milyon küçükbaş hayvan varlığı bulunmaktadır. Bunların yaşama payı ile 10 litre süt üretimi için gereksinim duyduğu besin maddelerini karşılamak için yılda 26 milyon ton kaliteli kaba yeme gereksinim duyulmakla birlikte ülkemizde kaba yem üretimi 15 milyon ton düzeyindedir. Bu açığın oluşmasında tarla tarımı içerisinde yeterli yem bitkileri alanının bulunmaması yanında çayır ve meraların bozulması en büyük etkenlerdir (Avcıoğlu 2000, Çomaklı ve ark. 2000).

Bitkisel üretim sonucu elde edilen yem kaynaklarının gereksinim duyulan dönemleri için ve farklı yöntemler aracılığı ile saklanması sıkça başvurulan bir uygulamadır. Söz konusu işlemin başlangıç materyalindeki besin maddelerinden en az kayıp ile gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Üretime ilişkin özellikler yanında hasat ve saklama koşullarında uygun yöntemlerin kullanılması ile ulaşılabilecek bu nokta, hayvan tarafından tüketilecek son üründe kalite kavramı içerisinde irdelenir (Polat ve ark. 1998).

Silaj, genellikle su içeriği %50'nin üzerinde olan yeşil yem, bitkisel ürün, tarımsal artık ve atıkların doğal fermantasyonu sonucu elde edilen bir yem kaynağıdır (Meeske ve ark., 1993). Yeşil yemlerin oksijensiz koşullarda fermantasyona tabi tutulması olarak tanımlanabilecek silaj yapımında amaç homofermantatif nitelikteki laktik asit fermantasyonunu yem kitlesine hakim kılmaktır. Silolama olayında temel olarak, LAB anaerobik koşullar altında SÇK'ı başta laktik asit olmak üzere organik asitlere dönüştürürler. Bunun sonucunda pH düşer ve su içeriği yüksek materyal bozulmaya neden olan mikroorganizmalardan korunmuş olur (Weinberg ve ark. 1993). Ancak iklim, bitki çeşidi ve kimyasal bileşimi, silolama tekniği gibi birçok faktör kontrol edilmediği takdirde fermantasyon olayları arzu edilmeyen bir şekilde gerçekleşir. Silolama süresince gerçekleşen fermantasyon olaylarının bir sonucu olarak silajlarda KM, pH, organik asit bileşimi, NH₃-N gibi özellikler bakımından gözlenecek değerlerin, silaja ilişkin KM tüketimi ve besleme

değerliliği üzerinde önemli etkilere sahip olduğu bilinmektedir (Kılıç 1986, Phipps 1986, Mc Donald ve ark. 1988, Yurtman ve ark. 1997).

Bitkilerdeki kimyasal ve mikrobiyolojik aktivite hasat anından itibaren başlar ve silolamanın sonuna kadar devam eder. Bu aktivitelere bağlı olarak silajların besleme değerleri bir miktar düşer. Olgunlaşma dönemi; ekonomik koşulları da göz önüne alarak bitkilerin kimyasal ve mikrobiyolojik yapı olarak maksimum verim ve sindirilme dereceleri açısından da en iyi durumda oldukları dönemdir. Bitkilerin olgunlaşmaya başlaması ile birlikte verimleri artar. Ancak bunun yanı sıra selüloz ve lignin içerikleri de arttığı için sindirilme dereceleri düşer. Çok olgun bitkiler gerek aşırı KM gerekse yetersiz SÇK içeriklerinden dolayı silaj yapımı için uygun değildir. Bitkilerin çok erken dönemlerde hasat edilmesiyle yapılan silajlarda da bütrik asidin yoğun olduğu kötü bir fermantasyon görülür. Çok erken dönemlerde hasat edilen ürünlerin KM içerikleri oldukça düşük olduğu için bu tip ürünler daha fazla soldurma süresine gereksinim duyarlar. Bu süresinin uzaması bitkilerdeki enzim aktivitesini artırarak bozulmaya ve kayıplara sebep olur. Diğer yandan bitkilerin fizyolojik özellikleri ile hava ve toprak nemi, sıcaklık ve gün uzunluğu gibi çevre koşulları da doğru hasat zamanının belirlenmesi üzerinde etkili faktörlerdir (Filya 2005).

Bitkilerin buffer kapasiteleri (Bc) fermantasyon kalitesi açısından çok önemli bir faktör olup bitkilerin tampon özelliklerinin büyük bir kısmı içerdikleri anyonlardan (organik asit tuzları, ortofosfatlar, sülfatlar, nitratlar ve klorürler) ileri gelirken, yaklaşık %10-20'lik bir kısmı ise bitki proteinlerinin aktivitelerinden ileri gelir. Baklagillerin Bc buğdaygillerden daha yüksektir. Bu nedenle baklagiller buğdaygillere göre daha zor silolanırlar. Yüksek Bc sahip bitkiler zor silolanmalarının yanı sıra fermente olabilmek için hem daha fazla SÇK'a gereksinim duyarlar hem de bu bitkilerin fermente olabilmesi için daha uzun bir süre gerekir. Diğer yandan Bc yüksek olan bitkiler silaj pH'sını yükselttikleri için bu tür bitkilerden yapılan silajlarda kayıp oranı daha yüksek olur (Filya 2007).

Herhangi bir bitkisel ürün silolandıktan sonra oluşacak fermantasyonun kalitesi silajların besleme değeri ve hijyenik yapıları açısından büyük önem taşımaktadır. Silaj fermantasyonu sırasında oluşan; pH, NH₃-N ve organik asitlerin miktar ve kompozisyonları gibi son derece önemli silaj parametreleri fermantasyonun kalitesini belirlerler. Özellikle pH değeri ve NH₃-N düzeyleri düşük, laktik ve asetik asit oranı yüksek silajlar gerek bu silajları tüketen hayvanların verimlerinin artırılması açısından gerekse sağlıkları üzerinde herhangi bir olumsuz etkinin görülmemesi açısından istenen silajlardır. Çünkü silaj yapımında temel amaç, silajı tüketen hayvanların sağlıkları üzerinde olumsuz bir etkiye neden olmadan verimlerinin ekonomik olarak artırılmasıdır (Filya 2000).

Silaj üretiminde fermantasyon olaylarının kontrol altına alınabilmesi bakımından başvurulan yollardan birisi de katkı maddesi kullanımınıdır. Katkı maddeleri kullanımı silaj yapımının önemli bir aşaması olup, parçalama işlemi ile birlikte kombine edilmelidir. Çünkü parçalama işlemi silaj katkı maddelerinin silolanan materyale homojen bir şekilde karışmasına olanak sağlar (Filya 2005). Etki mekanizmaları, yapıları ve kullanım amaçlarına göre farklı gruplar altında incelenebilecek olan katkı maddelerini silolanan kitlede arzu edilmeyen mikroorganizma aktivitesini baskı altına alan katkı maddeleri (çeşitli asit ve bunların karışımları, tuz, vb.) ve LAB aktivitesini destekleyen katkı maddeleri (şeker ve nişasta içeren besin maddeleri, enzim preparatları, mikrobiyal kültürler vb.) olmak üzere iki ana grupta değerlendirmek de olasıdır (Mc Donald ve ark. 1991, Yurtman ve ark. 1997).

Silaj fermantasyonunun kontrolü amacıyla kullanılan klasik katkı maddelerine olan kimi üstünlükleri nedeniyle mikrobiyal katkı maddeleri son yıllarda oldukça geniş kullanım alanı bulmuşlardır. Silolanacak kitlede fermantasyonun yönlendirilmesi amacı ile mikrobiyal katkı maddesi kullanım fikri yakın bir geçmişe sahip değildir. Konuya ilişkin ilk uygulamaların 1909 yılında Fransız araştırmacılar tarafından gerçekleştirildiği bilinmektedir (Merry ve ark. 1993). Silaj mikrobiyolojisi konusundaki metotların gelişimi ile mikrobiyal katkı maddelerinin gelişimi arasında sıkı bir ilişkinin var olduğu gözlenmektedir. Seale ve ark. (1990), özellikle 1980'li yıllarda silaj mikrobiyolojisine olan ilginin artmasının mikrobiyal katkı maddelerinin değerlendirilmesine olan gereksiniminin bir sonucu olarak yorumlamaktadırlar. Aynı araştırmacılar, çoğu 1950-1960 yılları arasındaki kısa dönemde geliştirilen silaj mikrobiyolojisine ilişkin metotların günümüz koşullarında yeniden gözden geçirilmesine ve standardizasyonuna gereksinim duyduğunu vurgulamaktadırlar. Üretimlerini endüstriyel ölçekte gerçekleştirmesini sağlayan tekniklerin (liyofilizasyon/ freze drying) gelişimi ile birlikte mikrobiyal katkı maddelerinin ticari anlamda üretimleri ve kullanımları yaygınlık kazanmıştır (Wilkinson 1984, Merry ve ark. 1993, Robinson 1993).

Kullanım amaçları göz önünde bulundurularak mikrobiyal katkı maddelerinin kullanım etkinliğini belirleyen temel unsurları uygulama yoğunluğu, katkının biyolojik kompozisyonu ve ortamda yeterli besin maddelerinin bulunması olarak sıralamak mümkündür. Mikrobiyal katkı maddelerinin içerdiği mikroorganizmaların (LAB) ortamda baskın hale geçebilmesi açısından uygulama yoğunluğu önem taşır. Hemen her koşulda, silolanan kitlede gerek fermantasyon gelişim basamaklarını ve gerekse de son ürün özelliklerini belirleyen temel faktör, hasat zamanı yeşil materyalde yer alan epifitik LAB'nin yoğunluğu ve kompozisyonudur. Bir çok durumda bu yoğunluğun 1.0- 6.0 log₁₀ cfu/g arasında değişebildiği bildirilmektedir. Pitt ve Liebensperger (1987), yaptıkları incelemelere

dayanarak mikrobiyal katkı maddesinden beklenen etkenliğin gerçekleşebilmesi için uygulama yoğunluğu ile epifitik popülasyon yoğunluğu arasındaki oranın en az 1/1 olması gerektiğini, mevcut koşullar çerçevesinde de böylesi bir seviyenin yakalanabilmesi bakımından uygulama yoğunluğu olarak $6.0 \log_{10}$ cfu/g'lık bir seviyenin seçilmesi gerektiğini vurgulamaktadırlar.

Silaj yapımında beklenen başarının temin edilmesi, havasız koşullarda silolan kitle içerisinde hızlı bir şekilde homofermantatif karakterdeki laktik asit fermantasyonunun başlatılabilmesine bağlıdır. Mikrobiyal katkıların kullanılmadığı durumlarda bu gelişimin belirleyicisi epifitik popülasyonun niteliğidir. Bu noktada temel sorun, silolanmak üzere hasat edilen materyal üzerinde yer alan mikroorganizma varlığının sadece LAB tarafından oluşturulmuyor olmasıdır. Bu aşamada silolanacak materyal üzerinde arzu edilmeyen mikroorganizmaların varlığı da söz konusudur. Bu mikroorganizmalar silo içerisindeki koşullara da bağımlı olarak besin kaynakları tarafından epifitik LAB ile rekabete girerler. Bir çok durumda silolanacak materyal üzerinde yer alan LAB'nin kendileri ile rekabete girecek arzu edilmeyen mikroorganizma gruplarına (enterobakter ve funguslar) oranla 100-1000 kat daha az sayıda yer alabildikleri bilinmektedir. Buna ilaveten silolanabilecek materyal üzerinde yer alan LAB'nin her zaman için homofermantatif nitelikte fermantasyonunun gelişimini sağlayacak niteliklere sahip olamayacağı da bilinmektedir (McDonald ve ark. 1991, Lin ve ark. 1992, Merry ve ark. 1993, Petterson 1988, Yurtman ve ark. 1997). Mikrobiyal katkı maddelerinin diğer silaj katkılarına olan temel üstünlüğünü bu noktada açıklamak mümkündür.

Silaj yapımında fermantasyon olaylarının kontrolü amacıyla kullanılan mikrobiyal katkı maddelerini ya da başka bir isimlendirmeye bakteri kökenli inokulantları; belirli dozlarda kullanılmalrı durumunda silolanacak kitlede arzu edilen yönde (homofermantatif) fermantasyon olaylarının gelişimini sağlayabilecek yoğunlukta LAB ya da bakteri gruplarını içeren ürünler olarak tanımlanabilmektedir (Yurtman ve ark. 1997, Özduven ve ark. 1999). Bu inokulantlar genellikle *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Pediococcus acidilactici*, *Pediococcus cerevisiae*, *Pediococcus pentosaceus* ve *Enterococcus faecium* olmak üzere homofermantatif özellikteki LAB'ni içerirler. Bu tür mikroorganizmalar, şekerleri ağırlıklı olarak laktik aside fermente ederler (Tengerdy ve ark. 1991). Laktik asit bakteri inokulantlarının kullanıldığı birçok çalışmada, bu katkı maddelerinin silajların pH'larını hızla düşürdüğü, laktik asit ve laktik asit/asetik asit oranını arttırdığı, asetik asit, bütirik asit, $\text{NH}_3\text{-N}$ ve etanol düzeylerini düşürdüğü ve lactobacilli içeriklerini arttırarak silaj fermantasyonunu geliştirdiği saptanmıştır (Weinberg ve ark 1993,

Stokes ve Chen 1994, Moran ve ark. 1996, Filya ve ark. 2000). Bunun yanı sıra LAB inokulantlarının silajların aerobik stabiliteyi (aerobik koşullara dayanıklılık ve silo ömrü) üzerindeki etkilerinin incelendiği araştırma sonuçlarında, bazı araştırmacılar LAB inokulantlarının silajların aerobik dayanıklılığını arttırdığını bildirirken (Weinberg ve ark. 1993), bazı araştırmacılar ise etkilemediğini (Moran ve ark. 1996) veya aerobik dayanıklılığını düşürerek, silajlarda gözle görülür bir küflenme ve yoğun karbondioksit gazı üretimine neden olduklarını bildirmişlerdir (Stokes ve Chen 1994). Filya ve ark. (2000) ise LAB inokulantlarının silajların aerobik dayanıklılığını düşürdüğünü, KM içeriği yeterli olanların ise aerobik dayanıklılığının arttırdığını bildirmişlerdir.

Bir ürünün iyi bir şekilde silolanabilmesi için başta heksozlar olmak üzere KM'de en az %3-5 düzeyinde fermente olabilir karbonhidrat içermesi gerekir. Silolanacak bitki materyallerinin yeterli düzeyde SÇK'nın bulunması durumunda LAB'nin inokulasyonu silaj kalitesini arttırabilmektedir. Ortamda yeterli miktarda SÇK bulunmaması durumunda ise silaj kalitesi düşmektedir. Bitkilerde bulunan karbonhidratların büyük bir bölümünü LAB tarafından fermente edilemeyen yapısal karbonhidratlar oluşturmaktadır. Bu nedenle SÇK bakımından yetersiz olan ürünlerin silolanması sırasında yeterli düzeyde fermente olabilir karbonhidrat sağlayabilmek için hücre duvarını ve nişastayı parçalayan enzimlerin kullanılması önerilmektedir. Bu enzimler selüloz, hemiselüloz, pektinaz ve amilazdır (Filya ve ark. 2001).

Kuru madde içeriği düşük olan ürünlerden yapılan silajlarda, KM içeriği yüksek olan veya soldurulmuş ürünlerden yapılan silajlara göre daha etkilidirler. Diğer yandan bu enzimlerin selüloz, hemiselüloz ve pektinaz karışımı halinde bulunması ve silolanacak ürüne bu şekilde üçlü bir karışım halinde katılması, tek başlarına katılmalarına göre daha iyi sonuç vermektedir (Filya 2001).

Hücre duvarını parçalayıcı enzimler, genel olarak SÇK içeriklerinin yetersiz olmasından dolayı zor silolanacak baklagil ve buğdaygil-baklagil karışımı yem bitkileri ile KM içerikleri düşük olan buğdaygil ve baklagil yem bitkilerinden yapılan silajların pH, asetik asit ve diğer uçucu yağ asitleri içeriklerini düşürmektedirler. Bunun yanı sıra bu enzimler katıldıkları silajların NDF, ADF ve ADL olarak saptanan hücre duvarı bileşenlerini düşürürken, laktik asit ve SÇK içeriklerini arttırmaktadırlar (Filya 2001).

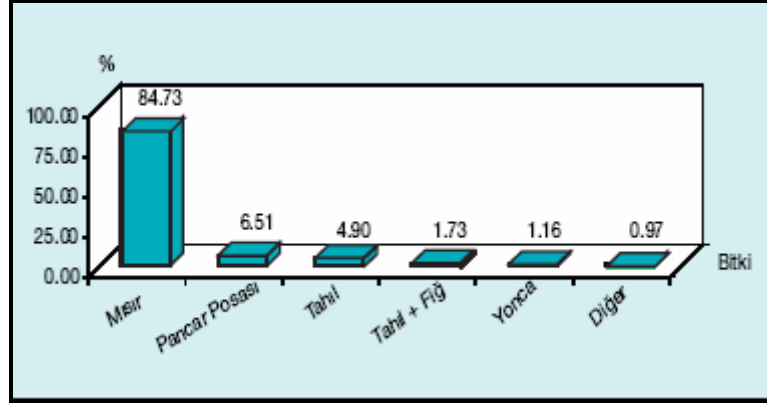
Bolsen ve Heidker (1985) ile Chen ve ark. (1994), LAB inokulantlarının enzimler ile birlikte karışım halinde silaj katkı maddesi olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Laktik asit bakterileri ile birlikte kullanılan selüloz, hemiselüloz ve pektinaz gibi hücre duvarını parçalayıcı enzimler ile amilaz gibi nişastayı parçalayan enzimlerin, katıldıkları silajlarda

ilave substrat çıkararak silajda fermantasyonu olumlu yönde geliştirdiği, hücre duvarı içeriklerini düşürdüğü, KM ve organik maddeler (OM)'in sindirilebilirliğini arttırdığı, ADF ve NDF parçalanabilirliklerini arttırdığı, aerobik dayanıklılığın ise etkilenmediği bildirilmektedir (Filya 2002).

Günümüzde mikrobiyal inokulant pazarında çok sayıda ürün yer almaktadır. Bu çeşitliliği mikrobiyal inokulant etkenliğini çok sayıda faktörün etkisi altında değişim gösterebilmesiyle açıklamak mümkündür. Özellikle mikrobiyal katkı maddeleri, kullanımlarının oldukça kolay olması, güvenli oluşları, toksik etkilerinin olmayışı, silaj yapımında kullanılan makinelerde korozyona sebep olmamaları, çevre kirliliği yaratmamaları ve sonuç olarak doğal ürünler olmaları gibi önemli avantajlara sahip oldukları için kimyasal kökenli katkı maddelerine göre daha fazla tercih edilmektedir (Weinberg ve ark. 1993, Filya 2002). Uygulama yoğunluğu, katkının biyolojik bileşimi, ortamdaki yarıyışlı besin madde miktarı gibi faktörler bakteri inokulantlarının başarısını belirlemektedir. Dolayısıyla silajı yapılacak bitkisel materyale ilişkin özellikler bu noktada önemli etkiye sahiptir (Özdüven ve ark. 1999).

Gerek ülkemizde gerekse dünyada silajı yapılan çok sayıda bitkisel ürün ve yan ürün bulunmaktadır. Mısır, silajlık olarak üretiminin en popüler olduğu bitkisel materyal olup, dünyanın birçok bölgesinde ve ülkemizde diğer baklagil kökenli yem materyalleri ile birlikte silaj yapımında en fazla kullanılan ürün durumundadır. Ülkemizde silo yemleri üretimi sürekli bir artış göstermektedir. 1997 yılında 1.845.992 ton olan silo yemi üretimimiz, 2000 yılında 3.442.787 tona, 2003 yılında ise 4.987.331 tona ulaşmıştır. Şekil 2.1.'de görülebileceği gibi, ülkemizde silaj yapımında kullanılan temel bitki mısır olup, 1997 yılında ülkemizde yapılan toplam silajın %67.0'sini, 2000 yılında %74.1'ini ve 2003 yılında %84.7'sini mısır silajı oluşturmuştur (Filya 2007).

McDonald ve ark. (1991), silolama yeteneği göz önüne alındığında, yüksek KM içeriği, laktik asit fermantasyonu için yeterli düzeyde SÇK kapsamı ve düşük Bc nedeniyle mısırın ideal özelliklere sahip olduğunu bildirmektedir.



Şekil 2.1. Ülkemizde silajı yapılan bitkilerin oranları, (Filya 2007).

Buğday da çok önemli bir silajlık bitki olup, özellikle bazı ülkelerde silaj yapımında ana bitki olarak kullanılmakta ve en fazla silaj bu bitkiden yapılmaktadır. Bazı ülkelerde ise buğday ara ürün olarak yetiştirilmekte ve silaj yapımında kullanılmaktadırlar. Buğday ülkemizde de özellikle son yıllarda üreticiler arasında popülerite kazanan bir silajlık bitki olmuştur. Buğday için en uygun biçim zamanı danelerin süt olum döneminden itibaren başlar ve hamur olum sonuna kadar devam eder. Ancak en uygun hasat dönemi yaklaşık olarak %35-38 KM içerdiği hamur olum dönemidir. Bu dönemde buğday fermantasyon için gereken SÇK içeriğine sahiptir ve Bc de orta düzeydedir. Silaj için hamur olum dönemi kesinlikle geçirilmemelidir (Filya 2005).

Bergen ve ark. (1991), süt ve hamur olum dönemlerinde hasat ettikleri elde edilen buğday hasıllarında sırasıyla KM içeriklerini %37.0 ve 44.4; pH değerlerini 5.9 ve 5.9; NDF içeriklerini %45.6 ve 49.8; ADF içeriklerini %29.7 ve 32.2; SÇK içeriklerini %18.9 ve 11.5; HK içeriklerini ise %6.8 ve 6.8; 64 günlük silolamadan sonra elde edilen silajlarda aynı sırayla KM içeriklerini %34.5 ve 43.5; pH değerlerini 4.0 ve 4.1; NDF içeriklerini %50.0 ve 51.8; ADF içeriklerini %34.5 ve 35.6; SÇK içeriklerini %11.4 ve 5.1; laktik asit içeriklerini %5.96 ve 6.12; asetik asit içeriklerini %1.17 ve 0.82; HS içeriklerini ise %7.4 ve 7.8 olarak bildirmektedirler.

Sewell (1993), buğday silajlarında hasat döneminin silaj kalitesi üzerindeki etkilerini incelediği çalışmasında, çiçeklenme, süt ve hamur olum dönemlerinde elde edilen silajların sırasıyla KM içeriklerinin %15.8, 29.0 ve 40.0; ham protein (HP) içeriklerinin %15.3, 11.0 ve 9.5; *in vitro* KM sindirebilirliğinin %62.9, 57.8 ve 56.1 olarak gerçekleştiğini bildirmektedir.

Arieli ve Adin (1994), erken ve geç dönemde hasat edilen buğday silajlarında sırasıyla KM içeriklerinin %30.1 ve 37.9; OM içeriklerinin %91.8 ve 93.4; HP içeriklerinin %6.5 ve 6.4; NDF içeriklerinin %53.7 ve 53.0; ADF içeriklerinin %35.7 ve 35.5 olarak saptamışlardır.

Siefers ve ark. (1996), 8 çeşit buğday silajının fermantasyon özelliklerini saptamak amacıyla yürüttüğü çalışmada, süt ve hamur olum dönemlerinde sırasıyla pH değerlerinin 4.7-5.9 ve 4.0-4.2; KM içeriklerinin %23.2-46.4 ve 32.0-43.6; HP içeriklerinin %12.8-15.3 ve 10.4-12.7; NDF içeriklerinin %58.7-63.2 ve 58.6-63.6; ADF içeriklerinin %39.6-43.1 ve 40.1-43.0; HS içeriklerinin ise %11.9-14.2 ve 9.3-10.9 arasında değiştiğini bildirmektedirler.

Crovetto ve ark. (1998), çiçeklenme, orta çiçeklenme, süt ve hamur olum dönemlerinde hasat edilen buğday silajlarında sırasıyla KM içeriklerini %19.7, 22.4, 29.0 ve 36.0; OM içeriklerini %93.1, 94.4, 93.8 ve 94.4; HP içeriklerini %12.7, 9.8, 8.3 ve 7.9; ham yağ (HY) içeriklerini %5.4, 4.5, 3.1 ve 2.7; HS içeriklerini %29.6, 31.1, 28.9 ve 26.7; NDF içeriklerini %57.5, 59.4, 59.4 ve 48.7; ADF içeriklerini %34.9, 34.6, 35.0 ve 31.0; lignin içeriklerini %3.8, 4.7, 4.6 ve 6.2; toplam nitrojen (TN) içerisindeki NH₃-N içeriklerini %7.1, 4.8, 6.4 ve 8.9; KM içerisindeki laktik asit içeriklerini %4.1, 4.3, 4.0 ve 3.5; KM içerisindeki asetik asit içeriklerini %1.3, 0.8, 1.2 ve 1.1; KM içerisindeki bütrik asit içeriklerini %0.02, 0, 0 ve 0; pH değerlerini ise 3.60, 3.55, 3.60 ve 3.80 olarak bildirmektedirler. Günlük KM ve OM tüketimleri aynı sırasıyla 49.4, 37.9, 40.7, 49.7 ve 45.4, 35.3, 38.0, 46.4 g/kg canlı ağırlık^{0.75} olarak saptamışlardır. Kuru madde, OM, HP, HY, HS, NDF ve ADF sindirilme derecelerini yine aynı sırayla %73.4, 67.1, 59.2, 59.6; %75.6, 68.9, 61.4, 62.0; %74.8, 61.4, 55.8, 53.5; %74.0, 71.3, 61.8, 57.2; %75.9, 68.5, 52.5, 29.9; %71.8, 65.5, 52.9, 34.5; %72.6, 67.7, 53.0, 34.5 olarak bildirmektedirler. Elde edilen sonuçlara göre; çiçeklenme ve hamur olum dönemlerinde diğer dönemlere göre KM, OM ve enerji tüketiminin önemli düzeyde daha yüksek olduğunu, KM, OM ve enerji sindirilebilirliğinin çiçeklenme döneminden süt olum dönemine doğru önemli düzeyde azaldığını ancak son iki dönem arasında önemli bir değişimin olmadığı görülmektedir.

Filya ve ark. (2000), LAB inokulantlarının süt olum döneminde hasat edilen buğday silajlarının fermantasyon ve aerobik stabilite özelliklerini saptamak amacıyla yürüttükleri çalışmalarında, silolama öncesi buğday hasıllarında pH, KM, SÇK, HK ve HP içeriklerini sırasıyla 6.7, 368 g/kg, 52 g/kg KM, 93 g/kg KM ve 138 g/kg KM olarak bildirmektedirler. Altmış beş günlük silolama sonrası elde edilen buğday silajlarında kontrol, *L. plantarum* + *Enterococcus faecium* ve *L. pentosus* içeren inokulant gruplarında sırasıyla pH değerlerini 4.4, 3.9 ve 3.9; SÇK içeriklerini 43, 26 ve 25 g/kg KM; laktik asit içeriklerini 8, 35 ve 28 g/kg KM; asetik asit içeriklerini 6, 4 ve 5 g/kg KM; LAB sayılarını 7.2, 5.7 ve 6.2 log₁₀ cfu/g; maya sayılarını 3.4, 0.0 ve 0.0 log₁₀ cfu/g olarak saptamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, her iki LAB inokulantının da buğday silajlarının fermantasyon özelliklerini geliştirdiği, lactobacilli ve maya sayılarını düşürdüğü görülmektedir.

Hill ve Leaver (2002), çiçeklenme, süt ve hamur olum dönemlerinde hasat edilen fortreş çeşidinden elde edilen buğday hasıllarında sırasıyla; KM içeriklerini 316, 445 ve 589 g/kg; pH değerlerini 6.5, 6.5 ve 6.7; SÇK içeriklerini 176, 62 ve 38 g/kg KM; HS içeriklerini 52, 54 ve 68 g/kg KM; NDF içeriklerini 356, 416 ve 488 g/kg KM; ADF içeriklerini 230, 320 ve 287 g/kg KM olarak bildirmektedirler. Araştırmacılar 90 günlük silolamadan sonra elde edilen silaj örneklerinde aynı sırayla KM içeriklerini 318, 439 ve 669 g/kg; pH değerlerini 3.87, 4.18 ve 6.16; SÇK içeriklerini 74, 47 ve 12 g/kg KM; TN içerisinde NH₃-N içeriklerini 86, 46 ve 29 g/kg; laktik asit içeriklerini 79, 58 ve 8 g/kg KM; asetik asit içeriklerini 26, 21 ve 27 g/kg KM; HS içeriklerini 55, 59 ve 61 g/kg KM; NDF içeriklerini 338, 408 ve 486 g/kg KM; ADF içeriklerini 219, 309 ve 282 g/kg KM olarak saptamışlardır. Elde edilen sonuçlara göre olgunlaşmayla birlikte buğday hasıllarında KM, pH, HK, NDF içeriklerinin arttığı, SÇK içeriklerinin ise azaldığı; hamur olum döneminde elde edilen silajların KM, pH, HS ve NDF içeriklerinin diğer silajlara göre daha yüksek, ancak SÇK, NH₃-N ve laktik asit içeriklerinin daha düşük olduğu görülmektedir.

Ashbell ve Weinberg (2003), çiçeklenme, süt ve hamur olum dönemlerinde hasat edilen buğday hasıllarında sırasıyla KM içeriklerini 200-246, 249-388, 355-466 g/kg; SÇK içeriklerini 62-110, 51-136, 30-32 g/kg KM; HS içeriklerini 81-111, 62-110, 57-91 g/kg KM; HP içeriklerini 96-132, 77-104, 81-90 g/kg KM; NDF içeriklerini 585-640, 510-598, 481-509 g/kg KM, ADF içeriklerini 366-405, 251-408, 339-278 g/kg KM ve ADL içeriklerini ise 59-90, 49-108, 57-67 g/kg KM arasında değiştiğini bildirmektedirler.

Filya (2003a), buğday silajlarında fermantasyon, aerobik stabilite ve *in situ* rumen parçalanabilirlik özelliklerini saptamak amacıyla yürüttüğü çalışmada; çiçeklenme, süt olum, hamur olum dönemlerinde hasat edilen pehlivan ve gönen çeşitlerinden elde edilen hasılların sırasıyla; KM içeriklerini 357, 366, 390 ve 359, 370, 395 g/kg; pH değerlerini 5.8, 5.5, 6.4 ve 5.8, 5.6, 6.2; SÇK içeriklerini 105, 70, 37 ve 101, 68, 33 g/kg KM; laktik asit içeriklerini 0.6, 0.7, 0.4 ve 0.5, 0.6, 0.3 g/kg KM; asetik asit içeriklerini 0.2, 0.1, 0.0 ve 0.1, 0.2, 0.0 g/kg KM; LAB sayısını 2.1, 2.9, 2.3 ve 2.5, 2.6, 2.8 log₁₀ cfu/g; maya sayılarını <2.0, 2.3, 2.5 ve <2.0, 2.2, 2.7 log₁₀ cfu/g; küf sayılarını <2.0, 3.1, 2.6 ve <2.0, 2.8, 2.7 log₁₀ cfu/g; 90 günlük silolama sonucu elde edilen silajlarda ise aynı sırasıyla; KM içeriklerini 346, 359, 381 ve 349, 365, 392 g/kg; pH değerlerini 4.0, 3.9, 4.0 ve 4.1, 3.9, 4.0; SÇK içeriklerini 4.1, 4.9, 5.2 ve 3.4, 4.4, 4.7 g/kg KM; laktik asit içeriklerini 24.3, 35.7, 33.3 ve 21.6, 34.9, 30.4 g/kg KM; asetik asit içeriklerini 5.7, 6.2, 6.8 ve 5.5, 5.2, 6.4 g/kg KM; LAB sayısını 8.3, 9.2, 8.7 ve 8.0, 8.8, 9.5 log₁₀ cfu/g; maya sayılarını 3.9, <2.0, <2.0 ve 4.5, <2.0, <2.0 log₁₀ cfu/g; küf sayılarını 4.4, 3.2, 2.5 ve 5.1, 3.5, 3.2 log₁₀ cfu/g; HP içeriklerini 78, 70, 61 ve 75, 65, 58

g/kg KM; HS içeriklerini 74, 66, 68 ve 76, 70, 67 g/kg KM; NDF içeriklerini 540, 517, 412 ve 534, 520, 442 g/kg KM; ADF içeriklerini 397, 365, 277 ve 382, 360, 290 g/kg KM; ADL içeriklerini 69, 81, 90 ve 74, 85, 90 g/kg KM; hemiselüloz içeriklerini 143, 152, 135 ve 152, 160, 152 g/kg KM; selüloz içeriklerini ise 328, 284, 187 ve 308, 275, 200 g/kg KM olarak bildirmektedir. Ayrıca *in situ* KM parçalanabilirliğini aynı sırayla %58.5, 60.4, 67.6 ve 57.4, 59.8, 66.7; NDF parçalanabilirliğini ise %42.2, 33.6, 34.9 ve 41.8, 32.5, 33.0 olarak saptamıştır. Elde edilen sonuçlara göre olgunlaşmayla birlikte silajlarda pH ve SÇK içeriğinin düştüğünü, süt ve hamur olum dönemlerinde elde edilen silajların çiçeklenme döneminde elde edilen silajlara göre laktik asit içeriğinin daha yüksek fakat maya ve küf içeriğinin daha düşük olduğunu bildirmektedir. Hamur olum döneminde elde edilen silajların çiçeklenme ve süt olum dönemiyle karıştırıldığında; selüloz içeriğinin önemli düzeyde daha düşük olduğunu, HP ve NDF içeriğinin azaldığını, hemiselüloz içeriğinin buğdayın olgunlaşma dönemiyle bir değişim göstermediğini saptamıştır. En yüksek KM sindirilebilirliği, KM ve NDF parçalanma verimliliği hamur olum döneminde, en yüksek selüloz sindirilebilirliği ise çiçeklenme döneminde bulunmuştur.

Contreras-Govea ve ark. (2006), çiçeklenme ve süt olum dönemlerinde hasat edilen buğday silajlarında fermantasyon özelliklerini inceledikleri çalışmalarında 2000 ile 2001 yıllarında sırasıyla KM içeriklerini 271 ve 362 g/kg ile 349 ve 279 g/kg; pH değerlerini 3.64 ve 3.63 ile 3.90 ve 3.67; SÇK içeriklerini 106 ve 181 g/kg KM ile 77 ve 59 g/kg KM; NDF içeriklerini 542 ve 523 g/kg KM ile 488 ve 597 g/kg KM; ADF içeriklerini 318 ve 308 g/kg KM ile 278 ve 349 g/kg KM; laktik asit içeriklerini 90 ve 77 g/kg KM ile 96 ve 98 g/kg KM; asetik asit içeriklerini 3.6 ve 3.9 g/kg KM ile 5.5 ve 7.8 g/kg KM olarak bildirmektedirler.

Filya (2003b), erken hamur olum döneminde hasat edilen buğday hasıllarına bakteriyal inokulant ilavesinin fermantasyon, aerobik stabilite ve *in situ* rumen parçalanabilirlik özelliklerini saptamak amacıyla yürüttüğü çalışmasında; buğday haslında silolama öncesi pH, KM, SÇK, HK, HP, NDF, LAB, maya ve küf içeriklerini sırasıyla 6.3, 384 g/kg, 68g/kg KM, 70 g/kg KM, 66 g/kg KM, 505 g/kg KM, 4.2 log₁₀ cfu/g, 5.1 log₁₀ cfu/g ve 3.4 log₁₀ cfu/g olarak bildirmektedir. Altmış günlük silolama sonrası elde edilen buğday silajlarında kontrol, *L. buchneri*, *L. plantarum* ve *L. buchneri* + *L. plantarum* gruplarında sırasıyla pH değerlerini 3.9, 4.2, 3.8 ve 3.9; SÇK içeriklerini 47, 6, 42 ve 9 g/kg KM; laktik asit içeriklerini 33, 20, 47 ve 24 g/kg KM; asetik asit içeriklerini 8, 21, 6 ve 19 g/kg KM; NH₃-N içeriklerini 0.140, 0.135, 0.109 ve 0.115 g/kg TN; LAB sayılarını 6.1, 5.8, 7.7 ve 6.0 log₁₀ cfu/g; maya sayılarını 3.3, <2.0, 4.1 ve <2.0 log₁₀ cfu/g; küf sayılarını 2.8, <2.0, 3.1 ve <2.0 log₁₀ cfu/g olarak saptamıştır. Araştırmacı *L. buchneri* + *L. plantarum* uygulanan silajların diğer silajlara göre

pH, NH₃-N ve fermantasyon kayıplarının önemli düzeyde daha az olduğunu, bununla birlikte *L. buchneri*, *L. plantarum* ve *L. buchneri* + *L. plantarum* uygulanan silajlarda *in situ* KM, OM ve NDF parçalanabilirliğinin etkilenmediğini bildirmektedir.

Sucu ve Filya (2005), LAB inokulantlarının hamur olum döneminde hasat edilen buğday silajlarının fermantasyon, aerobik stabilite ve *in situ* rumen parçalanabilirlik özelliklerini saptamak amacıyla yürüttükleri çalışmalarında silolama öncesi buğday hasılında pH, KM, SÇK, HK, HP, LAB, maya ve küf içeriklerini sırasıyla 6.4, 353 g/kg, 51g/kg KM, 73 g/kg KM, 88 g/kg KM, 3.5 log₁₀ cfu/g, 5.7 log₁₀ cfu/g ve 4.2 log₁₀ cfu/g olarak bildirmektedirler. Elli günlük silolama sonrası elde edilen buğday silajlarında kontrol, LAB ve LAB + enzim karışımı inokulant gruplarında sırasıyla pH değerlerini 4.4, 3.7 ve 3.7; SÇK içeriklerini 9, 18 ve 20 g/kg KM; laktik asit içeriklerini 30, 39 ve 43 g/kg KM; asetik asit içeriklerini 11, 3 ve 3 g/kg KM; NH₃-N içeriklerini 115, 12 ve 15 g/kg TN; LAB sayılarını 5.5, 7.4 ve 7.2 log₁₀ cfu/g; maya sayılarını 7.7, 7.3 ve 7.0 log₁₀ cfu/g; küf sayılarını 2.8, 0.8 ve 1.0 log₁₀ cfu/g olarak saptamışlardır. Araştırmacılar aynı sırayla *in situ* KM parçalanabilirliğini %56.8, 56.6 ve 57.8; OM parçalanabilirliğini ise %54.0, 54.3 ve 56.7 olarak bulmuşlardır. Elde edilen sonuçlara göre, her iki homofermantatif LAB inokulantının da buğday silajlarının fermantasyon özelliklerini geliştirdiği, LAB sayılarını arttırdığı, maya ve küf sayılarını düşürdüğü, *in situ* rumen parçalanabilirlik özelliklerinin ise inokulant uygulamasından etkilenmediği görülmektedir.

Filya ve Sucu (2007), bazı biyolojik ve kimyasal katkı maddelerinin hamur olum döneminde hasat edilen buğday hasıllarının 90 günlük silolama sonrasında fermantasyon, mikrobiyal flora ve aerobik stabilite özellikleri üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, başlangıç materyali için pH değerini 6.52, KM, SÇK, HK, HP ve NDF miktarlarını sırasıyla 355.3, 108.4, 63.2, 70.0 ve 536.7 g/kg KM; LAB, maya ve küf sayılarını ise 3.05, 3.64 ve 3.35 log₁₀ cfu/g olarak saptamışlardır. Silolama sonrası kontrol, *L. plantarum*, *L. buchneri*, *propionibacterium acidipropionici* ve formik asit uygulanan gruplarda sırasıyla pH değerlerini 4.22, 3.96, 4.67, 4.55 ve 3.94; SÇK içeriklerini 59.5, 54.3, 20.7, 57.9 ve 58.8 g/kg KM; laktik asit içeriklerini 49.6, 81.4, 36.3, 51.5 ve 56.5 g/kg KM; asetik asit içeriklerini 9.3, 5.6, 27.4, 18.3 ve 14.9 g/kg KM; bütrik asit içeriklerini 0.7, 0.2, 0.1, 0.3 ve 0.2 g/kg KM; NH₃-N içeriklerini 0.230, 0.194, 0.259, 0.246 ve 0.155 g/kg KM; LAB sayılarını 4.28, 6.96, 3.97, 4.15 ve 4.03 log₁₀ cfu/g; maya sayılarını 3.37, 4.63, 2.04, 2.12 ve 1.81 log₁₀ cfu/g; küf sayılarını ise 1.50, 1.42, 1.38, 1.45 ve 1.23 log₁₀ cfu/g olarak bildirmektedirler. Elde edilen sonuçlara göre *L. plantarum* inokule silajların yüksek düzeyde laktik asit üreterek silajlardaki homolaktik fermantasyonu geliştirirken; *L. buchneri*, *propionibacterium acidipropionici* ve

formik asit özellikle maya aktivitesini engelleyerek silajların aerobik stabilitesini geliştirdiği gör÷lmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1.MATERYAL

3.1.1. SİLAJ MATERYALİ

Silaj materyali olarak, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde yetiştirilen buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkisi kullanılmıştır.

3.1.2. SİLAJLARIN HAZIRLANMASI

Araştırmada kullanılan buğday hasılı süt ve hamur olum dönemlerinde hasat edilmiştir. Hasattan hemen sonra parçalama makinesinde yaklaşık 1.5 cm uzunluğunda parçalanmış ve bitkisel materyal homojen bir şekilde karıştırılarak silolama öncesi analizleri için örnek alınmıştır. Parçalanmış materyaller 2 litre kapasiteli laboratuvar tipi silo kaplarında silolanmıştır. Her grup için (süt olum döneminde kontrol ve LAB+enzim karışımı; hamur olum döneminde kontrol ve LAB+enzim karışımı) 3'er kavanoz olmak üzere toplam 12 kavanoz silaj yapılmıştır. Silo kaplarına doldurulacak materyalin hazırlanması amacıyla, stok karışım iki ana kısma ayrılmış, her iki kitlede naylon serili bir zemin üzerine ince tabaka oluşturacak şekilde yayılmıştır. Taze materyal ağırlıkları önceden tartılarak tespit edilen (10 kg) her iki kitleden LAB+enzim uygulanacak gruba, biyolojik kompozisyonunda *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus plantarum* ve *Streptococcus faecium* ile birlikte selüloz, hemiselüloz, pentozanaz ve amilaz içeren (Sil-All, Altech, UK) inokulanttan 0.1 g tartılarak üzerine 20 ml çeşme suyu konmuş ve iyice karışması sağlandıktan sonra taze materyal üzerine homojen bir şekilde el pülverizatörü ile püskürtülmüştür. Böylece taze buğday hasılına $6.0 \log_{10}$ cfu/g LAB ile birlikte enzim karışımları katılmıştır. İyice sıkıştırılmış olan ve ağızları kapatılan silo kapları, 25 ± 2 °C sıcaklıkta karanlık bir ortamda muhafaza edilmiştir. Kaplar 75 günlük bir silolamadan sonra açılarak kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır.

3.2.YÖNTEM

3.2.1.SİLAJ KALİTESİ TAKDİRİ İÇİN KULLANILAN YÖNTEMLER

Araştırmada kullanılan yemlerin silolama öncesinde pH, Bc, SÇK, mikrobiyolojik analizler, silolama sonrası örneklerde pH, SÇK, NH₃-N, organik asitler (asetik, bütirik, laktik asit), mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir.

3.2.1.1.pH ve Bc Analizleri

Silolama öncesi taze materyalde ve açım sonrası elde edilen örneklerde pH ölçümleri için 50 g' lık örneklere 125 ml saf su ilave edilmiş ve oda sıcaklığında 1 saat süre ile zaman zaman karıştırılarak tutulmuştur. Daha sonra örnekler süzölmüş ve elde edilen süzükte pH metre aracılığı ile okuma gerçekleştirilmiştir (Anonymous 1986).

Silolama öncesi alınan örnekte Bc'nin saptanabilmesi için 20 gram örneğe, 250 ml saf su ilave edilerek mekanik karıştırıcı aracılığı ile 1 dakika süre ile karıştırılmıştır. Karışım dört katlı gazlı bezden geçirilerek elde edilen süzüğün pH'sı 0.1 N HCl ile 3.00'e ayarlanmıştır. Daha sonra 0.1 N NaOH kullanılarak süzüğün pH'sı 4.00 e standardize edilmiştir. Süzük aynı yoğunluğa sahip NaOH ile karışımın pH'sı 4.00 den 6.00 ya çıkıncaya kadar işleme tabi tutulmuştur. pH'nın 4.00'den 6.00'ya yükselmesi için gerekli alkali miktarı meq/kg KM olarak kaydedilmiştir (Playne ve McDonald 1966).

3.2.1.2. SÇK Analizi

Başlangıç ve silaj örneklerinde SÇK analizi Anonymous (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 süzölerek 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 absorbans değeri 620 nm'de 30 dakika içerisinde spektrofotometre aracılığı ile okunmuştur. Örnek ve kör denemeler sonrası tespit edilen absorbans değerlerine denk gelen mg glikoz değerleri arasındaki farklılık 500 katsayısı ile çarpılmıştır. Sonuç, örnek içerisinde yer alan g/kg SÇK miktarı olarak kaydedilmiştir.

3.2.1.3. NH₃-N Analizi

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

3.2.1.4. Organik Asit Analizleri

Organik asit miktarlarının (asetik, bütrik ve laktik asitler) tespitinde Lepper'in kısaltılmış metodu kullanılmıştır. Silaj gruplarından ekstratın edilmesi için her silaj örneğinden 200 g tartılarak 2 litrelik beher içine konulmuş ve beher ölçü çizgisine kadar saf su ile tamamlanmıştır. Zaman zaman çalkalamak suretiyle bir gece buzdolabında bekletilmiş, ertesi sabah kuru filtre kağıdı katlanılarak bir huninin içine yerleştirilmiş ve silaj suyu süzülmüştür. Elde edilen ekstraktan 200 ml alınarak 250 ml'lik ölçü balonuna konulmuş olup silaj örneklerinde bulunan şekeri ayırmak için 20 ml kireç sütü (%10 CaO) ve 10 ml bakır sülfat (%10 CuSO₄) çözeltileri eklenerek çalkalanmış ve bir saat bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda 250 ml'lik ölçü balonu çizgisine kadar saf suyla tamamlanıp çalkalanmış ve daha sonra kuru filtre kağıdı katlanarak bir huniye yerleştirilmiştir. Karışım bu huniden süzülerek damıtma aşaması için 200 ml süzük alınmıştır. 200 ml'lik ekstrakt 500 ml'lik bir balona konularak üzerine 5 ml 1:1 (V/V) oranında sulandırılmış sülfürik asit (H₂SO₄) çözeltisi ve kaynamayı düzenlemek için kaynama taşı veya cam bilye atılarak ısıtıcı düzeneğine yerleştirilmiştir. Silo asitleri analiz düzeneğinin soğutucu ucuna 100 ml'lik ölçü balonuna bir damla düştüğü andan itibaren 20 dakikalık damıtma süresince 100 ml damıtık alınacak şekilde kaynama şiddeti ayarlanmıştır. 100 ml'lik ölçü balonu çizgisine kadar dolduğunda, bu ölçü balonu alınarak damıtığın yere damlamasına izin vermeden 50 ml'lik başka bir ölçü balonu yerleştirilmiştir. Bu ölçü balonuna 10 dakikalık damıtma süresince 50 ml damıtık alınacak şekilde kaynama şiddeti ayarlanmış, 50 ml'lik ölçü balonu işaret çizgisine kadar dolduğunda damıtmaya son verilmiştir. Birinci damıtığın toplandığı 100 ml'lik balona (1) ve ikinci damıtığın toplandığı 50 ml'lik balona (2) rakamı yazılmıştır. İkinci damıtmadan sonra 500 ml'lik balonda kalan süzük laktik asidin bulunması için kullanılmıştır. Laktik asit, asetik aside

çevrilip damıtılmak suretiyle bulunmuştur. Bu amaç için balon içerisindeki süzüğün içerisinde kolay oksitlenebilen 55 ml H₂SO₄- krom asidi (45.45 ml saf H₂SO₄ + 45.454 gr Cr₂O / I) eklenip balonun ağzına geri damıtma işlemi yapan soğutucu takılmış ve kaynama başladığı andan itibaren 5 dakika süre ile kaynatılmıştır. Bu süre sonunda soğutucunun üstteki ağzından balonu 100 ml saf su ilave edilmiş ve balondan geri damıtma işlemi yapan soğutucu çıkarılarak diğer soğutucu takılmıştır. Yine önceki damıtmada olduğu gibi 50 ml'lik damıtığı 10 dakika süre içerisinde alınacak şekilde damıtma işlemi yapılmış ve damıtma sonunda 50 ml damıtma alınan balona (3) rakamı yazılmıştır. Damıtma yoluyla 3 ayrı balona aktarılmış olan asitler üzerlerine (1), (2) ve (3) yazılmış erlen içerisinde boşaltılarak üzerine 8-10 damla fenolftalein indikatörü damlatılmıştır. Daha sonra N/20 (0.05 N) sodyum hidroksit (NaOH) çözeltisiyle kısa zamanda kaybolan kırmızı renk elde edilinceye kadar titre edilmiştir.

Titrasyonlarda harcanan N/20 (0.05 N) NaOH çözeltisi miktarları ml cinsinden saptandıktan sonra, şekerleri uzaklaştırma sırasındaki sulandırmayı düzeltmek amacıyla 1.25 katsayısı ile çarpılmış ve hesaplanan değerler D₁, D₂ ve D₃ olarak adlandırılmıştır. D₁, D₂ ve D₃ değerleri kullanılarak aşağıdaki eşitlikler yardımı ile silo asitleri hesaplanmıştır (Umur 2000).

$$\text{Asetik asit, \%} = 0.0962 D_2 - 0.0213 D_1$$

$$\text{Bütrik asit, \%} = 0.0431 D_1 - 0.0680 D_2$$

$$\text{Laktik asit, \%} = 0.1230 D_3 - (0.0086 \text{ Asetik asit} + 0.0029 \text{ Bütrik asit})$$

3.2.1.5. 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 225ml 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 MADDELERİ VE HÜCRE DUVARI İÇERİKLERİ ANALİZLERİ

3.2.2.1. Ham Besin Maddeleri İçerikleri 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. Yemin OM miktarı ise, KM ile HK arası farktan hesaplanmıştır. OM'yi oluşturan 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 amonyağın 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 ve HS ise; yemin önce belli konsantrasyonlardaki asit ve alkali ile kaynatılıp süzülmesi ve en son asetonla yıkanıp kurutularak yakılması sonucu elde edilmiştir. Yemin nitrojensiz öz maddeler (NÖM) miktarı ise, OM'den protein, yağ ve selülozun çıkartılması yolu ile hesaplanmıştır (Akyıldız 1984).

3.2.2.2. Hücre Duvarı İçerikleri Analiz Yöntemleri

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

NDF analizi, hücrenin çözünebilir 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 çözeltiye 150 g sodyum lauryl sülfat ve 50 ml 2-etoksietanol ilave edilmiştir. İkinci bir cam kapta 22.8 g susuz di sodyum hidrojen sülfat tartılır, distile su ilave edilir ve hafifçe ısıtılarak çözülmüştür. İlk çözeltiye ilave edilmiş, karıştırılmış ve 5 litreye seyreltilmiştir. Çözelti pH'sı 6.9-7.1 arasında kontrol edilmiştir. Birkaç damla dekaliyn, 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 krozedden düşük vakum aracılığıyla filtre edilmiştir. Kalıntı iki kısım kaynamaya yakın sıcaklıktaki su ve iki kısım 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, yem 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 dekalin ilave edilmiştir. Isıtıcıya konmuştur. Solüsyon hızla kaynama durumuna getirilmiş ve 1 saat hafifçe kaynatılmıştır. Düşük bir vakum ile darası alınmış cam krozeden 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 çözdürülmüştür, gerekirse filtre edilmiştir) ve birkaç damla dekalin ilave edilerek ısıtıcıya konmuştur. Solüsyon hızla kaynama durumuna getirilmiş ve bir saat hafifçe kaynatılmıştır. Düşük bir vakum ile darası alınmış cam krozeden 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 süzülmüştür. 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: $ADL (g/kg KM) = a - b / N \times 1000$

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

3.2.2.3. Enzimde KM ve OM Çözünübilirliği Analiz Yöntemleri

Çalışmada silaj örneklerindeki *in vitro* enzimde KM ve OM çözünübilirlik düzeyinin saptanması Naumann ve Bassler (1993) tarafından önerilen selülaz yöntemi ile gerçekleştirilmiştir.

Yönteme göre, kurutulmuş öğütülmüş materyalden alınan 0.3 g'lık örnek daha önce altı kapatılmış olan süzgeçli cam kaplara (800 °C ısıya dayanıklı, por. 1, altı ve üstü kapaklı, 50 ml'lik Gooch krezeler) 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 selülaz+buffer çözeltisinden 30 ml ilave edilir ve 40 °C sıcaklıktaki inkübatör

dolabında 24 saat bekletilir. Bu işlem sonrası cam kapların kapakları açılır, çözeltiler 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 KM, OM ve enzimde çözünmeyen OM miktarları aşağıdaki eşitlikler yardımı ile bulunmuştur.

$$\begin{aligned} \text{Kuru madde sindirilebilirliği, \%} &= [B_1-(A_1-A_0) \times 100]/B_1 \\ \text{Organik madde sindirilebilirliği, \%} &= [B_1-(A_1-A_2) \times 100]/B_1-C_1 \\ \text{Enzimde çözünmeyen organik madde (EÇOM)} &= 100-\text{OM sindirilebilirliği} \end{aligned}$$

A₀: Ghoch krozesinin darası, g

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 (selülaz) 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; selülaz buffer çözeltisi: 3.3 g selülaz enzimi (trichoderma viride; onozuka R-10, 1 U/mg aktivite)+1 litre asetat buffer çözeltisi

Kaba yemlerin metabolik enerji değerlerinin hesaplanması: Araştırma materyali kaba yemlerin metabolik enerji değerleri ile *in vitro* selülaz yöntemi ile elde edilen OMS (veya EÇOM) miktarları, bazı ham besin madde miktarları ve aşağıdaki regresyon eşitliklerinden yararlanılarak hesaplanmıştır (GfE, 1998).

Silo yemleri için;

$$\text{ME (MJ/kg KM)} = +14.27 - (0.0120 \times \text{EÇOM}) + (0.00234 \times \text{HP}) - (0.0147 \times \text{HK})$$

(*EÇOM miktarları ile HP, HY, HS ve HK miktarları g/kg KM’ dendir)

3.2.3. İSTATİKSEL ANALİZLER

Araştırmadan elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde varyans analizi, gruplar arası farklılığın belirlenmesinde ise LSD çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Soysal 1998). Bu amaçla Statsoft (1995)'un Statistica paket programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. ARAŞTIRMA YEMLERİNİN SİLOLAMA ÖNCESİ DEĞERLERİ

4.1.1. Buğday Hasıllarının Silaj Fermantasyonuna Etki Eden Kimi Özelliklerine Ait Bulgular

Araştırmada kullanılan buğday hasıllarına ait kimyasal ve mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Buğday hasıllarına ilişkin kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler

Özellikler	Süt Olum Dönemi	Hamur Olum Dönemi
KM, %	34.01	37.49
pH	6.15	6.24
Bc, meq NaOH/kg KM	139.85	111.99
HP, % KM	12.28	10.34
SÇK, g/kg KM	87.40	56.50
NDF, g/kg KM	583.80	539.70
ADF, g/kg KM	296.00	281.20
ADL, g/kg KM	58.30	54.50
Hemiselüloz, g/kg KM	287.80	258.50
Selüloz, g/kg KM	237.70	226.70
LAB, log ₁₀ cfu/g	2.84	3.15

Bc: Buffer kapasitesi; KM: Kuru madde; HP: Ham protein; SÇK: Suda çözünebilir karbonhidratlar; NDF: Nötral çözücülerde çözünmeyen karbonhidratlar; ADF: Asit çözücüde çözünmeyen karbonhidratlar; ADL: Asit çözücüde çözünmeyen lignin; LAB: Laktik asit bakterileri; cfu: Koliform ünite

Çizelgede verildiği gibi, süt ve hamur olum döneminde hasat edilen buğday hasıllarının sırasıyla KM içerikleri %34.01 ve 37.49; pH değeri 6.15 ve 6.24; Bc değerleri 139.85 ve 111.99 meq NaOH/kg KM; KM içindeki SÇK içerikleri 87.40 ve 56.50 g/kg KM; NDF içerikleri 583.8 ve 539.7 g/kg KM; ADF içerikleri 296.0 ve 281.2 g/kg KM; ADL içerikleri 58.3 ve 54.5 g/kg KM; hemiselüloz içerikleri 287.8 ve 258.5 g/kg KM; selüloz içerikleri 237.7 ve 226.7 g/kg KM; LAB sayıları 2.84 ve 3.15 log₁₀ cfu/g taze materyal (TM) olarak bulunmuştur.

4.2. ARAŞTIRMA YEMLERİNİN SİLOLAMA SONRASI DEĞERLERİ

4.2.1. Buğday Silajlarının Fermantasyon Özellikleri İle İlgili Bulgular

Araştırmanın 75. gününde gerçekleştirilen açım sonrası silaj örneklerinde kimi özelliklere ait saptanan bulgular Çizelge 4.2’de sunulmuştur.

Çizelge 4.2. Buğday Hasıllarında 75. Günde Yapılan Açım Sonrası Bazı Özelliklere İlişkin Kimyasal Analizler

Muameleler	Süt Olum Dönemi		Hamur Olum Dönemi			Etkiler (P<)		
	Kontrol	LAB+E	Kontrol	LAB+E	SEM	D	LAB+E	D*LAB+E
pH	4.64 a	4.49 b	4.27 c	4.09 d	0.065	<0.001	<0.001	0.628
KM, %	32.19 c	33.65 b	35.74 a	36.69 a	0.558	<0.001	0.017	0.537
SÇK, g/kg KM	12.30 b	20.17 a	5.60 c	12.50 b	1.625	<0.001	<0.001	0.676
NH ₃ -N, g/kg TN	78.85 b	68.19 b	102.41 a	74.17 b	4.914	0.007	0.024	0.243
AA, % KM	1.04 a	0.83 b	0.70 b	0.76 b	0.047	0.011	0.256	0.066
BA, % KM	0.00 b	0.00 b	0.09 a	0.00 b	0.016	0.111	0.111	0.111
LA, % KM	3.78 b	4.37 a	3.08 c	3.73 b	0.150	<0.001	0.003	0.832
LA/AA	3.69 c	5.27 a	4.49 bc	4.94 ab	0.238	0.549	0.024	0.161

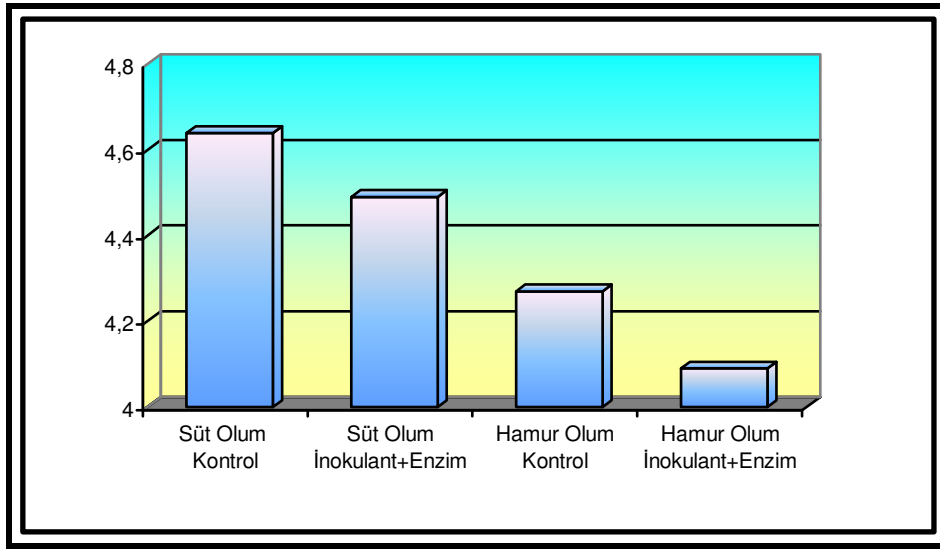
KM: kuru madde; SÇK: suda çözünebilir karbonhidratlar; NH₃-N: amonyak azotu; AA: asetik asit;

BA: bütrik asit; LA: laktik asit; D: Dönem; LAB+E: laktik asit bakterileri+enzim

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

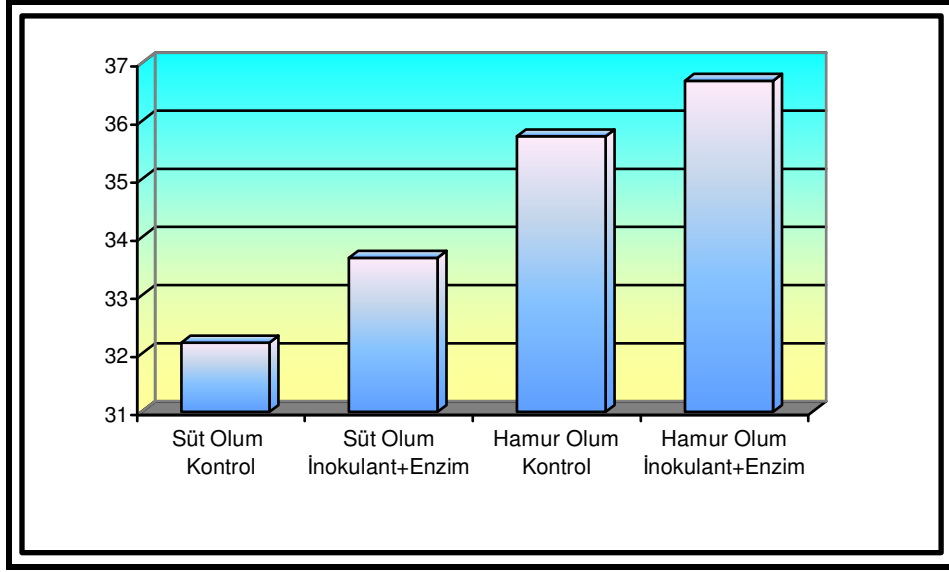
Çizelgede verildiği gibi, süt ve hamur olum döneminde kontrol ve LAB+enzim katkı maddesi kullanılan gruplarda pH, KM, asetik asit, bütrik asit, laktik asit, laktik asit/asetik asit oranı, NH₃-N, SÇK değerleri sırasıyla 4.64 ve 4.49; %32.19 ve 33.65; KM’de %1.04 ve 0.83; KM’de %0.00 ve 0.00; KM’de %3.78 ve 4.37; 3.69 ve 5.27; 78.85 ve 68.19 g/kg TN; 12.30 ve 20.17 g/kg KM; hamur olum döneminde kontrol ve enzim+inokulant katkı maddesi kullanılan gruplarda aynı sırayla 4.27 ve 4.09; %35.74 ve 36.69; KM’de %0.70 ve 0.76; KM’de % 0.09 ve 0.00; KM’de % 3.08 ve 3.73; 4.49 ve 4.94; 102.41 ve 74.17 g/kg TN; 5.60 ve 12.50 g/kg KM olarak bulunmuştur.

Anaerobik fermantasyonun ilk aşamalarında, amaca uygun laktik asit fermantasyonunun gelişebilmesi bakımından önem taşıyan kitle pH'sındaki değişimlerin yanı sıra, son ürünün sahip olduğu pH değeri de silaj KM tüketimi üzerinde önemli etkilere sahiptir. Çeşitli bildirişlerde bu açıdan önerilen değerlerin 4.3-4.7 arasında değişim gösterdiği gözlenmektedir (Phipps 1986). En yüksek pH değerinin 4.64 ile süt olum dönemi kontrol grubunda, en düşük pH değerinin ise 4.09 ile hamur olum dönemi LAB+enzim katkılı grupta elde edildiği çalışmada (Şekil 4.1.), vejetasyon dönemi ve LAB+ enzim katkısının pH değerleri üzerinde istatistiksel anlamda önemli olduğu ($P<0.001$), dönem*LAB+enzim katkısı interaksiyonunun önemli bir fark oluşturmadığı saptanmıştır ($P>0.05$).



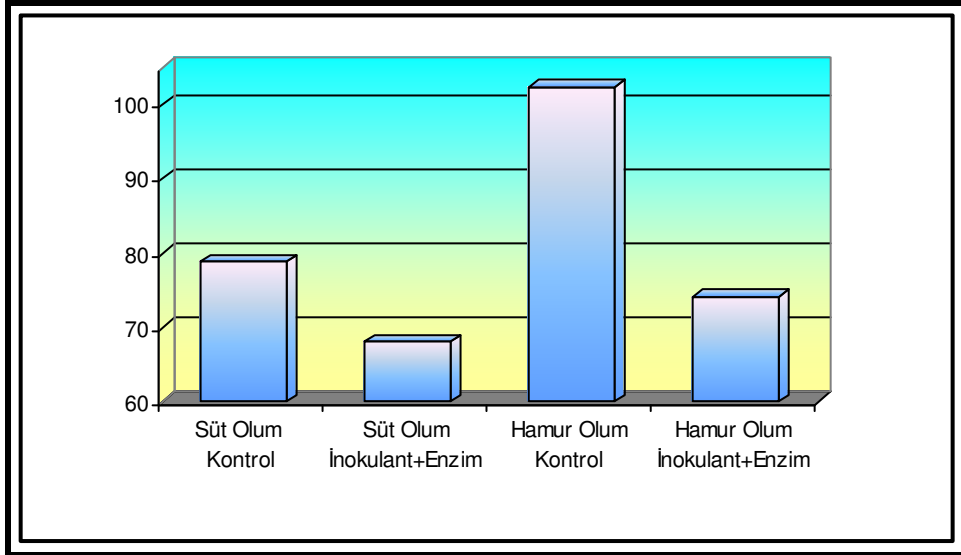
Şekil 4.1. Araştırmada muamele gruplarında saptanan pH düzeyleri

Çizelge 4.1. ve Çizelge 4.2'den de görüldüğü gibi, silolama öncesi süt ve hamur olum dönemlerinde sırasıyla %34.01 ve 37.49 olarak saptanan buğday hasıllarının KM düzeyleri 75 günlük silolama sonrasında tüm muamele gruplarında düşüş göstermiştir. En yüksek KM içeriğinin %36.69 ile hamur olum dönemi LAB+enzim katkı maddesi kullanılan grupta, en düşük KM içeriği ise %32.19 ile süt olum dönemi kontrol grubunda elde edildiği çalışmada (Şekil 4.1.), vejetasyon dönemi ($P<0.001$) ve LAB+enzim katkısının ($P<0.05$) silajların KM içerikleri üzerinde etkili olduğu ve gruplar arasındaki farklılıkların istatistiki anlamda önemli düzeyde olduğu saptanmıştır.



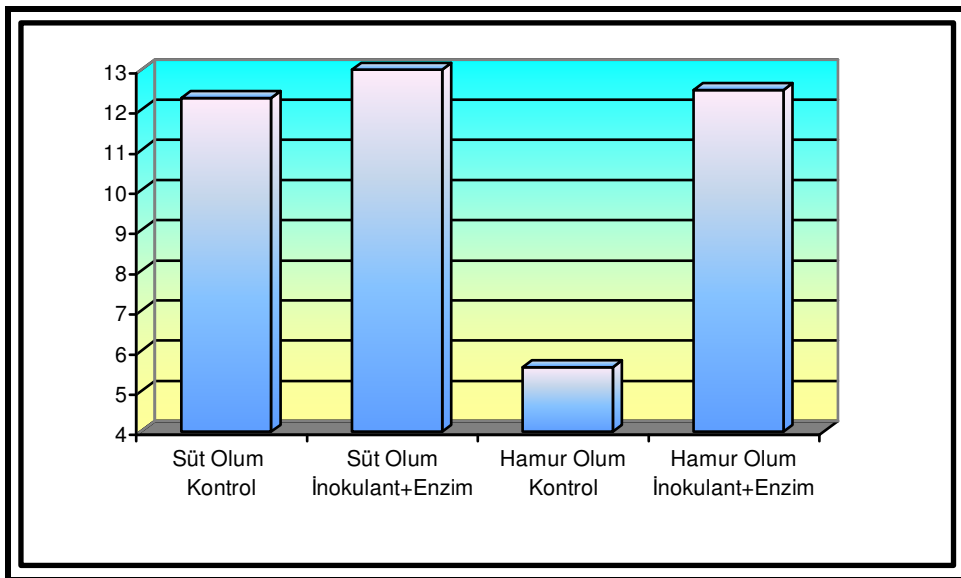
Şekil 4.2. Araştırmada muamele gruplarında saptanan KM düzeyleri

Silajı yapılacak kitlenin kapatılması sonrasında da, proteinlerin bitkisel enzimler aracılığı ile parçalanımı devam eder. Proteolitik aktivitenin boyutları ve bu bağlamda da proteinlerin yıkım miktarı ortamdaki asidik koşullarla ilişkili olup, silolamanın başlangıcındaki kritik dönemde pH değerindeki düşüşün hızı önemli bir faktördür (Pettersson 1988, Mc Donald ve ark. 1991). Çalışmada protein parçalanımının bir ölçütü olarak ele alınan $\text{NH}_3\text{-N}$ içerikleri bakımından muamele gruplarında saptanan değerler incelendiğinde, en yüksek $\text{NH}_3\text{-N}$ içeriğinin 102.41 g/kg TN ile hamur olum dönemi kontrol grubunda, en düşük $\text{NH}_3\text{-N}$ içeriği ise 68.19 g/kg TN ile süt olum dönemi LAB+enzim katkılı grupta elde edildiği çalışmada (Şekil 4.3.), gruplar arasındaki farklılıklarda vejetasyon dönemi ($P<0.001$) ve katkı maddesi kullanımının ($P<0.01$) istatistiksel olarak önemli olduğu, dönem*katkı maddesi interaksyonunun ($P>0.05$) önemli farklılıklar oluşturmadığı belirlenmiştir.



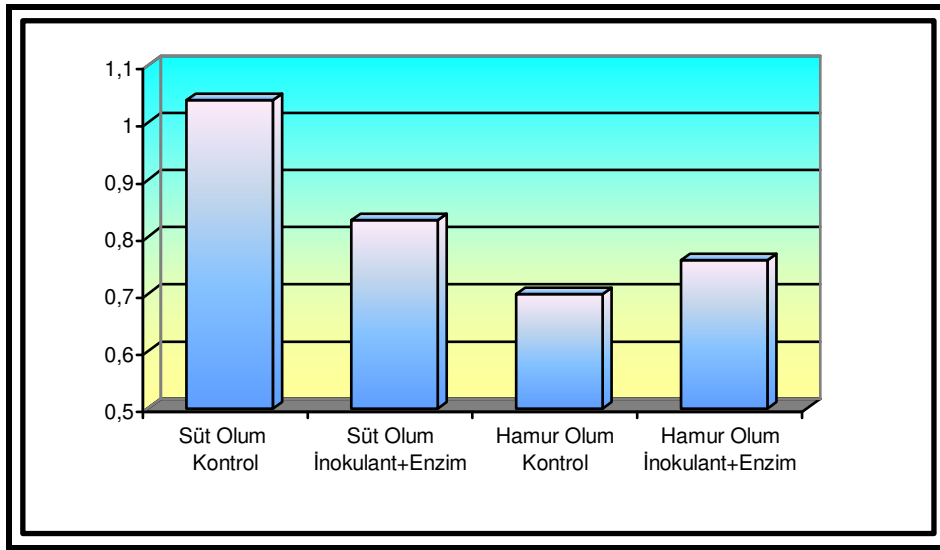
Şekil 4.3. Araştırmada muamele gruplarında saptanan NH₃-N düzeyleri

SÇK içerikleri bakımından muamele gruplarında saptanan değerler incelendiğinde, en yüksek SÇK içeriğinin 20.17 g/kg KM ile süt olum dönemi LAB+enzim katkı maddesi kullanılan grupta, en düşük SÇK içeriği ise 5.60 g/kg KM ile hamur olum dönemi kontrol grubunda elde edildiği çalışmada (Şekil 4.4.), gruplar arasındaki farklılıklarda vejetasyon dönemi ($P < 0.001$) ve katkı maddesi kullanımının ($P < 0.01$) istatistiksel olarak önemli olduğu, dönem*katkı maddesi etkisinin ($P > 0.05$) önemli farklılıklar oluşturmadığı belirlenmiştir.



Şekil 4.4. Araştırmada muamele gruplarında saptanan SÇK düzeyleri

Yüksek oranda asetik asit içeriğine sahip silajlarda amino asitlerin parçalanımı sonucu oluşan amonyak seviyesinin de yükseldiğini, silaj materyalinin asetik asit içeriğinin, KM tüketimi ile olan negatif korelasyonu nedeniyle önem taşıdığı belirtilmektedir (McDonald ve ark. 1988). Aerobik olarak stabil olmayan silajların başlıca nedeni mayalar ve bazen de mayalar ile birlikte küflerdir. Silaj fermantasyonu sonucu oluşan asetik, propiyonik ve bütrik asit gibi uçucu yağ asitleri silajlarda maya ve küf gelişimini önleyerek silajların aerobik stabilitelelerini artırır. Ancak diğer yandan bu asitler silaj fermantasyonu açısından istenmeyen asitlerdir. Bu durum bir çelişki gibi görünse de aslında değildir. Fermantasyon sırasında yeterli miktarda üretilen laktik asit silaj oluşumunu sağlar. Özellikle maya ve küf gelişimini engelleyecek kadar üretilen asetik asit de silajların bozulmasını önleyerek aerobik stabilitelelerini artırır (Filya 2005). En yüksek asetik asit içeriğinin KM içerisinde %1.04 ile süt olum dönemi kontrol grubunda, en düşük asetik asit içeriğinin ise KM içerisinde %0.70 ile hamur olum dönemi kontrol grubunda elde edildiği çalışmada (Şekil 4.5.), muamele grupları arasındaki farklılıklarda vejetasyon döneminin ($P < 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunduğu, katkı maddesi ($P > 0.05$) ve dönem*katkı maddesi interaksyonunun ($P > 0.05$) önemli olmadığı saptanmıştır.

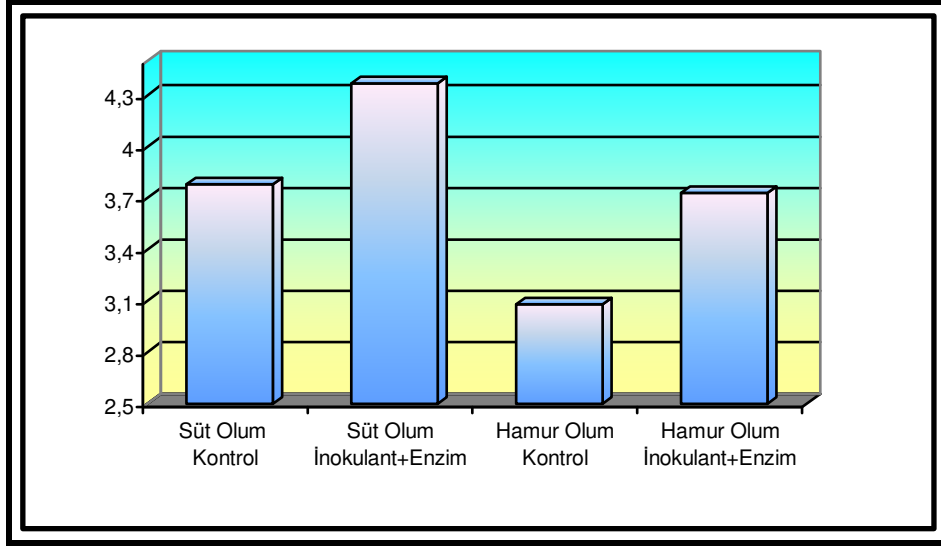


Şekil 4.5. Araştırmada muamele gruplarında saptanan asetik asit düzeyleri

Çalışmada 75. günde gerçekleştirilen açım sonrası elde edilen silaj örneklerinde bütrik asit miktarının tespitine yönelik analizler yürütülmüştür. Lepper yöntemi kullanılarak (Akyıldız 1984) yapılan ve distilasyon esasına dayalı analizlerde bütrik asit miktarı analitik

olarak saptanamayacak kadar az veya hesaplamalarda negatif olarak çıktığından, silo yeminde sıfır düzeyinde bulunduğu kabul edilmiştir. Silo yemlerinde distilasyon esasına dayanan silo asitlerinin tespitine yönelik analizlerde benzer sorunlara Alçiçek ve Özkan (1997)'da dikkat çekmektedirler. Başta *Clostridium botulinum* olmak üzere clostridia sporları silaj hijyeni, süt ürünlerinin kalitesi ve hayvan sağlığı açısından büyük riskler oluştururlar. Clostridia sporları asitliğe karşı toleranslıdırlar. Bu nedenle silo içerisindeki asidik ortamda da gelişip çoğalabilirler. Özellikle su içeriği yüksek olan ürünler silolandığı zaman silo içerisinde sıcaklığın da artmasıyla birlikte clostridia gelişimi büyük bir sorun olur. Clostridia sporları bütrik asit ürettikleri için silajların bütrik asit içeriği de artar (Filya 2005). Kaliteli bir silo yeminde bütrik asit hiç istenmemektedir. Ancak silo yemlerinde %0.1-0.7 arasında bütrik asit değerine rastlanmaktadır (Alçiçek ve Özkan 1997). Söz konusu parametre sadece hamur olum dönemi kontrol grubunda KM içerisinde %0.09 olarak belirlenmiş olup, gruplar arasındaki farklılıklarda vejetasyon döneminin ($P<0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunduğu, katkı maddesi ($P>0.05$) ve dönem*katkı maddesi interaksyonunun ($P>0.05$) önemli olmadığı saptanmıştır.

Çalışmada silaj kalitesi bakımından önem taşıyan diğer bir parametre olan laktik asit içeriğine ilişkin olarak saptanan değerler incelendiğinde, en yüksek değer KM içerisinde %4.37 ile süt olum dönemi LAB+enzim katkı maddesi kullanılan grupta, en düşük laktik asit içeriği ise %3.08 ile hamur olum dönemi kontrol grubunda elde edildiği çalışmada (Şekil 4.6.), gruplar arasındaki farklılıklarda vejetasyon dönemi ($P<0.001$) ve katkı maddesi kullanımının ($P<0.01$) istatistiksel olarak önemli olduğu, dönem*katkı maddesi interaksyonunun ($P>0.05$) önemli farklılıklar oluşturmadığı belirlenmiştir.



Şekil 4.6. Araştırmada muamele gruplarında saptanan laktik asit düzeyleri

Silolanan kitle içerisinde gerçekleşebilecek heterolaktik fermantasyonun boyutları hakkında fikir verebilecek bir parametre olarak bilinen laktik asit/asetik asit oranı (Stokes ve Chen 1994) bakımından saptanan değerler incelendiğinde, en yüksek değer 5.27 ile süt olum dönemi LAB+enzim grubunda, en düşük değerin ise 3.69 ile süt olum kontrol grubunda saptanmıştır. Laktik asit/asetik asit oranları bakımından gruplar arasındaki farklılıklarda katkı maddesi ($P>0.05$) kullanımının istatistiksel olarak önemli olduğu, vejetasyon dönemi ($P<0.001$) ve dönem*katkı maddesi interaksiyonunun ($P<0.01$) önemli farklılıklar oluşturmadığı belirlenmiştir.

4.2.2. Buğday Silajlarının Mikrobiyolojik Özellikleri İle İlgili Bulgular

Araştırmanın 75. gününde gerçekleştirilen açım sonrası silaj örneklerinde mikrobiyolojik analizlere ait bulgular Çizelge 4.3’de sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Silaj Örneklerinde Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Muameleler	Süt Olum Dönemi		Hamur Olum Dönemi		Etkiler (P<)			
	Kontrol	LAB+E	Kontrol	LAB+E	SEM	D	LAB+E	D*LAB+E
LAB, log ₁₀ cfu/g	3.31 b	4.60 a	3.26 b	4.48 a	0.195	0.486	<0.001	0.746
Maya, log ₁₀ cfu/g	0.77 b	1.43 b	2.96 a	3.24 a	0.386	0.006	0.401	0.729
Küf, log ₁₀ cfu/g	2.58 ab	2.63 ab	3.30 a	1.56 b	0.261	0.692	0.084	0.069

LAB: laktik asit bakterileri; D: Dönem; LAB+E: laktik asit bakterileri+enzim

Çizelgede verildiği gibi, süt olum döneminde kontrol ve LAB+enzim katkı maddesi kullanılan gruplarda LAB, maya ve küf sayıları sırasıyla 3.31 ve 4.60 log₁₀ cfu/g; 0.77 ve 1.43 log₁₀ cfu/g; 2.58 ve 2.63 log₁₀ cfu/g; hamur olum döneminde kontrol ve LAB+enzim katkı maddesi kullanılan gruplarda aynı sırayla 3.26 ve 4.48 log₁₀ cfu/g; 2.96 ve 3.24 log₁₀ cfu/g; 3.30 ve 1.56 log₁₀ cfu/g olarak bulunmuştur.

LAB, fermantasyon döneminde silo içerisindeki en önemli mikrofloradır. Çünkü silolanan ürün laktik asit tarafından korunur. İyi bir silaj fermantasyonu için yeterli düzeyde LAB popülasyonuna gereksinim vardır. Maya ve küfler silajlardaki aerobik (oksijen bulunan ortam) bozulmanın baş sorumlusudurlar. Özellikle silaj açıldıktan sonra maya ve küf popülasyonları gelişerek çoğalmaya başlar ve yaklaşık 7.0-8.0 log₁₀ cfu/g düzeyine ulaşırlar. Maya ve küfler silajda yüksek oranda sindirilebilir besin maddeleri kaybına neden olmalarının yanı sıra ayrıca bazı küf türleri, mikotoksinler ve diğer bazı toksik bileşikler üretirler. Bu da hayvan sağlığını ve hayvansal ürünlerin tüketicisi olarak insan sağlığını büyük bir risk altına sokar (Filya 2005).

Çalışmada silaj kalitesi bakımından önem taşıyan LAB sayısına ilişkin olarak saptanan değerler incelendiğinde, en yüksek değer 4.60 log₁₀ cfu/g ile süt olum dönemi LAB+enzim katkı maddesi kullanılan grupta, en düşük değer ise 3.26 log₁₀ cfu/g ile hamur olum dönemi kontrol grubunda elde edildiği çalışmada, gruplar arasındaki farklılıklarda katkı maddesi

kullanımının ($P<0.01$) istatistiksel olarak önemli olduğu, vejetasyon dönemi ($P<0.001$) ve dönem*katkı maddesi interaksiyonunun ($P>0.05$) önemli farklılıklar oluşturmadığı belirlenmiştir. En yüksek maya sayısı $3.24 \log_{10}$ cfu/g ile hamur olum dönemi LAB+enzim katkı maddesi kullanılan grupta, en düşük maya sayısı ise $0.77 \log_{10}$ cfu/g ile süt olum dönemi kontrol grubunda elde edilmiştir. Muamele grupları arasındaki farklılıklarda katkı maddesi kullanımının ($P<0.01$) istatistiksel olarak önemli olduğu, vejetasyon dönemi ($P<0.001$) ve dönem*katkı maddesi interaksiyonunun ($P>0.05$) önemli farklılıklar oluşturmadığı belirlenmiştir. En yüksek küf sayısı $3.30 \log_{10}$ cfu/g ile hamur olum dönemi kontrol grubunda, en düşük küf sayısı ise $1.56 \log_{10}$ cfu/g ile hamur olum dönemi LAB+enzim katkı maddesi kullanılan grupta elde edilmiştir. Muamele grupları arasındaki farklılıklarda vejetasyon dönemi, katkı maddesi kullanımının ve dönem*katkı maddesi interaksiyonunun önemli farklılıklar oluşturmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$).

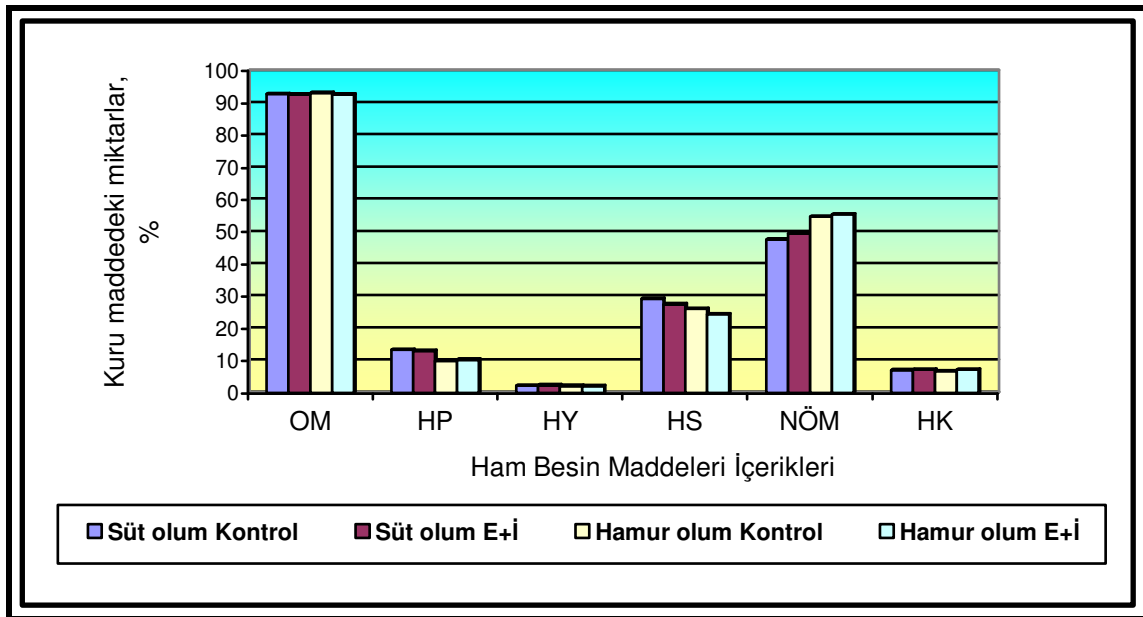
4.2.3. Buğday Silajlarının Ham Besin Maddeleri İçeriklerine Ait Bulgular

Araştırmanın 75. gününde gerçekleştirilen açım sonrası silaj örneklerinde ham besin maddeleri analizlerine ait bulgular Çizelge 4.4’de ve Şekil 4.7’de sunulmuştur.

Çizelge 4.4. Buğday hasıllarında 75. günde yapılan açım sonrası ham besin maddelerine ait analiz sonuçları, KM’de %

Muameleler	Süt Olum Dönemi		Hamur Olum Dönemi		Etkiler (P<)			
	Kontrol	LAB+E	Kontrol	LAB+E	SEM	D	LAB+E	D*LAB+E
OM	92.80	92.66	93.21	92.66	0.106	0.315	0.106	0.315
HP	13.39 a	13.09 a	9.99 b	10.37 b	0.504	<0.001	0.932	0.478
HY	2.39 a	2.41 a	2.25 ab	2.20 b	0.036	0.013	0.746	0.503
HS	29.38 a	27.58 a	26.22 b	24.58 b	0.640	0.006	0.073	0.928
NÖM	47.64 b	49.58 b	54.75 a	55.52 a	1.060	<0.001	0.116	0.469
HK	7.20	7.34	6.79	7.34	0.106	0.315	0.106	0.315

OM: Organik maddeler; HP: Ham protein; HY: Ham yağ; HS: Ham selüloz; NÖM: Nitrojensiz öz maddeler; HK: Ham kül; D: Dönem; LAB+E: laktik asit bakterileri+enzim



Şekil 4. 7. Buğday hasıllarına ait silajların ham besin maddeleri içerikleri

Çizelgede verildiği gibi, süt olum döneminde kontrol ve LAB+enzim katkı maddesi kullanılan gruplarda OM, HP, HY, HS, NÖM, HK miktarları sırasıyla %92.80 ve 92.66, %13.39 ve 13.09, %2.39 ve 2.41, %29.38 ve 27.58, %47.64 ve 49.58, %7.20 ve 7.34; hamur olum döneminde kontrol ve LAB+enzim katkı maddesi kullanılan grupta ise aynı sırayla %93.21 ve 92.66, %9.99 ve 10.37, %2.25 ve 2.20, %26.22 ve 24.58, %54.75 ve 55.52, %6.79 ve 7.34 olarak bulunmuştur.

Çalışmada OM miktarlarına ilişkin olarak saptanan değerler incelendiğinde, en yüksek OM miktarı %93.21 ile hamur olum dönemi kontrol dönemi grubunda elde edildiği çalışmada, gruplar arasında vejetasyon dönemi, katkı maddesi kullanımı ve dönem*katkı maddesi interaksiyonunun önemli farklılıklar oluşturmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). En yüksek HP miktarı %13.39 ile süt olum dönemi kontrol grubunda, en düşük HP miktarı ise %9.99 ile hamur olum dönemi kontrol grubunda elde edilmiştir. Muamele grupları arasındaki farklılıklarda vejetasyon döneminin ($P<0.01$) istatistiksel olarak önemli olduğu, katkı maddesi kullanımı ($P<0.001$) ve dönem*katkı maddesi interaksiyonunun ($P>0.05$) önemli farklılıklar oluşturmadığı belirlenmiştir. En yüksek HY miktarının %2.41 ile süt olum dönemi LAB+enzim katkı maddesi kullanılan grupta belirlendiği çalışmada, muamele grupları arasındaki farklılıklarda vejetasyon döneminin ($P<0.01$) istatistiksel olarak önemli olduğu, katkı maddesi kullanımı ($P<0.001$) ve dönem*katkı maddesi interaksiyonunun ($P>0.05$) önemli farklılıklar oluşturmadığı belirlenmiştir. En yüksek HS miktarı %29.38 ile süt olum dönemi kontrol grubunda, en yüksek NÖM miktarı ise %55.52 ile hamur olum dönemi LAB+enzim katkı maddesi kullanılan grupta elde edilmiştir. Muamele grupları arasındaki farklılıklarda vejetasyon döneminin ($P<0.01$) istatistiksel olarak önemli olduğu, katkı maddesi kullanımı ($P<0.001$) ve dönem*katkı maddesi interaksiyonunun ($P>0.05$) önemli farklılıklar oluşturmadığı belirlenmiştir. HK miktarlarına ilişkin olarak saptanan değerler incelendiğinde, en yüksek HK miktarı %7.34 ile süt olum dönemi LAB+enzim grubu ve hamur olum dönemi LAB+enzim grubunda elde edildiği çalışmada, gruplar arasında vejetasyon dönemi, katkı maddesi kullanımı ve dönem*katkı maddesi interaksiyonunun önemli farklılıklar oluşturmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$).

4.2.4. Buğday Silajlarının Hücre Duvarı Bileşenlerine Ait Bulgular

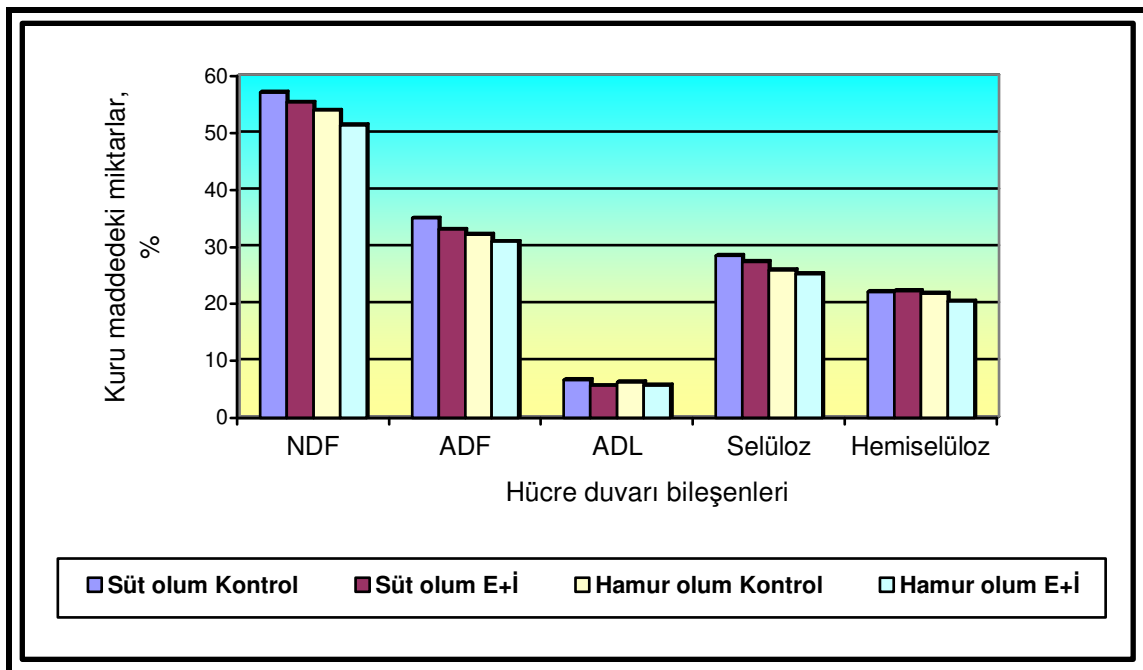
Araştırmanın 75. gününde gerçekleştirilen açım sonrası silaj örneklerinde hücre duvarı bileşenleri analizlerine ait bulgular Çizelge 4.5. ve Şekil 4.8’de sunulmuştur.

Çizelge 4.5. Buğday Hasıllarında 75. Günde Yapılan Açım Sonrası Hücre Duvarı Bileşenlerine Ait Analiz Sonuçları, g/kg KM

Muameleler	Süt Olum Dönemi		Hamur Olum Dönemi		Etkiler (P<)			
Özellikler	Kontrol	LAB+E	Kontrol	LAB+E	SEM	D	LAB+E	D*LAB+E
NDF	571.3 a	553.7 b	539.7 b	514.0c	0.672	0.000	0.004	0.469
ADF	350.6 a	330.8 a	321.8 b	309.5 b	0.539	0.007	0.048	0.599
ADL	66.3	56.6	62.5	57.1	0.177	0.601	0.037	0.504
Hemiselüloz	220.6	223.0	217.9	204.5	0.448	0.282	0.563	0.416
Selüloz	284.4 a	274.2 ab	259.3 bc	252.5 c	0.452	0.004	0.185	0.784

NDF: Nötral çözücülerde çözünmeyen karbonhidratlar; ADF: asit çözünmeyen karbonhidratlar; ADL: asit çözücülerde çözünmeyen lignin; Hemiselüloz: NDF-ADF; Selüloz: ADF-ADL; D: Dönem; LAB+E: laktik asit bakterileri+enzim

*Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, P<0.05



Şekil 4. 8. Buğday hasıllarına ait silajların hücre duvarı bileşenleri

Çizelgede verildiği gibi, süt olum döneminde kontrol ve LAB+enzim katkı maddesi kullanılan gruplarda KM'de içerisindeki NDF, ADF, ADL, hemiselüloz, selüloz miktarları sırasıyla 571.3 ve 553.7 g/kg, 350.6 ve 330.8 g/kg, 66.3 ve 56.6 g/kg, 220.6 ve 223.0 g/kg, 284.4 ve 274.2 g/kg; hamur olum döneminde kontrol ve LAB+enzim katkı maddesi kullanılan grupta ise aynı sırayla 539.7 ve 514.0 g/kg, 321.8 ve 309.5 g/kg, 62.5 ve 57.1 g/kg, 217.9 ve 204.5 g/kg, 259.3 ve 252.5 g/kg olarak bulunmuştur.

NDF miktarlarına ilişkin olarak saptanan değerler incelendiğinde, en yüksek NDF miktarı 571.3 g/kg KM ile süt olum dönemi kontrol grubunda elde edildiği çalışmada, gruplar arasındaki farklılıklarda vejetasyon dönemi ve katkı maddesi kullanımının ($P<0.01$) istatistiksel anlamda önemli bulunduğunu, dönem*katkı maddesi interaksyonunun ise önemli farklılıklar oluşturmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). En yüksek ADF miktarı 350.6 g/kg KM ile süt olum dönemi kontrol grubunda, en düşük ADF miktarı ise 309.5 g/kg KM ile hamur olum dönemi LAB+enzim katkı maddesi kullanılan grupta elde edilmiştir. Muamele grupları arasındaki farklılıklarda vejetasyon dönemi ($P<0.01$) ve katkı maddesi kullanımının ($P<0.05$) istatistiksel olarak önemli olduğu, dönem*katkı maddesi interaksyonunun ($P>0.05$) önemli farklılıklar oluşturmadığı belirlenmiştir. En yüksek ADL miktarının 66.3 g/kg KM ile süt olum dönemi kontrol grubunda belirlendiği çalışmada, muamele grupları arasındaki farklılıklarda katkı maddesi kullanımının ($P<0.05$) istatistiksel olarak önemli olduğu bulunurken, vejetasyon dönemi ve dönem*katkı maddesi interaksyonunun önemli farklılıklar oluşturmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). En yüksek hemiselüloz miktarı 223.0 g/kg KM ile süt olum dönemi kontrol grubunda elde edildiği çalışmada, gruplar arasında vejetasyon dönemi, katkı maddesi kullanımı ve dönem*katkı maddesi interaksyonunun önemli farklılıklar oluşturmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). En yüksek selüloz miktarı 284.4 g/kg KM ile süt olum dönemi kontrol grubunda, en düşük selüloz miktarı ise 252.2 g/kg KM ile hamur olum dönemi LAB+enzim katkı maddesi kullanılan grupta elde edilen çalışmada, gruplar arasındaki farklılıklarda vejetasyon döneminin ($P<0.01$) istatistiksel anlamda önemli bulunduğunu, katkı maddesi kullanımının ve dönem*katkı maddesi interaksyonunun ise önemli farklılıklar oluşturmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$).

4.2.5. Buğday Silajlarının Enzimatik Yöntem İle KM ve OM Sindirilebilirliğine Ait Bulgular

Araştırmanın 75. gününde gerçekleştirilen açım sonrası silaj örneklerinde *in vitro* KM ve OM sindirilebilirliğine ait analiz sonuçları Çizelge 4.6’da sunulmuştur.

Çizelge 4.6. Buğday Hasıllarında 75. Günde Yapılan Açım Sonrası *in vitro* KM ve OM Sindirilebilirliğine Ait Analiz Sonuçları, %

Muameleler	Süt Olum Dönemi		Hamur Olum Dönemi			Etkiler (P<)		
Özellikler	Kontrol	LAB+E	Kontrol	LAB+E	SEM	D	LAB+E	D*LAB+E
KMS	50.74	52.12	52.37	54.14	0.548	0.094	0.139	0.847
OMS	52.03	54.26	55.29	55.42	0.556	0.117	0.123	0.590

KMS: Kuru madde sindirilebilirliği; OMS: Organik madde sindirilebilirliği; D: Dönem; LAB+E: laktik asit bakterileri+enzim

Çizelgede verildiği gibi, süt olum döneminde kontrol ve LAB+enzim katkı maddesi kullanılan gruplarda *in vitro* KM ile OM sindirilebilirliği sırasıyla %50.74 ve 52.12 ile %52.03 ve 54.26, hamur olum döneminde kontrol ve LAB+enzim katkı maddesi kullanılan grupta ise aynı sırayla %52.37 ve 54.14 ile %55.29 ve 55.42 olarak bulunmuştur.

Kuru madde sindirilebilirliğine ilişkin olarak saptanan değerler incelendiğinde, en yüksek KM sindirilebilirliği %54.14 ile hamur olum dönemi LAB+enzim katkı maddesi grubunda elde edildiği çalışmada, gruplar arasındaki farklılıklarda vejetasyon dönemi, katkı maddesi kullanımının ve dönem*katkı maddesi interaksyonunun ise önemli farklılıklar oluşturmadığı belirlenmiştir (P>0.05). En yüksek OM sindirilebilirliği %55.42 ile hamur olum dönemi LAB+enzim katkı maddesi kullanılan grupta elde edilmiştir. Muamele grupları arasındaki farklılıklarda vejetasyon dönemi, katkı maddesi kullanımı ve dönem*katkı maddesi interaksyonunun (P>0.05) önemli farklılıklar oluşturmadığı belirlenmiştir.

4.2.6. Buğday Silajlarının *in vitro* Metabolik Enerji (ME) Değerlerine Ait Bulgular

Araştırmanın 75. gününde gerçekleştirilen açım sonrası silaj örneklerinde Enzimatik Yöntem ile elde edilen OM sindirilebilirliği ve enzimde çözünmeyen organik madde (EÇOM) miktarları (g/kg KM), bazı ham besin maddeleri miktarları (g/kg KM) silo yemleri için ME (MJ/kg KM)= +14.27 – (0.0120 x EÇOM) + (0.00234 x HP) – (0.0147 x HK) regresyon eşitliğinden hesaplanan ME değerleri Çizelge 4.7’de sunulmuştur.

Çizelge 4.7. Buğday Hasıllarında 75. Günde Yapılan Açım Sonrası *in vitro* ME Değerlerine Ait Analiz Sonuçları, KM’de

Muameleler	Süt Olum Dönemi		Hamur Olum Dönemi			Etkiler (P<)		
	Kontrol	LAB+E	Kontrol	LAB+E	SEM	D	LAB+E	D*LAB+E
EÇOM, g/kg	479.7	457.4	457.1	445.8	-	-	-	-
HP, g/kg	133.9	130.9	99.9	103.7	-	-	-	-
HK, g/kg	72.0	73.4	67.9	73.4	-	-	-	-
ME, MJ/kg	7.77	8.01	8.02	8.08	0.061	0.200	0.236	0.480

EÇOM: Enzimde çözünmeyen organik maddeler; HP: Ham protein; HK: Ham kül; ME: Metabolik enerji; D: Dönem; LAB+E: laktik asit bakterileri+enzim

Çizelgede verildiği gibi, süt olum döneminde kontrol ve LAB+enzim katkı maddesi kullanılan gruplarda ME değerleri sırasıyla 7.77 ve 8.01 MJ/kg KM; hamur olum döneminde kontrol ve LAB+enzim katkı maddesi kullanılan grupta ise aynı sırayla 8.02 ve 8.08 MJ/kg KM olarak bulunmuştur.

Metabolik enerji değerlerine ilişkin olarak saptanan değerler incelendiğinde, en yüksek metabolik enerji değeri 8.08 MJ/kg KM ile hamur olum dönemi LAB+enzim katkı maddesi kullanılan grupta elde edilmiştir. Muamele grupları arasındaki farklılıklarda vejetasyon dönemi, katkı maddesi kullanımı ve dönem*katkı maddesi interaksiyonunun (P>0.05) önemli farklılıklar oluşturmadığı belirlenmiştir.

5. TARTIŞMA

Çalışmanın ilk aşamasında önce silolanacak araştırma materyali yemlerin silaj kalitesine etki eden bazı özellikleri, besin madde ve hücre duvarı içerikleri belirlenmiştir.

Uygun saklama koşullarının gerçekleştirilmesi sonrasında elde edilecek silo yeminde kalite ve bağlamında da değeri üzerinde etkili olabilecek temel faktörler silajı yapılacak taze materyalin kimi özelliklerce sahip olduğu değerlerle ilişkilidir. Bitkisel materyalin sahip olduğu ham besin maddeleri miktarı bir tarafa bırakılacak olursa KM, pH, SÇK kapsamı ve çoğu durumda da epifitik mikroorganizma yoğunluğunun bu anlamda ön plana çıktığı söylenebilir. Yetiştiriciliği yapılan çeşit ve hasat için seçilen dönem silajlık buğdayda KM ve diğer ham besin madde kapsamı üzerinde etkili olan başlıca faktörlerdir. Çalışmada süt ve hamur olum dönemlerinde hasat edilen buğday hasılına ait KM içerikleri sırasıyla %34.01 ve 37.49 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1.). Hill ve Leaver (1999), farklı olgunluk dönemlerinde hasat edilen buğday çeşitlerinin başlangıç materyalindeki KM içeriğinin %24.0-67.2 arasında değiştiğini bildirmektedirler. Filya ve ark. (2000), süt olum döneminde hasat ettikleri buğday hasıllarının KM'sini %36.8 olarak saptamışlardır. Filya (2003a), çiçeklenme, süt ve hamur olum dönemlerinde hasat ettikleri buğday hasıllarının KM'sini pehlivan çeşidi için sırasıyla %35.7, 36.6 ve 39.0; gönen çeşidi için ise aynı sırayla %35.9, 37.0 ve 39.5 olarak bildirmektedir. Sucu ve Filya (2005), hamur olum döneminde hasat ettikleri buğday hasıllarında KM'yi %35.3 olarak saptamışlardır. Filya ve Sucu (2007), hamur olum döneminde hasat etmiş oldukları buğday hasıllarında KM içeriğini %35.53 olarak bildirmektedirler. Süt ve hamur olum döneminde hasat edilen buğday hasılına ilişkin KM içerikleri söz konusu bildirişlerle uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

Çalışmada süt ve hamur olum döneminde hasat edilen buğday hasılını tespit edilen SÇK miktarları sırasıyla 87.40 ve 56.50 g/kg KM olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1.). SÇK miktarları için elde edilen bulgular, literatür bildirişleriyle karşılaştırıldığında; süt olum dönemi için Filya (2000), Hill ve Leaver (2002), Ashbell ve Weinberg (2003) ve Filya (2003b)'nin bildirdikleri 52, 62, 51-136 ve 70 g/kg KM arasında değişen değerler ile benzerlik gösterdiği; hamur olum dönemi için Hill ve Leaver (2002), Ashbell ve Weinberg (2003) ve Filya (2003b)'nin bildirdikleri 38, 30-32 ve 37 g/kg KM arasında değişen değerlerden daha yüksek olduğunu, Sucu ve Filya (2005)'nin bildirdiği 51 g/kg KM değeri ile yakınlık gösterdiği, ancak Filya ve Sucu (2007)'nin bildirdiği 108 g/kg KM değerinden oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Çalışmada süt ve hamur olum döneminde hasat edilen buğday hasılında tespit edilen pH değerleri sırasıyla 6.15 ve 6.24 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1.). Bergen ve ark. (1999), süt ve hamur olum dönemlerinde hasat edilen buğday hasıllarının pH değerlerini sırasıyla 5.90 ve 5.90 olarak bildirmektedirler. Hill ve Leaver (1999), farklı olgunluk dönemlerinde hasat ettikleri buğday hasılında pH değerlerini 6.50-6.70 arasında değiştiğini bildirmektedirler. Filya ve ark. (2000) süt olum döneminde hasat etmiş oldukları buğday hasıllarında pH değerini 6.70 olarak bildirmektedirler. Filya (2003), çiçeklenme, süt ve hamur olum dönemlerinde hasat etmiş oldukları buğday hasıllarında pehlivan çeşidi için pH değerlerini sırasıyla 5.8, 5.5 ve 6.4; gönen çeşidinde ise aynı sırayla 5.8, 5.6 ve 6.2 olarak saptamışlardır. Sucu ve Filya (2005), hamur olum döneminde hasat etmiş oldukları buğday hasılında pH değerini 6.4; Filya ve Sucu (2007) ise süt olum döneminde hasat etmiş oldukları buğday silajında pH değerini 6.52 olarak bildirmektedirler. Araştırmanın başlangıç materyalinde saptanan pH değerleri söz konusu bildirişlerdeki pH değerleri ile benzerlik gösterdiği görülmüştür.

Mc Donald ve ark. (1991), silolama yeteneği göz önüne alındığında yüksek KM ve SÇK kapsamı yanında düşük Bc'ne sahip olmanın, kolay silolanabilir bir yem materyali olmasında etkili olduğunu bildirmektedirler. Bergen ve ark. (1991), süt ve hamur olum dönemlerinde hasat edilen buğday hasıllarında Bc'ni sırasıyla 175 ve 166 meq NaOH/kg KM olarak bildirmektedirler. Çalışmada süt ve hamur olum dönemlerinde hasat edilen buğday hasıllarında saptanan Bc sırasıyla 139.85 ve 111.99 meq NaOH/kg KM ile söz konusu değerlerden daha düşük bulunmuştur (Çizelge 4.1.).

Hasat döneminde yeşil materyalde yer alan epifitik LAB yoğunluğu ve kompozisyonu birçok faktörün etkisi altında değişim gösterebilmektedir. Sıcaklık, nispi nem, UV radyasyon ve bitki ile ilgili özelliklere bağımlı olarak meydana gelebilecek bu değişimlerin 1.0-6.0 log₁₀ cfu/g TM sınırları arasında gerçekleşebileceği bildirilmektedir (Mc Donald ve ark. 1988, Petterson 1988, Merry ve ark. 1993). Araştırmada süt ve hamur olum döneminde hasat edilen buğday hasılında tespit edilen epifitik LAB yoğunluğunun 2.84 ve 3.15 log₁₀ cfu/g TM ile söz konusu sınırlar arasında olduğunu söylemek mümkündür (Çizelge 4.1.). Laktik asit bakterileri sayıları için elde edilen bulgular, literatür bildirişleriyle karşılaştırıldığında; Filya (2003)'nin bildirdiği pehlivan çeşidi için 2.9 ve 2.3 log₁₀ cfu/g, gönen çeşidi için ise 2.6 ve 2.8 log₁₀ cfu/g TM olarak bildirdiği değerlerle uyumlu olduğu görülmüştür. Ancak Sucu ve Filya (2005) ve Filya ve Sucu (2007)'nin hamur olum döneminde hasat edilen buğday hasıllarında silolama öncesi 3.50 ve 3.05 log₁₀ cfu/g TM bildirdikleri değerlerden daha düşük bulunmuştur.

Çalışmada süt ve hamur olum döneminde hasat edilen buğday hasılında tespit edilen sırasıyla NDF içerikleri 583.8 ve 539.7 g/kg KM; ADF içerikleri 296.0 ve 281.2 g/kg KM; ADL içerikleri 58.3 ve 54.5 g/kg KM; hemiselüloz içerikleri 287.8 ve 258.5 g/kg KM; selüloz içerikleri ise 237.7 ve 226.7 g/kg KM olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1.). Elde edilen bulgular literatür bildirişleri ile karşılaştırıldığında, süt ile hamur olum dönemlerinde hasat edilen buğday hasıllarının NDF ve ADF içeriklerinin Berger ve ark. (1991)'nin bildirdikleri 456 ve 297 g/kg KM ile 498 ve 322 g/kg KM; süt ve hamur olum dönemlerinde hasat edilen buğday hasıllarının NDF, ADF, ADL içeriklerinin Ashbell ve Weinberg (2003)'nin bildirdikleri sırasıyla 510-598 g/kg KM, 251-408 g/kg KM, 49-108 g/kg KM ve 481-509 g/kg KM, 339-278 g/kg KM ve 57-67 g/kg KM arasında değişen değerleri ile benzerlik göstermiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında silolanan araştırma materyali yemlerin ve karışımlarının silaj kalitesi, besin madde ve hücre duvarı içerikleri belirlenmiştir.

Çalışmada süt olum dönemi kontrol ve LAB+enzim uygulanan silajlar ile hamur olum dönemi kontrol ve LAB+enzim uygulanan silajlarda silaj kalitesine ait bulgular incelendiğinde, sırasıyla pH değerlerinin 4.64 ve 4.49 ile 4.27 ve 4.09, KM miktarlarının %32.19 ve 33.65 ile %35.74 ve 36.69, KM içindeki SÇK miktarlarının 12.30 ve 20.17 g/kg ile 5.60 ve 12.50 g/kg, NH₃-N miktarlarının 78.85 ve 68.19 g/kg TN ile 102.41 ve 74.17 g/kg TN olduğu görülmüştür. Silajlarının KM içerisindeki asetik asit miktarları %1.04 ve 0.83 ile %0.70 ve 0.76, laktik asit miktarları %3.78 ve 4.37 ile %3.08 ve 3.73, bütrik asit miktarları %0.00 ve 0.00 ile %0.09 ve 0.00, laktik asit/asetik asit oranları 3.69 ve 5.27 ile 4.49 ve 4.94 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2.). Bu aşamada buğday silajları için elde edilen bulgular, Berger ve ark. (1991)'nin süt ve hamur olum dönemlerinde hasat ettikleri buğday silajlarında pH, KM, SÇK, laktik asit, asetik asit miktarlarını sırasıyla 4.0, %34.5, %11.4, %5.96, %1.17 ve %43.5, 4.1, %5.1, %6.12, %0.82 olarak buldukları değerler ile SÇK ve asetik asit miktarları benzerlik gösterirken diğer parametreler ile bazı farklılıklar olduğu gözlenmektedir. Crovetto ve ark. (1998)'nin, süt ve hamur olum dönemlerinde hasat edilen buğday hasıllarından elde edilen silajlarda pH, KM, NH₃-N, laktik asit, asetik asit, bütrik asit miktarlarını sırasıyla 3.60, %29.0, 64 g/kg TN, %4.0, %1.2, %0.0 ve 3.80, %36.0, 89 g/kg TN, %3.5, %1.1, %0.0 olarak buldukları değerler ile KM, NH₃-N, laktik asit, asetik asit ve bütrik asit miktarları benzerlik gösterirken pH değerleri daha düşük olduğu gözlenmektedir. Hill ve Leaver (2002)'nin süt ve hamur olum dönemlerinde hasat ettikleri buğday silajlarında pH, KM, SÇK, NH₃-N, laktik asit, asetik asit miktarlarını sırasıyla 4.18, %43.9, 47 g/kg KM,

46 g/kg TN, %5.8, %2.1 ve 6.16, %66.9, 12 g/kg KM, 29 g/kg TN, %0.8, %2.7; Filya (2003a)'nın süt ve hamur olum dönemlerinde hasat ettikleri pehlivan varyetesiine ait buğday silajlarında pH, KM, SÇK, laktik asit, asetik asit miktarlarını sırasıyla 3.9, %35.9, 4.9 g/kg KM, %3.57, %0.62 ve 4.0, %38.1, 5.2 g/kg KM, %3.33, %0.68; gönen varyetesiine ait buğday silajlarında ise aynı sırayla 3.9, %36.5, 4.4 g/kg KM, %3.49, %0.52 ve 4.0, %39.2, 4.7 g/kg KM, %3.04, %0.64 olarak buldukları değerler ile benzer, bazen de uyuşmadıkları görülmüştür. Filya ve ark. (2000)'nın süt olum döneminde hasat ettikleri buğday silajlarının kontrol, *L. plantarum* + *Enterococcus faecium* ve *L. pentosus* içeren inokulant gruplarında sırasıyla pH değerlerini 4.4, 3.9 ve 3.9; SÇK içeriklerini 43, 26 ve 25 g/kg KM; laktik asit miktarlarını %0.8, 3.5 ve 2.8 g/kg KM; asetik asit miktarlarını %0.6, 0.4 ve 0.5 g/kg KM olarak buldukları değerler ile uyum içerisinde olduğu görülmüştür. Sucu ve Filya (2005), hamur olum döneminde hasat edilen buğday silajlarının kontrol, LAB ve LAB + enzim karışımı inokulant gruplarında sırasıyla pH, SÇK, laktik asit, asetik asit, NH₃-N miktarlarını sırasıyla 4.4, 3.7 ve 3.7; 9, 18 ve 20 g/kg KM; %3.0, 3.9 ve 4.3; %1.1, 0.3 ve 0.3 g/kg KM; 115, 12 ve 15 g/kg TN olarak buldukları değerler ile KM, NH₃-N, laktik asit, asetik asit miktarları benzerlik gösterirken pH değerlerinin ise daha düşük olduğu gözlenmektedir.

Silaj fermantasyonu sırasında oluşan pH, NH₃-N ve organik asitlerin miktar (asetik asit, bütrik ve laktik asit) ve kompozisyonları fermantasyonun kalitesini belirlemektedir. Özellikle pH ve NH₃-N miktarları düşük, laktik asit/asetik asit oranları yüksek silajlar iyi fermente olmuş silajlar olarak kabul edilebilirler (Filya 2007). LAB+enzim katkı maddesi kullanılan silaj gruplarının kontrol grubu silajlarına göre pH, NH₃-N, asetik asit ve bütrik asit miktarları düşmüş; SÇK, laktik asit ve laktik asit/asetik asit oranı artmıştır. Buğday silajlarının KM içeriği göz önüne alındığında, sadece hamur olum dönemi LAB+enzim grubunda saptanan pH değerinin (pH 4.09) Coşkun ve ark. (1998)'nin bildirdikleri kaliteli bir silajda olması gereken pH değeri ile (pH 3.80-4.20) uyumlu olduğu saptanmıştır. NH₃-N'nun kaliteli bir silajda 80 g/kg TN' den aşağı olması gerektiği bildirilmektedir (Pettersson 1988). Söz konusu parametre bakımından hamur olum dönemi kontrol grubu silajı haricindeki diğer silaj grupları ile uyum sağlamıştır. Silolanan materyalin bozulmaması için ortamda mutlaka LAB ve bunların laktik asit üretebilmeleri için yeterli miktarda SÇK bulunmalıdır. LAB ancak ortamda yeterli miktarda SÇK bulunması halinde silaj fermantasyonu için gerekli laktik asidi üretebilirler (Filya 2001). Nitekim LAB+enzim katkı maddesi kullanılan silaj gruplarında kontrol grubu silajlarına göre laktik asit miktarları daha yüksek, asetik asit ve BA miktarları ise daha düşük olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla silaj ortamında, LAB'ın dominant mikroflora olması nedeniyle bu asidik ortamda asetik asit ve bütrik asit üreten

mikroorganizmaların faaliyet göstermediği söylenebilir. Laktik asit bakterileri+enzim karışımı katkı maddelerinin içerdiği enzimlerin buğdaydaki hücre duvarını ve nişastayı parçalaması sonucu açığa çıkan ilave substratların LAB tarafından fermente edilmesi sonucu bu silajlarda diğer silajlara göre daha yüksek laktik asit üretimi olmuştur. Ayrıca açığa çıkan ilave substratların fermente olması sonucu, SÇK'nın bir bölümü kullanılmadan kalmış ve silolama döneminin sonunda bu silajların SÇK içerikleri kontrol grubu silajlarına göre önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Silolanan kitle içerisinde gerçekleşebilecek heterolaktik fermantasyonun boyutları hakkında fikir verebilecek bir parametre olarak bilinen laktik asit/asetik asit oranı (Stokes ve Chen 1994) bakımından LAB+enzim katkı maddesi kullanılan silaj gruplarının kontrol grubu silajlarına oranla homofermantatif karakterde fermantasyon gelişimini uyardığı gözlenmektedir.

Çalışmada süt olum dönemi kontrol ve LAB+enzim uygulanan silajlar ile hamur olum dönemi kontrol ve LAB+enzim uygulanan silajlarda silaj kalitesine ait bulgular incelendiğinde, sırasıyla LAB sayıları 3.31 ve 4.60 log₁₀ cfu/g ile 3.26 ve 4.48 log₁₀ cfu/g, maya sayıları 0.77 ve 1.43 log₁₀ cfu/g ile 2.96 ve 3.24 log₁₀ cfu/g, küf sayıları 2.58 ve 2.63 log₁₀ cfu/g ile 3.30 ve 1.56 log₁₀ cfu/g olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3.). Filya ve ark. (2000)'nın süt olum döneminde hasat ettikleri buğday silajlarında kontrol, *L. plantarum* + *Enterococcus faecium* ve *L. pentosus* içeren inokulant gruplarında sırasıyla LAB sayılarını 7.2, 5.7 ve 6.2 log₁₀ cfu/g; maya sayılarını 3.4, 0.0 ve 0.0 log₁₀ cfu/g olarak buldukları değerler ile farklılık gösterdiği görülmüştür. Filya (2003a), süt ve hamur olum dönemlerinde hasat ettikleri pehlivan varyetesine ait buğday silajlarında LAB sayılarını 9.2 ve 8.7 log₁₀ cfu/g, maya sayılarını <2.0 ve <2.0 log₁₀ cfu/g, küf sayılarını 3.2 ve 2.5 log₁₀ cfu/g; gönen varyetesine ait buğday silajlarında ise LAB sayılarını 8.8 ve 9.5 log₁₀ cfu/g, maya sayılarını <2.0 ve <2.0 log₁₀ cfu/g, küf sayılarını 3.5 ve 3.2 log₁₀ cfu/g olarak buldukları değerler ile benzer, bazen de uyuşmadıkları görülmüştür. Filya (2003b), erken hamur olum döneminde hasat ettiği buğday silajlarında kontrol, *L. buchneri*, *L. plantarum* ve *L. buchneri* + *L. plantarum* gruplarında sırasıyla LAB sayılarını 6.1, 5.8, 7.7 ve 6.0 log₁₀ cfu/g; maya sayılarını 3.3, <2.0, 4.1 ve <2.0 log₁₀ cfu/g; küf sayılarını 2.8, <2.0, 3.1 ve <2.0 log₁₀ cfu/g olarak bulduğu değerler ile benzer, bazen de uyuşmadıkları görülmüştür. Sucu ve Filya (2005)'nin hamur olum döneminde hasat ettikleri buğday silajlarında kontrol, LAB ve LAB + enzim karışımı inokulant gruplarında sırasıyla LAB sayılarını 5.5, 7.4 ve 7.2 log₁₀ cfu/g; maya sayılarını 7.7, 7.3 ve 7.0 log₁₀ cfu/g; küf sayılarını 2.8, 0.8 ve 1.0 log₁₀ cfu/g olarak buldukları değerler ile benzer, bazen de uyuşmadıkları görülmüştür. Filya ve Sucu (2007), hamur olum döneminde hasat ettikleri buğday silajlarında kontrol, *L. plantarum*, *L. buchneri*,

propionibacterium acidipropionici uygulanan gruplarda sırasıyla LAB sayılarını 4.28, 6.96, 3.97, 4.15 log₁₀ cfu/g; maya sayılarını 3.37, 4.63, 2.04, 2.12 log₁₀ cfu/g; küf sayılarını ise 1.50, 1.42, 1.38, 1.45 log₁₀ cfu/g olarak buldukları değerler ile benzerlik gösterdikleri görülmektedir.

Araştırmada LAB+enzim katkı maddesi kullanılan silaj gruplarında LAB sayıları kontrol gruplarına göre önemli düzeyde daha yüksek bulunmuştur. Laktik asit bakterilerinin dominant mikroflora olması ve buğdayın silaj fermantasyonu açısından yeterli düzeyde SÇK içermesi nedeniyle bunun beklenen bir gelişme olduğu söylenebilir. Süt veya hamur olum dönemlerinin silajların maya içerikleri üzerinde önemli düzeyde etkileri bulunurken, LAB+enzim kullanılan silajların üzerinde ise herhangi bir etkileri olmamıştır. Dönem ve LAB+enzim katkı maddesi kullanımının silajların küf içerikleri üzerinde herhangi bir etkisi olmamıştır. Zaten kontrol grupları da dahil olmak üzere tüm silajların maya ve küf içerikleri genel olarak LAB den daha düşük bulunmuştur. Burada özellikle fermantasyon sırasında silajlara herhangi bir şekilde hava girişi mümkün olmadığı için, silajlarda yalnızca başlangıç materyalinde bulunan maya ve küflerin olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmada süt olum dönemi kontrol ve LAB+enzim uygulanan silajlar ile hamur olum dönemi kontrol ve LAB+enzim uygulanan silajlarda silaj kalitesine ait bulgular incelendiğinde, sırasıyla KM içerisindeki OM miktarları %92.80 ve 92.66 ile 93.21 ve 92.66, HP miktarları %13.39 ve 13.09 ile %9.99 ve 10.37, HY miktarları %2.39 ve 2.41 ile %2.25 ve 2.20, HS miktarları %29.38 ve 27.58 ile %26.22 ve 24.58, NÖM miktarları %47.64 ve 49.58 ile %54.75 ve 55.52, HK miktarları ise %7.20 ve 7.34 ile %6.79 ve 7.34 olduğu görülmüştür (Çizelge 4.4.). Bu aşamada buğday silajları için elde edilen bulgular, Sewell (1993)'nın süt ve hamur olum dönemlerinde hasat ettikleri buğday silajlarında HP miktarlarını %11.0 ve 9.5 olarak bulduğu değerler ile uyum içerisinde olduğu görülmüştür. Arieli ve Adin (1994), erken ve geç dönemde hasat ettikleri buğday silajlarında sırasıyla OM miktarlarını %91.8 ve 93.4; HP miktarlarını %6.5 ve 6.4 olarak buldukları değerler ile OM miktarları benzer, HP miktarları ise daha yüksek olarak bulunmuştur. Siefers ve ark. (1996)'nın süt ve hamur olum dönemlerinde hasat ettikleri 8 farklı varyete buğday silajlarında sırasıyla HP miktarlarını %12.8-15.3 ve 10.4-12.7; HK miktarlarını ise %11.9-14.2 ve 9.3-10.9 arasında değiştiğini bildirdiği değerler ile HP miktarlarının benzer, HK miktarlarının ise daha düşük olduğu görülmektedir. Crovetto ve ark. (1998)'nin süt ve hamur olum dönemlerinde hasat ettikleri buğday silajlarında sırasıyla OM miktarları %93.8 ve 94.4; HP miktarları %8.3 ve 7.9; HY miktarları %3.1 ve 2.7; HS miktarları %28.9 ve 26.7 olarak buldukları değerler ile HP miktarları dışında benzer değerler gösterdiği görülmektedir. Hill ve Leaver (2002)'nin süt ve

hamur olum dönemlerinde hasat ettikleri buğday silajlarında sırasıyla HK miktarları %5.9 ve 6.1 olarak buldukları değerlerden daha yüksek bulunmuştur. Filya (2003a)'nın süt ve hamur olum dönemlerinde hasat ettiği pehlivan varyetesine ait buğday silajlarında sırasıyla HP miktarları %7.0 ve 6.1, HK miktarları %6.6 ve 6.8; gönen varyetesine ait buğday silajlarında sırasıyla HP miktarları %6.5 ve 5.8, HK miktarları %7.0 ve 6.7 olarak bulunduğu değerler ile karşılaştırıldığında HP değerlerinin daha yüksek, HK miktarlarının ise benzer olduğu görülmüştür.

Ham besin maddeleri içerikleri incelendiğinde, HP, HY, HS ve NÖM miktarı üzerinde vejetasyon döneminin etkili olduğu ancak LAB+enzim katkı maddesi kullanımının herhangi bir etkiye sahip olmadığı görülmektedir. Süt olum döneminde HP, HY ve HS miktarları önemli düzeyde daha yüksek olurken, NÖM miktarları ise daha düşük olarak saptanmıştır.

Çalışmada süt olum dönemi kontrol ve LAB+enzim uygulanan silajlar ile hamur olum dönemi kontrol ve LAB+enzim katkı maddesi kullanılan gruplarda silaj kalitesine ait bulgular incelendiğinde, sırasıyla KM içerisindeki NDF miktarları 571.3 ve 553.7 g/kg ile 539.7 ve 514.0 g/kg, ADF miktarları 350.6 ve 330.8 g/kg ile 321.8 ve 309.5 g/kg, ADL miktarları 66.3 ve 56.6 g/kg ile 62.5 ve 57.1 g/kg, hemiselüloz miktarları 220.6 ve 223.0 g/kg ile 217.9 ve 204.5 g/kg, selüloz miktarları 284.4 ve 274.2 g/kg ile 259.3 ve 252.5 g/kg olduğu görülmüştür (Çizelge 4.5.). Kaba yemlerde vejetasyonun ilerlemesine bağlı olarak sadece NDF fraksiyonunda bulunan hemiselülozun miktarının nispi olarak azaldığı, NDF ve ADF fraksiyonunun da bulunan selüloz ile NDF, ADF ve ADL fraksiyonunda bulunan lignin miktarlarının ise arttığı ifade edilirken, hemiselülozun miktarının selülozdan az olmasına rağmen sindirilebilirliğinin yüksek olduğu bildirilmektedir. Ligninin ise, hemiselüloz ve selülozdan miktar bakımından az olmasına rağmen kendisi sindirilmediği için bu iki komponentle oluşturduğu bağlar nedeniyle bunların sindirilebilirliklerini de düşürdüğü bilinmektedir (Ranfft ve ark. 1976, Kirchgessner 1980, Kılıç 1988, Grenet ve Besle 1991, AFRC 1992, Ögün ve ark. 2003). Nitekim silajların hücre duvarı fraksiyonlarının literatür bildirişleri ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Berger ve ark. (1991)'nin süt ve hamur olum dönemlerinde hasat ettikleri buğday silajlarında sırasıyla NDF miktarlarını 500 ve 518 g/kg KM; ADF miktarlarını 345 ve 356 g/kg KM; Arieli ve Adin (1994)'nin erken ve geç dönemde hasat edilen buğday silajlarında sırasıyla NDF miktarlarını 537 ve 530 g/kg KM; ADF miktarlarının 357 ve 355 g/kg KM olarak buldukları değerler ile benzer olduğu görülmüştür. Siefers ve ark. (1996)'nin süt ve hamur olum dönemlerinde hasat ettikleri 8 farklı varyete buğday silajlarında sırasıyla NDF miktarlarının 587-632 ve 586-636 g/kg KM; ADF miktarlarının 396-431 ve 401-430 g/kg KM arasında değiştiğini bildirdikleri değerlerden

daha yüksek olduğu görülmektedir. Crovetto ve ark. (1998)'nin süt ve hamur olum dönemlerinde hasat edilen buğday hasıllarından elde edilen silajlarda sırasıyla NDF miktarlarını 594 ve 487 g/kg KM; ADF miktarlarını 350 ve 310 g/kg KM; lignin miktarlarını 46 ve 62 g/kg KM olarak buldukları değerler ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Hill ve Leaver (2002)'nin süt ve hamur olum dönemlerinde hasat ettikleri buğday silajlarında sırasıyla NDF miktarlarını 408 ve 486 g/kg KM; ADF miktarlarını 309 ve 282 g/kg KM olarak bildirdikleri değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Filya (2003a)'nın süt ve hamur olum dönemlerinde hasat ettikleri pehlivan varyetesine ait buğday silajlarında sırasıyla NDF miktarlarını 517 ve 412 g/kg KM; ADF miktarlarını 365 ve 277 g/kg KM; ADL miktarlarını 81 ve 90 g/kg KM; hemiselüloz miktarlarını 152 ve 135 g/kg KM; selüloz miktarlarını ise 284 ve 187 g/kg KM; gönen varyetesine ait buğday silajlarında aynı sırayla NDF miktarlarını 520 ve 442 g/kg KM; ADF miktarlarını 360 ve 290 g/kg KM; ADL miktarlarını 85 ve 90 g/kg KM; hemiselüloz miktarlarını 160 ve 152 g/kg KM; selüloz miktarlarını ise 275 ve 200 g/kg KM olarak buldukları değerler ile benzer, bazen de uyuşmadıkları görülmüştür. Contreras-Govea ve ark. (2006)'nin süt olum dönemlerinde hasat edilen buğday silajlarında 2000 ve 2001 yıllarında sırasıyla NDF miktarlarını 523 ve 597g/kg KM; ADF miktarlarını 308 ve 349 g/kg KM olarak buldukları değerler ile benzer olduğu görülmüştür.

Laktik asit bakterileri+enzim karışımında bulunan enzimler silajların hücre duvarı kapsamını azaltmışlardır. Silajların NDF, ADF ve selüloz miktarları kontrol grubu silajlarına göre önemli düzeyde azalırken, ADL ve hemiselüloz miktarları da azalmış, ancak bu azalma önemsiz düzeyde olmuştur. Dolayısı ile LAB+enzim katkı maddelerinin içermiş oldukları enzimler hücre duvarını parçalayarak LAB için ilave bir substrat ortaya çıkarttığı görülmüştür.

Çalışmada süt olum dönemi kontrol ve LAB+enzim uygulanan silajlar ile hamur olum dönemi kontrol ve LAB+enzim katkı maddesi kullanılan gruplarda silaj kalitesine ait bulgular incelendiğinde, sırasıyla *in vitro* KM sindirilebilirliği %50.44 ve %52.98 ile %52.73 ve 54.15, aynı sırayla *in vitro* OM sindirilebilirliği %50.44 ve %52.98 ile %52.73 ve 54.15 olduğu görülmüştür (Çizelge 4.6.). Sewell (1993), süt ve hamur olum dönemlerinde elde edilen buğday silajlarının sırasıyla *in vitro* KM sindirilebilirliğinin %57.8 ve 56.1 olarak gerçekleştiğini bildirmektedir. Crovetto ve ark. (1998), süt ve hamur olum dönemlerinde hasat edilen buğday silajlarında sırasıyla KM sindirilme derecelerini %59.2 ve 59.6; OM sindirilme derecelerini ise %61.4 ve 62.0 olarak bildirmektedirler. Filya (2003a), süt ve hamur olum dönemlerinde hasat edilen pehlivan çeşidine ait buğday silajlarında sırasıyla *in situ* KM

parçalanabilirliğini %60.4 ve 67.6; gönen çeşidine ait buğday silajlarında ise sırasıyla % 59.8 ve 66.7 olarak saptamıştır. Sucu ve Filya (2005), hamur olum döneminde hasat edilen buğday silajlarında kontrol, LAB ve LAB + enzim karışımı inokulant gruplarında sırasıyla *in situ* KM parçalanabilirliğini %56.8, 56.6 ve 57.8; OM parçalanabilirliğini ise %54.0, 54.3 ve 56.7 olarak bulmuşlardır. Araştırmada elde edilen KM ve OM sindirilebilirliği ile ilgili sonuçlar diğer araştırmacılar tarafından elde edilen sonuçlardan benzer veya daha düşük olduğu görülmüştür.

Çalışmada süt olum dönemi kontrol ve LAB+enzim uygulanan silajlar ile hamur olum dönemi kontrol ve LAB+enzim katkı maddesi kullanılan gruplarda silaj kalitesine ait bulgular incelendiğinde, sırasıyla metabolik enerji değerleri 7.58 ve 7.85 MJ/kg KM ile 7.84 ve 7.93 MJ/kg KM olduğu görülmüştür (Çizelge 4.7.). Buğday silajlarının metabolik enerji değerlerinin hesaplanması ile ilgili herhangi bir kaynak bulunamamıştır.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuç olarak, buğdayın silolanması sırasında kullanılan LAB ile selüloz, hemiselüloz, pektinaz gibi hücre duvarını parçalayıcı ve amilaz gibi nişastayı parçalayan enzimlerin katılması silaj fermantasyonunu geliştirirken, silajların hücre duvarı kapsamını azaltmış, *in vitro* KM ve OM sindirilebilirliğini arttırmışlardır.

Mikrobiyal katkı maddelerinin üretimi biyoteknoloji destekli bir endüstri halini almıştır. Konu ile ilgili çok sayıda ürünü ticari anlamda yaygınlık kazanmış olması bu gelişimin güzel bir örneğini oluşturmaktadır. Mikrobiyal katkılar bakımından piyasaya sunulan ürünlerde gözlenen çeşitliliğin önemli bir nedeni, türe ve ekolojiye spesifik etkiler taşıyor olmalarıdır. Ülkemiz koşulları için etkili olabilecek özelliklerin seçimi açısından epifitik mikroorganizma yoğunluğu ve kompozisyonu ile silajlık bitkilerde türe ve çeşide özgü kimyasal özellikleri tanımlayan temel nitelikli çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.

Bu araştırmada ele alınan mikrobiyal katkı maddesinin etkinliği, bitkiye özgü potansiyel niteliklerin sınırları içerisinde incelenmiştir. Kimyasal niteliklere ilişkin bulgular çoğu durumda silajların besleme değerlerinin tanımlanmasında yetersiz kalabilmektedir. Özellikle mikrobiyal katkı maddelerini konu alan çeşitli çalışmalarda kimyasal özellikler bakımından farklı ürünler elde edilmemesine karşı, ürüne dönüşüm bazında katkı maddesi grubu lehine gözlenen üstünlükleri bu duruma örnek olarak vermemiz mümkündür. Katkı maddesinin etkinliğinin belirlenmesinde sindirim ve üretim denemelerinin de kullanılması bir yandan da uygulamanın ekonomikliği konusunda daha belirgin bulguların teminine olanak tanıyabilecektir.

Katkı maddeleri ve beraberlerinde de mikrobiyal nitelikli olanlar uygun koşulların sağlanılmadığı silajlarda fermantasyon kurtarıcısı durumunda değillerdir. Silaj üretiminin son yıllarda büyük hız kazandığı ülkemizde, saha koşullarında yürütülecek çalışmalarda bu anlamdaki eksiklikler göz önünde bulundurulmalı ve yetiştiricinin eğitimi yönünde de gayret gösterilmelidir.

7. KAYNAKLAR

- AFRC (1992). Technical Committee on Responses to Nutrients. Rep. No: 9, Nutritive Requirements of Ruminant Animals. Protein Nutr. Abst. and Rev. (B), 62, 786-835.
- Aksoy A, Macit M, Karaođlu M (2000). Hayvan Besleme. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları-Ders Notu Yayın No: 220, 588 s Erzurum.
- Akyıldız AR (1984). Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 895, Ders Kitabı: 213, 236 s, Ankara.
- Alçıçek A (1988). İkinci Ürün ve Artıklarının Yem Değerleri Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, İzmir.
- Alçıçek A, Özkan K (1997). Silo Yemlerinde Fiziksel ve Kimyasal Yöntemlerle Silaj Kalitesinin Saptanması, Türkiye I. Silaj Kongresi, 241-247s, Bursa.
- Anonymus (1986). The Analysis of Agricultural Material, Reference Book: 427, 428 p, London.
- Anonymus (1989). Nutrient Requirements of Dairy Cattle, National Research Council, National Academy Press, 157 p, Washington D.C.
- Arieli A, Adin G (1994). Effect of Wheat Silage Maturity on Digestion and Milk Yield in Dairy Cows. J. Dairy Sci., 77: 237-243.
- Ashbell G, Weinberg ZG (2003). Silage from Tropical Cereals and Forage Crops. <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/agp/agpc/gp/silage/HTML/Paper7.htm>
- Avciođlu R (2000). Türkiye Hayvancılığında Kaba Yem Üretim Stratejileri. Intenational Animal Nutrition Congress, 449-455 s, Isparta.
- Bergen WG, Byrem TM, Grand AL (1991). Ensiling Characteritics of Whole-Crop Harvested at Milk And Dough Stages. J. Animal Sci., 69:1766-1774.
- Bolsen KK, Heidker JL (1985). Silage Additives USA. Chalcombe Publication, Church Lane, Kingston, Canterbury, Kent, UK.
- Chen J, Stokes MR, Wallace CR (1994). Effects of Enzyme-Inoculant Systems on Preservation and Nutritive Value of Hay Crop and Corn Silages. J. Dairy Sci., 77: 501-512.

- Church DC (1976). Digestive Physiology and Nutrition of Ruminant. Volume I-Digestive Physiology. Second Edition, Oregon.
- Clark JH, Davis CL (1983). Future Improvement of Milk Production Potential for Nutritional Improvement. J. Animal Sci. Vol:57, No:3, 750-764.
- CloseW, Menke KH (1986). Selected Topics in Animal Nutrition Universitat, Pp; 170+85, Hohenheim.
- Contreras-Govea FE, Albrecht KA, Muck RE (2006). Spring Yield and Silage Characteristics of Kura Clover, Winter Wheat, and in Mixtures. Agron. J. 98:781–787.
- Coşkun B, Şeker E, İnal F (1998). Yemler ve Teknolojisi. S.Ü. Veteriner Fakültesi Yayınları, Konya.
- Crovetto GM, Galassi G, Rapetti L, Sandrucci A, Tamburini A (1998). Effects of The Stage of Maturity on The Nutritive Value of Whole Crop Wheat Silage. Livestock Production Sci., 55:21-32.
- Çomaklı B, Yanar M, Mentşe Ö, Turgut L (2000). Kültürel Uygulamaların Kaba Yemlerde Besleme Değerine Etkileri. Intenational Animal Nutrition Congress, 456-463 s, Isparta.
- Filya I (2007). Ülkemizde Silaj Yapımı ve Silaj Kalitesinin Artırılma Yolları. Yem Magazin, Mart, 2007, 47:37-44.
- Filya I (2003a). Nutritive Value of Whole Crop Wheat Silage Harvested at Three Stages of Maturity. Animal Feed Sci. Technology 103:85–95.
- Filya I (2003b). The Effect of Lactobacillus Buchneri, with or without Homofermentative Lactic Acid Bacteria, on The Fermentation, Aerobic Stability, and Ruminant Degradability of Wheat, Sorghum, and Maize Silages. J. Appl. Microbiol. 95:1080–1086.
- Filya İ (2000). Silaj Kalitesinin Arttırılmasında Yeni Gelişmeler. International Animal Nutrition Congress'2000, 243-250 s, Isparta.
- Filya İ (2001). Silaj Teknolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, 16059, Görükle, Bursa.
- Filya İ (2002a).Laktik Asit Bakteri ve Laktik Asit Bakteri+Enzim Karışımı Silaj İnokulantlarının Mısır Silajı Üzerine Etkileri. Turk J Vet Animal Sci, 26:679-687.
- Filya İ (2002b). Laktik Asit Bakteri İnokulantlarının Mısır ve Sorgum Silajlarının Fermantasyon, Aerobik Stabilitate ve *in situ* Rumen Parçalanabilirlik Özellikleri Üzerine Etkileri. Turk J Vet Animal Sci, 26:815-823.

- Filya İ (2005). Silaj Yapımı, Teknolojisi ve Kullanımı. Süt Hayvancılığı Eğitim Merkezi Yayınları, Hayvancılık Serisi : 8 Yetiştirici El Kitabı, Karacabey, Bursa.
- Filya İ, Ashbell G, Hen Y and Weinberg ZG (2000). The Effect of Bacterial Inoculants on The Fermentation and Aerobic Stability of Whole Crop Wheat Silage. *Animal Feed Sci. Technology*, 88:39-46.
- Filya İ, Sucu E (2007). Bazı Biyolojik ve Kimyasal Katkı Maddelerinin Mısır, Sorgum ve Buğday Silajlarının Fermantasyon, Mikrobiyal Flora ve Aerobik Stabilité Üzerine Etkileri. IV. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 24-28 Haziran 2007, Bursa.
- Flores G, Castro J, Arraez AG, Amil A, Brea T, Warleta MG (1999). Effect of a Bacterial Additive on Silage Fermentation, Digestibility, Ruminant Degradability, Intake and Performance of Lactating Dairy Cattle in Galicia (NW Spain). In: Proc. 12th International Silage Conference, 181- 182 p, Uppsala, Sweden
- GfE (1998). Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. *Proc. Soc. Nutr.*, 7, 141-149
- Grenet E, Besle JM (1991). Microbes and Fibre Degradation. Rumen Microbial Metabolism and Ruminant Digestion. INRA Ed., 107-129 p, Paris.
- Hill J, Leaver JD (2002). Changes in Chemical Composition and Nutritive Value of Urea Treated Whole Crop Wheat During Exposure to Air. *Animal Feed Sci and Technology*, 102: 181-195.
- Işık N (1996). Büyük ve Küçükbaş Hayvan Besleme (Ruminantların Beslenmesi). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 1444, Ders Kitabı:425, 325 s, Ankara.
- Kılıç A (1986). Silo Yemi (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri). 327 s., İzmir.
- Kılıç A (1988). Yemler ve Hayvan Besleme (Uygulamalı El Kitabı). Bilgehan Basımevi, Bornova-İzmir.
- Kılıç Y (1998). Süt Sığırları Rasyonlarında Kullanılan Bazı Hammaddelerde Karbonhidrat Fraksiyonlarının Tanımlanması Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Kirchgessner M (1980). Hayvan Besleme (Öğretim- Öğrenim- Uygulama Önerileri). Çev: Asım KILIÇ, 5. Ed. Ankara (Tübitak 1985).
- Kleinmans J, Hooper P (1999). The Effect of a Commercial Silage Inoculant (Pioneer® brand 1188) on Animal Performance. In: Proc. 12th International Silage Conference. 319-320 p, Uppsala, Sweden.
- Lin C, Bolsen K, Brent BE, Hart RA (1992). Epiphytic Microflora on Alfalfa and Whole-Plant Corn. *J. Dairy Sci.*, 75: 2484-2493.

- McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD (1988). Animal Nutrition. 4th Edition. Longman Scientific and Technical, 543 p.
- McDonald P, Henderson AR, Heron SJE (1991). The Biochemistry of Silage. Second Edition. 340 p., Chalcombe Publication, Marlow, England.
- Meeske R, Ashbell G, Weinberg ZG, Kipnis T (1993). Ensiling Forage Sorghum at Two Stages of Maturity with the Addition of Lactic Acid Bacterial Inoculants. Animal Feed Sci. and Technology, 43:165-175.
- Meeske R, Basson HM (1998). The Effects of a Lactic Acid Bacteria Inoculant on Maize Silage. Animal Feed Sci. and Technology, 70: 239-247.
- Meeske R, Basson HM, Cruywagen CW (1999). The Effects of a Lactic Acid Bacteria Inoculant with Enzymes on The Fermentation Dynamics, Intake and Digestibility of *Digitaria eriantha* Silage. Animal Feed Sci. Technology, 81: 237-248.
- Merry RJ, Cussen-MacKenna RF, Jones R (1993). Biological Silage Additives. Cienacia E Investigacion Agraria., Vol: 20, No:2.
- Moran J, Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y, Owen TR (1996). The Effects of Bacterial Inoculant on the Fermentation and Aerobic Stability of Whole Crop Wheat Silage. in: Proc. 11th International Silage Conference. 164-165 p, Aberystwyth, Wales.
- Nadeau EMG, Russell JR, Buxton DR (2000). Intake, Digestibility, and Composition of Orchardgrass and Alfalfa Silages Treated with Cellulase, Inoculant, and Formic Acid Fed to Lambs. J. Animal Sci., 78:2980-2989.
- Naumann C, Bassler R (1993). Die Chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Methodenbuch, Band III. 3. Erg., Verlag Naumann, Melsungen.
- Öğün S, Yurtman İY (1989). Süt Sığırcılığında Beslemenin Önemi. Damla Dergisi, 4-21 s, İstanbul.
- Öğün S, Şayan Y, Özkul H, Alçiçek A, AkbaşY, Coşkuntuna L, Soycan S, Polat C, Çapçı T, Kılıç A,Özkan K (2003). Bazı Kaba Yemlerin Yem Değerlerinin Farklı Analiz Teknikleri İle Belirlenmesi. Trakya Üniversitesi Araştırma Fonu Projesi-272, Kesin Rapor, Edirne.
- Özdüven ML, Koç F, Yurtman İY (1999). Mikrobiyal Katkı Maddelerinin Mısır Silajında Kalite ve Aerobik Dayanıklılık Üzerindeki Etkileri. Tarım Bilimleri Dergisi, 5 (3):7-12, Ankara.

- Petterson K (1988). *Ensiling of Forages: Factors Affecting Silage Fermentation and Quality*, Sveriges Lantbruksuniversitet, 46 p, Uppsala,
- Phipps R, Wilkinson M (1986). *Maize Silage*. 48 p, Chalcombe Publition.
- Pitt RE, Leibensperger RY (1987). The Effectiveness of Silage Inoculants: A Systems Approach. *Agric. Syst*, 25: 27-49.
- Playne MJ, Mc Donald P (1966). The Buffering Constituent of Herbage and of Silage, *J. Sci. Food. Agric*, 17:264-268.
- Polat C, Yurtman İY, Koç F, Coşkuntuna L, Özdüven ML (1998). Mikrobiyal Katkı Maddesi Kullanımının I. ve II. Ürün Mısır, Fiğ Tahıl Karışımı, Ayçiçeği Silajlarında Fermantasyon Gelişimi ve Aerobik Stabilité Üzerindeki Etkileri. Proje No: VHAG - 1238, 79 s, Tekirdağ.
- Polat C, Koç F, Özdüven ML (2005). Mısır Silajında Laktik Asit Bakteri ve Laktik Asit Bakteri+Enzim Karışımı İnokulantların Fermantasyon ve Toklularda Ham Besin Maddelerinin Sindirilme Dereceleri Üzerine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1): 13-22.
- Ranfft K; Kirchgessner M, Roth FX (1976). Detergentienanalysen zur Bestimmung von Gehalt und Verdaulichkeit der Zellwandfraktionen in Weidegras. *Landwirtsch. Forsch.* 29, 2, 124-130.
- Robinson JJ, McEvoy TG (1993). *Biotechnology- The Possibilities*. *Animal Production*, 57:335-352.
- 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.
- Sewell HB (1993). *Wheat Silage for Beef Cattle*. <http://muextension.missouri.edu/xplor/agguides/ansci/g02059.htm>
- Sheperd AC, Maslanka M, Quinn D, Kung L (1995). Additives Containing Bacteria and Enzymes for Alfalfa Silage. *J. Dairy Sci.*,78: 565-572.
- Siefers MK, Huck GL, Young MA, Turner JE, Pendergraft JS, Bolsen KK (1996). Argonomic and Silage Quality Traits of Winter Cereals. *Cattlement'96*, <http://www.oznet.ksu.edu>
- 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.
- Statsoft Inc (1995). *Statistica for Windows (computer program manual)*. Tulsa, OK: Statsoft, Inc., 2300, East 14th Street, Tulsa, OK, 74104-4442.

- Stokes M, Chen J (1994). Effects of an Enzyme-Inoculant Mixture on the Course of Fermentation of Corn Silage. *J. Dairy Sci.*, 77: 3401-3409.
- Sucu E, Filya İ (2006). The Effects of Bacterial Inoculants on the Fermentation, Aerobic Stability and Rumen Degradability Characteristics of Wheat Silages. *Turk J Vet Animal Sci.*, 30: 187-193.
- Tengerdy RP, Weinberg ZG, Szakacs G, Wu M, Linden JC, Johnson DE (1991). Ensiling Alfalfa with Additives of Lactic Acid Bacteria and Enzymes. *J. Sci. Food Agric.*, 55: 215-228.
- Umur H (2000). Domates Posasının Yem Değerini Artırma Olanakları Üzerinde Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 76 s, Bursa.
- Weinberg ZG, Ashbell G, Hen Y, Azrieli A (1993). The Effect of Applying Lactic Acid Bacteria Ensiling on the Aerobic Stability of Silages. *J. Appl. Bacteriol.*, 75: 512-518.
- Wilkinson M (1984). *Silage*, UK(6th Edition). Chalcombe Publications, Marlow.
- Yurtman İY, Koç F, Özdüven ML, Erman S (1997). Silaj Üretiminde Mikrobiyal Katkı Maddelerinin Kullanımı. *Trakya Bölgesi II. Hayvancılık Sempozyumu*, 346-351 s, Tekirdağ.

ÖZGEÇMİŞ

22.7.1982 tarihinde Ankara'da doğdu. İlkokulu İsmail EREZ ilköğretim okulunda ve Lise öğrenimini ise Kurtuluş Lisesinde tamamladıktan sonra 2001 yılında Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümünde lisans öğrenimine başladı. 2004 yılında Atatürk Orman Çiftliğinde süt sığırcılığı işletmesinde stajı yaptı. 2005 yılında Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2006-2007 yılları arasında Tekirdağ Cem Kızılırmaklı Hipermarketlerinde sorumlu yöneticilik yaptı.

TEŐEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince bana her konuda destek olan, her zaman varlığından gurur duyacağım değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Cemal POLAT'a, kimyasal ve mikrobiyolojik analizlerin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen sevgili hocam Yrd. Doç. Dr. Fisun KOÇ'a, Yrd. Doç. Dr. M. Levent ÖZDÜVEN'e, istatistik analizlerin yapılmasında sayın Doç. Dr. Hasan Ersin ŞAMLI'ya, sayın bölüm başkanım Prof. Dr. M. İhsan SOYSAL başta olmak üzere değerli bölüm hocalarıma, manevi desteklerinden dolayı aileme ve dostlarıma en içten teşekkürlerimi sunarım.