



**FUNGAL İNOKULASYON YOLUYLA
BUĞDAY SAMANI LİGNOSELÜLOZİK
İÇERİĞİNİN PARÇALANMASI VE
IN-SITU NAYLON TORBA TEKNİĞİ
İLE YEM DEĞERİNİN BELİRLENMESİ**

Fatma YÜKSEL

Doktora Tezi

Zootekni Anabilim Dalı

Yemler ve Hayvan Besleme Bilim Dalı

Doç. Dr. Adem KAYA

2017

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

FUNGAL İNOKULASYON YOLUYLA BUĞDAY SAMANI
LİGNOSELÜLOZİK İÇERİĞİNİN PARÇALANMASI VE *IN-SITU*
NAYLON TORBATEKNİĞİ İLE YEM DEĞERİNİN
BELİRLENMESİ

Fatma YÜKSEL

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI
Yemler ve Hayvan Besleme Bilim Dalı

ERZURUM
2017

Her hakkı saklıdır








T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

FUNGAL İNOKULASYON YOLUYLA BUĞDAY SAMANI
LİGNOSELÜLOZİK İÇERİĞİNİN PARÇALANMASI VE *IN-SITU* NAYLON
TORBATEKNİĞİ İLE YEM DEĞERİNİN BELİRLENMESİ

Doç. Dr. Adem KAYA danışmanlığında, Fatma YÜKSEL tarafından hazırlanan bu çalışma 18.10.2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Zootekni Anabilim Dalı – Yemler ve Hayvan Besleme Bilim Dalı'nda Doktora tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu** (5./3.) ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Muhlis MACİT İmza: 
Üye: Doç. Dr. Adem KAYA İmza: 
Üye: Prof. Dr. Bahri BAYRAM İmza: 
Üye: Doç. Dr. Ünal KILIÇ İmza: 
Üye: Doç. Dr. Ş. Canan BÖLÜKBAŞI AKTAŞ İmza: 

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 01.10.2017 tarih ve 22. / . 19. nolu kararı ile onaylanmıştır.



Prof. Dr. Cavit KAZAZ
Enstitü Müdürü

Bu çalışma T.C.Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Fonu tarafından desteklenmiştir.

Proje No:TAGEM/HAYSUD/15/02/03/01

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan alıntılarını, çizelge, şekil ve fotoğraflarını kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Doktora Tezi

FUNGAL İNOKULASYON YOLUYLA BUĞDAY SAMANI LİGNOSELÜLOZİK İÇERİĞİNİN PARÇALANMASI VE *IN-SITU* NAYLON TORBA TEKNİĞİ İLE YEM DEĞERİNİN BELİRLENMESİ

Fatma YÜKSEL

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootekni Anabilim Dalı
Yemler ve Hayvan Besleme Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Adem KAYA

İki farklı fungus türü ve üre ile muamele edilen buğday samanının, *in-situ* parçalanabilirlik ve enerji içeriğinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada, buğday samanı (S), *Pleurotus eryngii* (PE) ve *Phanerochaete chrysosporium* (PC) funguslarıyla inoküle edilip, %1 düzeyinde üre ilavesiyle 30 günlük inkübasyona tabi tutulmuştur. Araştırmada *Phanerochaete chrysosporium* + SAMAN (PCS), *Phanerochaete chrysosporium* + SAMAN + %1ÜRE (PCSÜ), *Pleurotus eryngii* + SAMAN (PES), *Pleurotus eryngii* + SAMAN + %1ÜRE (PESÜ), SAMAN + %1ÜRE (SÜ) ve SAMAN (kontrol) olmak üzere 6 farklı yem karışım grubu oluşturulmuştur.

Katkılı ve katkısız saman örnekleri 0, 4, 8, 16, 24, 48, 72 ve 96 saatlik inkübasyon sürelerinde naylon torba tekniği ile rumen *in-situ* parçalanabilirlik işlemine maruz bırakılmıştır. Araştırmada ortalama 400 kg canlı ağırlığında, plastik kanül takılmış 4 baş Holstein ırkı erkek hayvan kullanılmıştır. İnkübasyon sonrası naylon torbalarda kalan saman örneklerinin kuru madde ve protein parçalanabilirlikleri tespit edilmiştir. Karışım kombinasyonları arasında kuru madde ve protein parçalanabilirliği bakımından meydana gelen farklılıklar önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Buğday samanının farklı katkılarla muamele edilmesi enerji değerlerini önemli derecede arttırmıştır ($P<0.01$).

Sonuç olarak samanın *in situ* paraçalanabilirlik parametreleri ve enerji içeriği üzerine etkisi dikkate alındığında, *Phanerochaete chrysosporium* fungusunun üre ilaveli muamelesinin uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

2017, 87 sayfa

Anahtar Kelimeler: *Phanerochaete chrysosporium*, *Pleurotus eryngii*, lignoselülozik, parçalanabilirlik, buğday samanı

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

DEGRADATION OF LIGNOCELLULOSIC CONTENT OF WHEAT STRAW BY FUNGAL INOCULATION, AND DETERMINATION OF FEED VALUE BY USING *IN SITU* NYLON BAG TECHNIQUE

Fatma YÜKSEL

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Animal Science
Department of Feeds and Animal Nutrition

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Adem KAYA

Present study was conducted to determine the effect of two types of fungal species, *Pleurotus eryngii* (PE) and *Phanerochaete chrysosporium* (PC) with or without urea on *in-situ* degradability and energy content of wheat straw (S). Wheat straw was inoculated with these fungal species and further subjected to incubation for 30 days with or without the addition of UREA 1%. On the basis of different feed regimes six groups were made such as *Phanerochaete chrysosporium*+ wheat straw (PCS), *Phanerochaete chrysosporium*+ wheat straw+UREA 1% (PCSU), *Pleurotus eryngii* + wheat straw (PES), *Pleurotus eryngii* + wheat straw +UREA%1 (PESU), wheat straw +UREA%1 (SU) and wheat straw (S).

Treated and untreated wheat straw samples were subjected to *in-situ* degradability in rumen 0, 4, 8, 16, 24, 48, 72 and 96 hours of incubation by using nylon bag technique. In this experiment, an average of 400 kg weight, 4 cannulated Holstein male animals were used as animal material. After the incubation, the samples remaining in the nylon bags were subjected to their dry matter and protein degradabilities were determined. Differences in terms of the drymatter and protein degradabilities among the mix combinations were found to be significant ($P<0.01$). The energy values of the wheat straw treated with different feeds increased the energy values significantly ($P<0.01$).

Consequently considering the *in-situ* degradability parameters of straw and its effect on energy content, the urea treated mixture of *Phanerochaete chrysosporium* fungi was the most suitable feed combination.

2017, 87 pages

Keywords: *Phanerochaete chrysosporium*, *Pleurotus eryngii*, degradability, lignocellulosic, wheat straw

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım süresince fungusların inokülasyonu konusunda bana destek sağlayan Biyoloji Bölümü öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Ö. Faruk ALGUR'a ve yüksek lisans öğrencisi Sayın Özlem GÜLMEZ'e, naylon torba tekniği konusunda destek aldığım Ondokuz Mayıs Üniversitesi öğretim üyesi Sayın Doç Dr. Ünal KILIÇ'a, tez yazım sırasında tecrübesinden yararlandığım Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni bölümü öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Muhlis MACİT'e, Sayın Doç. Dr. Ş. Canan BÖLÜKBAŞI AKTAŞ'a, çalışmanın istatistiksel analizlerine katkı sağlayan Sayın Dr. Sadrettin YÜKSEL'e, özellikle tez yöneticiliğimi üslenerek tezimin tamamlanmasına önemli destek sağlayan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Adem KAYA'ya teşekkürlerimi sunarım.

TAGEM/HAYSUD/15/02/03/01 No'lu projemi destekleyen Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne, Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü idarecileri ve döner sermaye işletmesine, aynı kurum elemanlarından Sayın Vet. Hek. Dr. Özmen BİBEROĞLU'na, Sayın Dr. Abdulkadir ÖZLÜTÜRK'e, Hayvancılık Bölümü işçilerine teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezin her aşamasında, engin görüş ve bilgileriyle bana yardımcı olan, ilgisini ve desteğini hep üzerimde hissettiğim kıymetli eşim Sayın Dr. Sadrettin YÜKSEL'e, aileme ve arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Fatma YÜKSEL

Mayıs, 2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Genel Bilgiler	5
1.1.1. Beslenmede önemli olan karbonhidratlar	5
1.1.2. Lignoselülozlu materyaller ve fungusların etkisi	9
1.1.3. Katı hal fermantasyonu	16
2. KAYNAK ÖZETLERİ	17
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	23
3.1. Materyal.....	23
3.1.1. Hayvan ve yem materyalleri.....	23
3.1.2. Kanüller	24
3.1.3. Mikroorganizmalar ve üre temini.....	24
3.2. Yöntem	24
3.2.1. Hayvanların hazırlanması.....	24
3.2.2. Yem karışımlarının hazırlanması	25
3.2.3. İnkübasyon süreleri	25
3.2.4. Fungusların samana inokulasyonu	26
3.2.5. Besin madde analizleri	26
3.2.5.a. Kimyasal analizler	27
3.2.5.b. Enerji değerlerinin belirlenmesi	37
3.2.6. Fungusların üretimi ve samana uygulanması	37
3.2.7. <i>In-situ</i> naylon torba tekniği ile rumen parçalanabilirliklerinin belirlenmesi... 39	
3.2.8. İstatistik analizler	43
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	44

4.1. Yem Gruplarının Besin Madde İçerikleri Bakımından Değerlendirilmesi	44
4.2.1. Yemlerin <i>in-situ</i> rumen kuru madde parçalanabilirliği	51
4.2.2. Yemlerin <i>in-situ</i> rumen protein parçalanabilirliği	65
4.3. Yemlerin Enerji Değerleri	75
5. SONUÇ	78
KAYNAKLAR	80
ÖZGEÇMİŞ	88



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	Yüzde
ADF	Asit Çözücülerde Çözünmeyen Lifli Maddeler
ADL	Asit Çözücülerde Çözünmeyen Lignin
gr	Gram
HK	Ham Kül
HP	Ham Protein
HPP	Ham Protein Parçalanabilirliği
kg	Kilogram
KM	Kuru Madde
KMP	Kuru Madde Parçalanabilirliği
LiP	Lignin Peroksidaz
ME	Metabolik Enerji
ml	Mililitre
MnP	Manganez Peroksidaz
NDF	Nötral Çözücülerde Çözünmeyen Lifli Maddeler
OM	Organik Madde
PC	<i>Phanerochaete chrysosporium</i>
PDA	Potato Dextrose Agar
PE	<i>Pleurotus eryngii</i>

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Nişastanın polimerleri.....	7
Şekil 1.2. Selülozun kimyasal yapısı	8
Şekil 1.3. Hemiselülozun kimyasal yapısı	8
Şekil 1.4. Ligninin kimyasal yapısı	9
Şekil 1.5. Bitki biyokütlesinin çeşitli bileşenlere dönüşümü.....	11
Şekil 1.6. Lakkaz ve Manganez peroksidin basit reaksiyonu	13
Şekil 1.7. Beyaz çürükçül fungusları tarafından ligninin degradasyonu	14
Şekil 1.8. Lignoselülozik atıkların kimyasal kompozisyonu ve şematik yapısı	16
Şekil 3.1. Rumene Kanül yerleştirme işlemi ve hayvanların kontrollü şartlara alınması	27
Şekil 3.3. Yakma işleminden sonraki numuneler	29
Şekil 3.4. Yem örneklerinde ham protein analizi	31
Şekil 3.5. Ham yağ analizi	33
Şekil 3.7. ADF-NDF analizlerinde kullanılan ANKOM cihazı.....	34
Şekil 3.8. Torbaların ağızlarının sıcak presle yapıştırılması.....	35
Şekil 3.9. NDF analizi için torbaların hazırlanması.....	36
Şekil 3.10. NDF analizi için torbaların raflara sıralanması ve analiz işlemi	36
Şekil 3.11. Samana fungusların inoküle edilmesi.....	38
Şekil 3.12. Samanların 30 günlük inkübasyona bırakılması.....	39
Şekil 3.13. İnkübasyon sonrası samanların kurutulması.....	39
Şekil 3.14. Torbaların rumene sarkıtılması için hazırlanması	41
Şekil 3.15. Torbaların rumene sarkıtılması.....	42
Şekil 3.16. İnkübasyon sonrası torbaların yıkanması	42
Şekil 3.17. Analiz edilmeden önce desikatörde bekletilen torbalar.....	43
Şekil 4.1. Kuru madde parçalanabilirliğinin grafiksel gösterimi.....	64
Şekil 4.2. Karışım gruplarının protein parçalanabilirliğinin grafiksel gösterimi.....	74

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan yemlerin kimyasal bileşimi	23
Çizelge 4.1. Buğday samanının farklı muamelelere maruz tutulması sonucu oluşan karışım kombinasyonlarının kimyasal analiz değerleri (%)	50
Çizelge 4.2. Karışım gruplarının farklı inkübasyon sürelerindeki kuru madde parçalanabilirlik oranları ve standart hataları	62
Çizelge 4.3. Yem karışım gruplarının kuru madde parçalanabilirlik parametrelerine ait ortalamalar ve standart hataları	63
Çizelge 4.4. Yem karışım gruplarının farklı inkübasyon sürelerindeki rumen protein parçalanabilirlik oranları ve standart hataları	72
Çizelge 4.5. Yem karışım gruplarına ait rumen protein parçalanabilirlik parametrelerine ait ortalamalar ve standart hataları.....	73
Çizelge 4.6. Yem karışım gruplarının enerji değerleri (MJ/kg KM) ve standart hataları	76

1. GİRİŞ

İnsanlık kadar köklü bir geçmişe sahip olduğu düşünülen hayvanlar, insan yaşamına doğrudan ya da dolaylı olarak katkı sağlayıp, en hayati manada hizmet veren canlı topluluğunu oluşturmaktadırlar. Yaşam şartlarının gereği olan çağın araç ve gereçlerinin işleyişini gerçekleştiren ve bütün zamanların en önemli gıda maddelerinin teminini sağlayan hayvanlar, metabolik ve biyokimyasal fonksiyonlar bakımından oldukça anlamlı vücutsal faaliyetler sergileyebilmektedirler. Nitekim, dünyadaki evcil hayvan türlerinin önemli bir dilimini oluşturan ruminantlar, yapısal olarak kompleks bir özellik taşıyan bitki hücre duvarını en iyi değerlendirebilen çiftlik hayvanlarıdır (Hungate 1966; Denis *et al.* 2003).

Hayvanlar, belirli kalite derecesine sahip yemlerden oluşan rasyonlarla gereksinim duydukları düzeyde bir besleme rejimine tabi tutulduklarında optimum verim seviyesine ulaşabilirler. Ancak, ülkemizde ekonomik ve sosyal birçok nedenden dolayı bu koşul tam anlamıyla gerçekleştirilememektedir. Bundan dolayı önemli düzeylerde besleme problemleri ve azımsanmayacak derecelerde verim kayıpları yaşanmaktadır. Bu kayıpların ortadan kaldırılmasında ya da en aza indirilmesinde birtakım hedeflerin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Böyle bir hedefin gerçekleştirilmesinde kaba yemlerden yeterince ve gereği gibi istifade etmek akla ilk gelen yöntem olmaktadır.

Tabii halde %14'ten daha fazla su, ya da kuru maddede %16'dan daha yüksek ham selüloz içeriğine sahip ve sindirilebilir organik maddeler ve enerji değeri bakımından düşük olan her tür materyal kaba yem olarak tanımlanmaktadır (Alçıçek vd 2010). Bu tür maddeler ucuz yem kaynağı olmalarının yanında, rumen mikroflorası için gerekli besin maddelerini de içermeye özelliğine sahiptirler. Hayvancılık bakımından gelişmiş olan birçok ülkede, özellikle ekonomik bir üretim için, doğal kaba yem alanlarından önemli düzeyde istifade edilmektedir. Örneğin Kuzey Avustralya'nın büyük miktarda et üretimi yapan bölgelerinde olatmaya ilave yemleme yapmak, pratik olmayan bir uygulama ve aynı zamanda masraflı bir yetiştiricilik tarzı görüldüğü için tercih edilmemektedir. Bunun yerine kaba yemler ve kaba yem üretim alanları ana besleme

kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Kuzey ve Güney Amerika'da da aynı durumla karşılaşmak mümkündür. Zira söz konusu bu alanlarda yemlemenin önemli bir dilimini lignoselüloz içeriği yüksek kaba yemler oluşturmaktadır (Denis *et al.* 2003). Ancak, yüksek lignoselüloz içerikli kaba yemler rumenin sağlıklı çalışması ve ekonomik rasyon temini bakımından önem arz etseler de, yapısal özelliklerinden dolayı güç sindirilebilme özelliğine sahiptirler. Hatta bu tür materyallerdeki karbonhidrat polimerleri birçok hayvan tarafından çoğunlukla sindirilemezler. Ancak bu kompleks yapı bakteriler ve funguslar gibi mikroorganizmalar tarafından fermente edilerek sindirimi daha rahat olan bir hale getirilebilir.

Son 50 yılda rumende lifli yapının sindirilme mekanizmasını anlamaya yönelik önemli gelişmeler olmuş ve bu lifli yapının parçalanabilirliğini sağlayan fungus veya bakteri gibi mikroorganizmalar doğal ortamlarından izole edilerek ya da farklı yöntemler yardımıyla çoğaltılmaya başlanmıştır. Böylece yapılan bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar pratik besleme stratejilerinin belirlenmesine büyük oranda yardımcı olmuştur. Örneğin yemlerdeki etkisini belirlemek (Macit ve Karaoğlu 1999) ve fibrolitik mikroorganizmalar tarafından lifin parçalanmasında önemini anlamak amacıyla ruminant rasyonlarına üre ilaveleri yapılmaya başlanmıştır (Hungate 1966). Ayrıca kaba yemlerin fiziksel ve kimyasal muamelelere tabi tutulmalarının onların sindirilebilirliklerini artırdığını gösteren sonuçlar da (Wilkins and Minson 1970) bildirilmiştir. Hayvan performansında belirli düzeyde gelişmeye yol açtığı gerçeğinden dolayı bitki hücre duvarını parçalayacak rumen mikroorganizma popülasyonunun işlevsel bir biçimde artması arzu edilen bir durumdur. Yapılan çalışmalar fungusların bitki dokusundaki ligninin yaklaşık %34'üne kadar bir oranına etki edip onu parçalayabildiklerini göstermiştir (Fox *et al.* 1995; Denis *et al.* 2003).

Hayvan beslemede önemli bir role sahip olan kaliteli kaba yemlerin üretimindeki eksiklikler, ülke hayvancılığında önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmakta ve bunun sonucunda doğal kaba yem alanlarında yoğun bir baskı oluşmakta ve bu alanların birçoğu ağır yük altında kalmaktadır. Bu durum, bilimsel gelişmelerin kontrolünde, alternatif yem kaynaklarının devreye sokulmasını kaçınılmaz kılmaktadır. Nitekim

Ülkemizde yaklaşık 57,3 milyon ton kaliteli kaba yeme ihtiyaç bulunmakta (Alecek vd 2010), ancak bunun yaklaşık 25.4 milyon tonu çeşitli yem bitkileri ve silajlık ürünlerden (TÜİK, 2016), yaklaşık 9 milyon tonu ise 1.5 milyon hektarlık ayır alanlarından (TÜİK, 2001) karşılanmaktadır. Kalan 23 milyon ton açığın kapatılması özellikle yem değeri yüksek olmayıp ancak bir takım muameleler ve iyileştirmeler sonucunda yem olarak kullanılabilen bazı maddelerin devreye sokulmasını gerekli hale getirmektedir.

Ülkemiz farklı gıda ürünlerinin yetiştirilebildiği bir yerdir. Bu özelliği nedeniyle kayda değer oranda gıda ham maddesi ve dolayısıyla gıda sanayi yan ürünü oluşmaktadır. Bu yan ürünlerden biride, başta buğday olmak üzere, hububat samanlarıdır. Samanlar genel olarak yaklaşık %92-93 düzeyinde kuru madde, %1-1.5 düzeyinde ham yağ, %2.5-3 düzeyinde ham protein ve %6.5 düzeyinde ham kül içeren (Ergün vd 2002; Yavuz 2005), yem sınıflandırmasına dahil edilmediği halde hemen hemen tüm yemlerden miktarca daha fazla tüketilen ikincil ürünlerdir. Kuru madde oranının yüksek olması, hacimli bir madde olması ve lignoselülozik yapısının bu oran içinde oldukça yüksek olması gibi nedenlerle hayvanlara tokluk hissi vermekte ve bu özelliği nedeniyle yetiştirici tarafından bir kanaat formülü olarak kullanılmaktadır.

lke genelinde oldukça önemli bir potansiyele sahip olan saman, hayvan yetiştiricileri tarafından kayıtsız ve şartsız kaba yem kaynağı olarak kullanılmaktadır. Kullanılması lke ekonomisi için gereklilik de arz etmektedir. Zira lkemizde yaklaşık olarak 54.4 milyon ton farklı ürünlere ait saman formunda madde ortaya çıkmakta ve bunun 26.4 milyon tonu buğday samanı, 13.5 milyon tonunu arpa samanı (Alecek vd 2010), yani yaklaşık 39.9 milyon tonu (%73.3) yalnızca buğday ve arpa samanından ibarettir. Rakamsal olarak oldukça ciddi bir düzeyde olan bu maddenin işlevsel olarak kontrol altına alınması ve rakamsal byklğyle eşdeğer bir yararlılıkta kullanılması büyük önem arz etmektedir. Daha etkin ve faydalı bir forumda kullanılan saman, hayvancılığın karlı bir yapıya kavuşmasına katkı sağlayacağı gibi, ana ürün olarak tarımı yapılan hububatında rekoltesi ve üretim alanlarındaki bazı sınırlayıcı faktörlerin azalmasına yardımcı olacaktır.

Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri hububat üretimi bakımından, özellikle Güney Doğu Anadolu, ülkemizde İç Anadolu'dan sonra üst sıralarda yer almaktadır. Bu nedenle bu bölgelerde başta buğday samanı olmak üzere saman üretimi, yıllara bağlı olarak, yaklaşık 7-8 milyon tonu bulmaktadır (TÜİK 2015). Önemli bir potansiyel oluşturan bu maddenin kontrollü bir biçimde daha karlı hale getirilerek kullanılması, bölge hayvancılığı bakımından büyük önem arz etmektedir. Bunun gerçekleştirilebilmesi için de biyoteknolojik ve nanoteknolojik çalışmaların artırılması gerekmektedir.

Bitki bünyesinde bulunan selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi bileşenler özellikle saman gibi bazı ikincil bitki formlarında daha yüksek düzeyde bulunmaktadır. Bu tür bileşenler rumenin normal florasında ya cüzi miktarda parçalanabilmekte ya da hiç parçalanamamaktadırlar. Bugüne kadar samanın yararlılığını artırmaya yönelik bazı fiziksel ve kimyasal muameleleri konu alan araştırmalar yapılmıştır (Turgut, 2008; Kalkan, 2008; Brand *et al.* 1991). Hatta mikroorganizmaların kullanıldığı çalışmalarda yürütülmüştür. Ancak bu konuda belirli miktarda bir ilerleme sağlanmış, farklı yöntemler ve farklı mikroorganizmalar kullanılarak, yapılması gereken araştırmaların genişletilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Özellikle son zamanlarda enzim ya da bazı mikroorganizmalar bu alanda ele alınmaya başlanmıştır. Bu unsurlar vasıtasıyla samanın kompleks yapısı parçalanıp yem değeri artırılma yoluna gidilmiştir. Ülkemizde önemli bir potansiyele sahip olan buğday samanı da bu metoda göre değerlendirilebilme özelliğine sahiptir. 50-55 milyon ton gibi oldukça yüksek bir potansiyele sahip olan bu yem maddesinin parçalanabilirlik ve sindirilebilirliğinin artırılmasında, doğal ortamından izole edilip çoğaltılan *Phanerochaete chrysosporium*, *Pleurotus eryngii* fungusların etkisinin olacağı düşünülmektedir.

Bu araştırmada, beyaz çürükçül fungus türlerinden *Phanerochaete chrysosporium* ve *Pleurotus eryngii* funguslarının buğday samanı lignoselülozik yapısının parçalanabilirliğini etkileyip etkilemeyeceği hipotezine dayalı olarak, buğday samanının sindirilebilirliğinin artırılması bu bağlamda farklı biçimlerde hazırlanmış yem karışım gruplarının kuru madde ve protein parçalanabilirlik düzeylerinin belirlenmesi, kaliteli

kaba yem açığının belirli düzeyde azaltılması ve böylece kaynak israfının önlenmesi gibi hususların gerçekleştirilmesini sağlamak amaçlanmıştır.

1.1. Genel Bilgiler

1.1.1. Beslenmede önemli olan karbonhidratlar

Karbonhidratlar; polihidroksi aldehit ve ketonlar ya da hidrolizlerinde bu bileşenleri açığa çıkaran bileşiklerdir (Aksoy vd 1981; Aksoy vd 2000). Besleme bakımından karbonhidratlar;

- **Monosakkaritler ya da basit şekerler,**

- Pentozlar ($C_5H_{10}O_5$)

Arabinoz

Ksiloz

Riboz

- Heksozlar ($C_6H_{12}O_6$)

Glikoz

Fruktoz

Galaktoz

Mannoz

- **Disakkaritler,**

- Sakkaroz

- Laktoz

- Maltoz

- Sellobiyoz

- **Trisakkaritler**

- Raffinoz

- **Polisakkaritler**

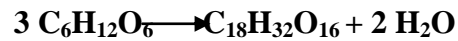
- Homopolisakkaritler

- Heteropolisakkaritlerin şeklinde sınıflandırılabilir.

Monosakkaritler: Monosakkaritlerden sadece bir kaçı tabiatta serbest olarak bulunur. İçerdikleri aldehit ve ketonlara göre aldozlar ve ketozlar olmak üzere ikiye ayrılırlar. Aynı zamanda monosakkaritler ihtiva ettikleri karbon sayılarına göre de trioza, tetraza, pentoz, heksoz gibi alt sınıflara ayrılırlar. Hepsi suda erir (Aksoy vd 1981; Aksoy vd 2000).

Disakkaritler: İki molekül monosakkaritin birleşmesinden meydana gelmişlerdir. Genel formülleri $C_{12}H_{22}O_{11}$ olup, iki molekül monosakkaritten bir mol suyun çıktığını göstermektedir. Sınırlı miktarda olmak üzere suda erirler (Aksoy vd 1981; Aksoy vd 2000).

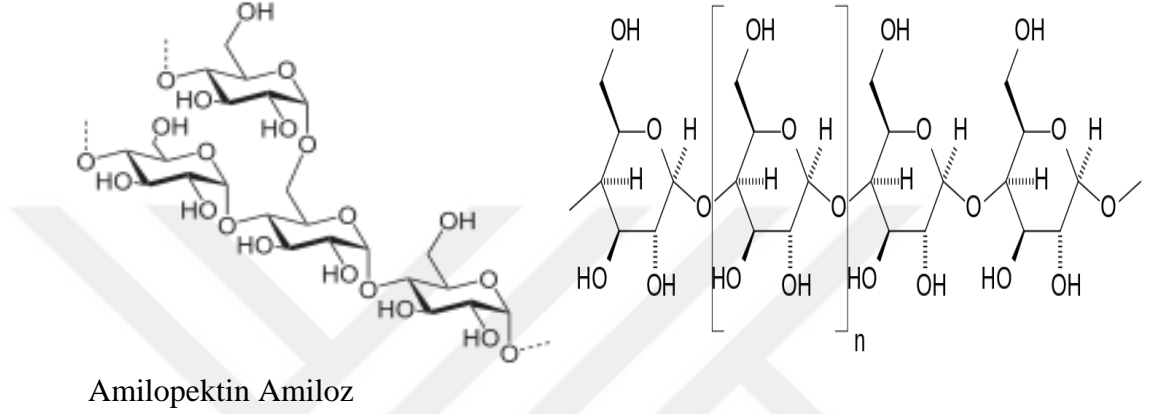
Trisakkaritler: Üç molekül heksoz şekerinden yapılmışlardır.



Polisakkaritler: Glikozidik bağlarla monosakkaritlerin birbirlerine bağlanmalarından oluşan polimerlerdir. Yüksek molekül ağırlığına sahip bileşikler olup, çoğu suda erimez. Asit veya enzimlerle hidrolizlerinde, önce çeşitli intermediyer ürünlere ve daha sonra kendilerini teşkil eden monosakkaritlere parçalanırlar. Bitkisel orjinli yemlerde en önemli besin maddesidirler (Aksoy vd 1981; Aksoy vd 2000).

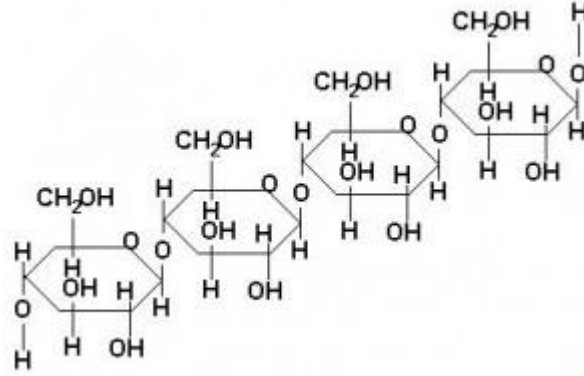
a) **Nişasta:** Bitkilerinin çoğunun yedek materyali nişastadan ibarettir. Dane ve tohumların %70'ini nişasta oluşturur. Nişastaların çoğu "amiloz ve amilopektin" adlı iki

tip polimerin karışımından ibarettir. Amiloz, α -1,4 bağı ile 200-300 glukoz ünitesinin düz bir zincir halinde bağlanmasından meydana gelir. Amilopektin ise düz zincire ek olarak her 24-30 glukoz ünitesinden sonra bu ana dala α -1,6 bağı ile bağlanmış yan glukoz zincirlerinden oluşur (Aksoy vd 1981; Aksoy vd 2000).



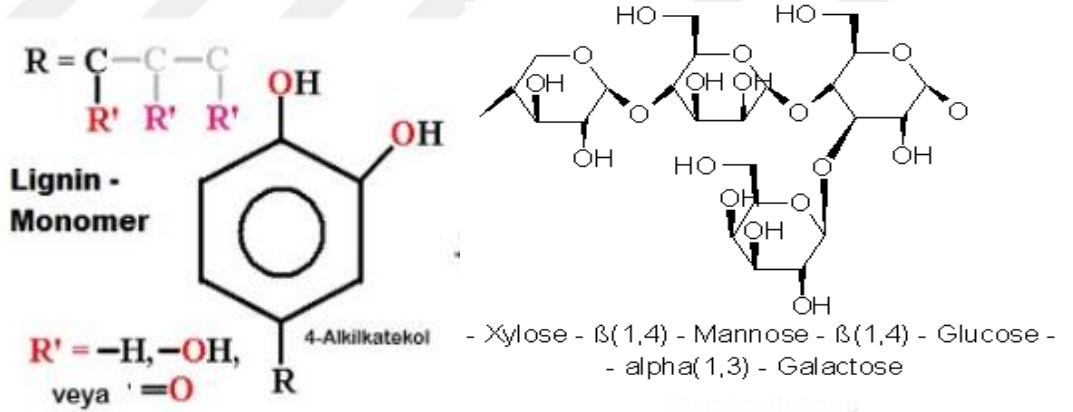
Şekil 1.1. Nişastanın polimerleri

b) Selüloz: Dünyada en bol bulunan karbonhidrat selülozdur (Ribeiro, 1994). Hücre duvarlarının ana yapı unsuru olup yeşil bitkilerin kuru maddelerinin %20-40'ını selüloz oluşturmaktadır. Kimyasal olarak selüloz β -1,4 bağı ile bağlanmış D-glukoz ünitesinin linear bir polimeridir. Selüloz bitkisel dokularda kuvvetli hidrojen bağlarıyla birlikte tutulan selüloz zincirlerinden ibaret olan, kristal mikrofibrillerden oluşan lifler şeklindedir. Gelişmiş bitkilerin sertlik ve dayanıklılığını böyle bir yapı sağlamaktadır. Glukoz moleküllerinin beta bağlantısı selülozu çözünmez ve sindirim enzimleriyle parçalanmasını zor duruma sokar (Aksoy vd 1981; Aksoy vd 2000).



Şekil 1.2. Selülozun kimyasal yapısı

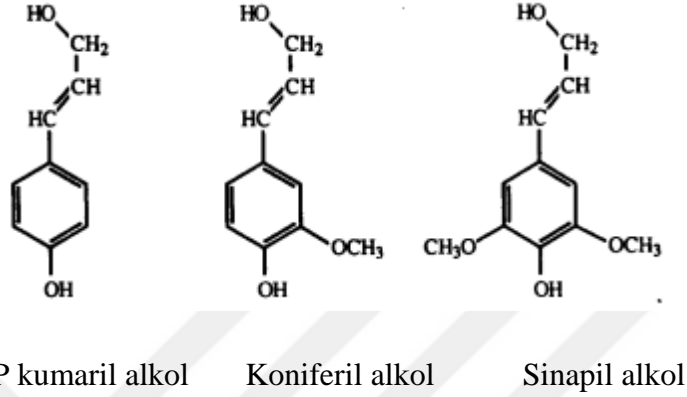
Hemiselüloz: Ksiloz, arabinoz, glukoz, galaktoz, üronik asit gibi bileşiklerin kalıntılarını ihtiva eden düz ve dallı polisakkaritlerin bir karışımıdır. Kimyasal parçalanmaya selülozdan daha dayanıklıdır. Hemiselülozlar zayıf asitlerle hidrolize olabilirken, selülozlar için yoğun asit gereklidir (Aksoy vd 1981; Aksoy vd 2000).



Şekil 1.3. Hemiselülozun kimyasal yapısı

Lignin: Lignin, selülozdan sonra en bol bulunan heterojen doğal biyopolimerdir ve p kumaril alkol, koniferil alkol, sinapil alkol adında üç ana fenilpropanoid ünitesinden oluşur (Boerjan *et al.* 2000; Grabber 2005). Bu monomer alkollerin oranı, bitki hücre duvarının sindirilebilirliğini etkiler ve farklı orijinli ligninde değişir (Grabber 2005). Lignin; dayanıklılık sağlama, patojenlere karşı koruma, su iletimini artırma ve hidrolik enzimler tarafından yapısal polisakkaritlerin parçalanmasını önleme bakımından önemli

bir rol oynar. Lignin sadece aerobik şartlarda parçalanabilir ve rumende anaerobik koşullarda parçalanmaz (Abdi ve Kılıç, 2016; Van Kuijk *et al.* 2015).



Şekil 1.4. Ligninin kimyasal yapısı

1.1.2. Lignoselülozlu materyaller ve fungusların etkisi

Tarımsal atıklar Türkiye’de, kimi yerlerde yakılıp, kimi yerlerde de tarlada bırakılma gibi, farklı yörelerde farklı biçimlerde muamelelere maruz bırakılmaktadırlar. Özellikle hayvancılık işletmelerinde yaygın olarak kullanılan bu ürünler yüksek miktarlara sahiptirler. Bol miktarda oluşan tarımsal atıklardan biride samanlardır. Samanlar vejetasyon dönemini tamamlamış bitkilerin yaprak ve sap kısımlarının kıyılması ile elde edilen ikincil ürünlerdir. Çok düşük düzeyde protein ve kolay çözünmeyen karbonhidrat miktarına sahip olan bu ürünlerin sindirimleri de zordur (Demeyer *et al.* 1988; Turgut 2008). Ayrıca bu tür yan ürünler diğer yemlerin sindirimini de olumsuz biçimde etkileyebilmektedirler (Turgut 2008). Ancak, besin madde içeriği bakımından ekonomik değerleri çok az olmasına rağmen, ekseriyetle hayvan beslemede yem olarak kullanılmaktadırlar.

Buğday samanı, ülkemizde olduğu gibi, dünyada da yıllık olarak en fazla üretilen tarımsal yan ürünlerden biridir (Tuyen *et al.* 2012). Lignoselülozik bir yapıya sahip olan bu madde, yaklaşık %31 hemiselüloz, %7 lignin, %36 selüloz ve fungal büyüme için gross enerji içermektedir (Batoool *et al.* 2013). Bu bağlamda, hayvan beslemede geleneksel olarak kullanılan kaba yemlerle karşılaştırıldığında, yüksek ADF içeriğinden

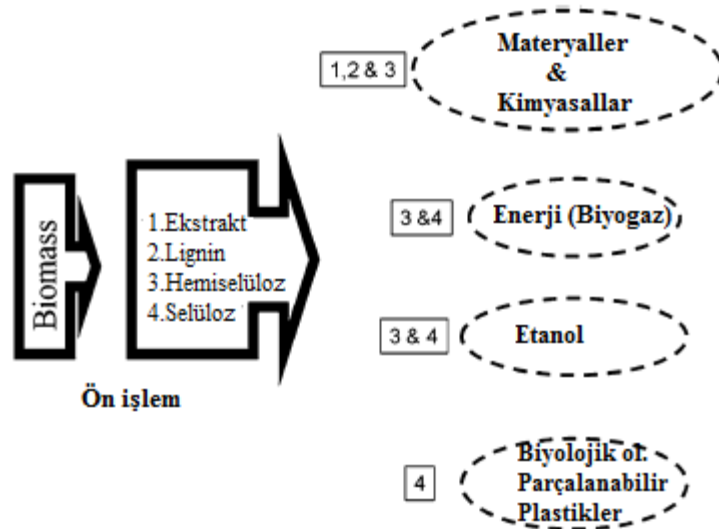
dolayı, kıymet derecesi oldukça düşük durumdadır. Zira ADF'nin temel bileşenini, birçok mikrobiyal ve enzimatik faaliyetlere dayanıklı, sindirimi zor (Arora and Sharma, 2009) lignin oluşturmaktadır. Ancak bazı çözünebilir karbonhidratları ve enzim indüksiyonu üretimi için gerekli olan indükleyici maddeleri içermesi ve bu yüzden ligninolitik enzim üretimi için perspektif substrat olarak da görülmesi (Batool *et al.* 2013) özelliğine sahiptir.

Ruminantlar, çiftlik hayvanları içinde, bitki hücre duvarındaki karbonhidratları sindirebilme özelliğine sahiptirler. Bu yüzden lignoselülozik biyokütle ruminant beslemede önemli bir yer tutmaktadır. Ligninin yanısıra, hemiselüloz ve selüloz içeren lignoselülozik biyokütle; yüksek derecede ligninleşmiş bitki hücre duvarı içeren bitki materyali olarak tanımlanır ve daha az miktarda kül, protein ve pektin içerir. Buğday samanının yüksek lignin içeriği rumen fermentasyon sürecini yavaşlattığı gibi, mikroorganizmalar tarafından selüloz ve hemiselülozun etkin kullanımını da sınırlandırır. Ayrıca lignin varlığı, selüloz ve hemiselülozun enzimatik hidrolizini engeller (Chaturvedi and Verma 2013). Bu yüzden samanların sindirilebilirliği düşüktür ve düşük enerji değerine sahiptirler. Bu tür olumsuzlukları azaltmak ve samanın kalitesini iyileştirmek için, fiziksel, kimyasal ve biyolojik metotlar uygulanmaktadır.

Fiziksel metotlar; öğütme, buharlaştırma ve peletleme gibi işlemlerdir ve samanın sindirilebilirliği üzerine minimum düzeyde etkiye sahiptir (Liu *et al.* 1999). Diğer taraftan uygulanan kimyasal metotlar ise alkali maddelerle (sodyum hidroksit, potasyum hidroksit vb.), başka bir strateji olarak perasetik asit veya hidrojen peroksit gibi oksidatif kimyasallarla ya da asitlerle biyokütleyle uygulanan işlemlerdir. Kimyasal yöntemlerde samanın besleme değerini arttırmak için üre ilaveleri veya doğrudan azotla muameleye tabi tutma, diğer uygulamalara göre nispeten daha ucuz ve daha güvenilir bir yöntem olarak görülmektedir. Fakat bu da parçanabilirlik açısından düşük bir etkiye, daha düşük selüloz kristalleşmesi ve yüksek şeker veriminin oluşmasına yol açabilmektedir. Ayrıca çevresel kirliliğe yol açma gibi riskleri ve pahalı olma gibi olumsuzlukları mevcuttur. Diğer yandan seçicilik karakteri bulunan kimyasallar selüloz

ve hemiselüloz kayıplarına sebep olabilmektedirler (Van Kuijk *et al.* 2015). Bunlar içerisinde biyolojik metotlar çevreye karşı daha makul bir yöntemdir ve çevre dostu bir uygulama olarak bilinmektedir (Bak *et al.* 2009; Singh *et al.* 2011; Tuyen *et al.* 2012; Shrivastava *et al.* 2014). Zira biyolojik ön işlemlerde enerji kullanmadan biyokütlenin ve ligninin yıkımı gerçekleştirilebilmektedir. Bu yüzden pahalı ekipman, kimyasallar ve reaktör kullanımı gerektirmemekte ve böylece düşük enerji ve düşük basınçla gerçekleştirilebilen çevre dostu, güvenilir ve pahalı olmayan bir metot olarak karşımıza çıkmaktadır (Akhtar *et al.* 1992; Singh *et al.* 2011; Tian *et al.* 2012).

Beyaz çürükçül funguslar yardımıyla yapılan biyolojik metotlar ve samanın besin değerinin iyileştirilmesi girişimi ekonomik ve çevresel metotlar olarak görülmektedir (Shrivastava *et al.* 2011; Tian *et al.* 2012; Tuyen *et al.* 2012; Van Kuijk *et al.* 2015). Bu yöntem ligninin parçalanmasıyla, ormanların ve tarımsal atıkların hayvan yemine dönüştürülmesi gibi önemli besleme etkinliklerinin yanı sıra, kanalizasyonların arıtılması, kağıt işleme, tıbbi ve yenilebilir mantarların korunması gibi biyolojik dönüşüm süreçlerinde, etkin olan olayların gerçekleşmesinde de önemli görevler almaktadır (Tian *et al.* 2012).



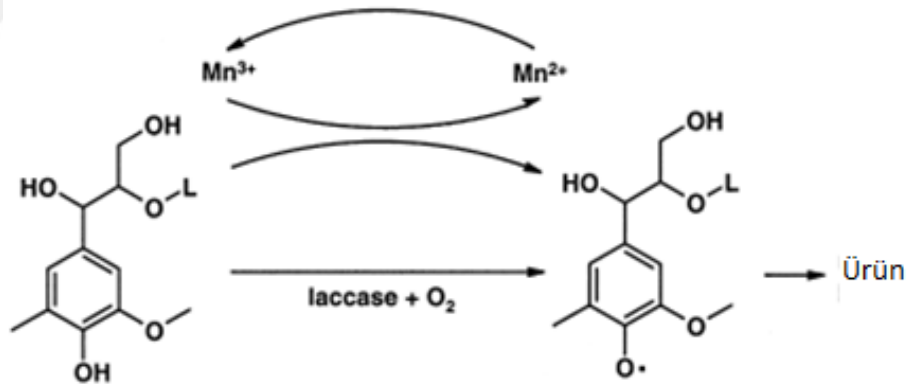
Şekil 1.5. Bitki biyokütlesinin çeşitli bileşenlere dönüşümü (Chaturvedi and Verme 2013)

Biyolojik ön işlemlerde, uygulama basamağı, selüloz ve hemiselülozun basit şekere dönüşmesinden önce ligninin depolimerizasyonu için gereklidir (Balan *et al.* 2009). Ancak biyolojik ön işlemlerde ligninin delignifikasyonu için zaman gereklidir ve bu zamanın süresi henüz tam olarak bilinmemektedir (Chaturvedi and Verma 2013). Ayrıca fungal işlemlerde kuru madde kaybı; fungusların karbonhidratları tüketmesinden dolayı gerçekleşmektedir. Düşük kalitedeki materyallerde biyolojik işlemlerde ana problem; selüloz ve hemiselülozu fazla kullanmadan lignini parçalayacak uygun mikroorganizmayı bulmaktır (Ribeiro 1994).

Funguslar tarafından lignifikasyonun ve parçalanabilirliğin artması büyük çoğunlukla substrata, fungal zincire ve fermentasyon koşullarına bağlıdır. Samanın besleyici değerinin en yüksek olması için, fungal zincirle, buğday samanı arasındaki özel kombinasyonları tanımlamak gereklidir (Tuyen *et al.* 2012). Çiftliklerde fungal işlemlerin uygulanmasında, çevresel koşullardan dolayı sıcaklık değişmesi problem olabilirken, zaman sorunu daha az olabilir (Wan and Li 2010). Ligninin parçalanması, ikincil metabolizma sırasında ve tipik olarak besin maddesi ve azot eksikliği koşulları altında üretilen hücre dışı ligninolitik enzimlerin etkisiyle meydana gelir. Ligninolitik enzimler, ligninle benzer yapısal özelliğe sahip olan çok çeşitli dirençli organik kirletici ve ksenobiyotikleri minimize etmeye imkan sağlayan çok küçük substrat özgüllüğüne sahiptirler (Valmesada *et al.* 1990; Batool *et al.* 2013). Lignoselülozik materyalin hücre duvarı bileşenlerinin fungal ayrışması enzimatik ve enzimatik olmayan süreçlere dayalıdır. Enzimatik süreçte, fungal enzimler odunsu hücre duvarının içine girer, hücre duvarının kimyasal kompozisyonunu değiştirir ve fungal lifler tarafından kolayca sindirilebilen bileşenleri hücre duvarı polimerlerine yıkarlar.

Funguslar lignoselülozik materyali degrade edebilme yetenekleri bakımından üç kategoride sınıflandırılmaktadırlar: beyaz-çürükçül funguslar, kahverengi-çürükçül funguslar ve yumuşak-çürükçül funguslardır. Beyaz çürükçül funguslar, basidiomycetes fungus sınıfına ait ökaryotik mikroorganizmalardır. Çeşitli mikroorganizmalar arasında, seçici ligninolitik beyaz çürükçül funguslar potansiyel olarak yararlı organizmalardır (Jalc *et al.* 1998; Arora and Gill 2005; Sharma and Arora 2010). Bu funguslar hücre

duvarı bileşenlerinin degradasyonu için tüm enzim sistemlerine sahiptirler. Farklı enzim dizilimleri bir tür içinde farklı çürüme çeşitlerine yol açabilirler (Ejечи *et al.* 1996; Kersten and Cullen 2007). Beyaz çürükçül funguslar ligninolitik enzim sistemlerinin esasına göre 3 gruba ayrılabilir; 1) LiP- MnP ve lakkaz üreten, 2) MnP ve lakkaz-üreten, 3) LiP ve lakkaz-üreten fungus (Arora *et al.* 2002; Batool *et al.* 2013). Lignin peroksidaz (LiPs); H₂O₂'e bağımlı, ligninle ilişkili aromatik yapıların bir çeşidinin bir elektron oksidasyonunu kataliz eden hücre dışı glikolize edilmiş hem proteindir. H₂O₂'e bağımlı fenollerin, aromatik aminlerin, aromatik eterlerin polisilik aromatik hidrokarbonların oksidasyonunu ve nonfenolik lignin bileşenlerinin bir çeşidinin depolimerazyonunu da güçlü bir şekilde kataliz eder. LiP molekülünün kristal yapısı hem grubunun proteinin içine gömüldüğünü gösterir ve kanallar yoluyla dış çevreyle bağlantı kurar. Kanalin boyutu, hem gruba ulaşmada büyük polimer lignini tolere edecek kadar büyük olmamasına rağmen, substratın küçük molekülleri uygun bağlayıcı bir alan bulabilir (Van Kuijk *et al.* 2015).

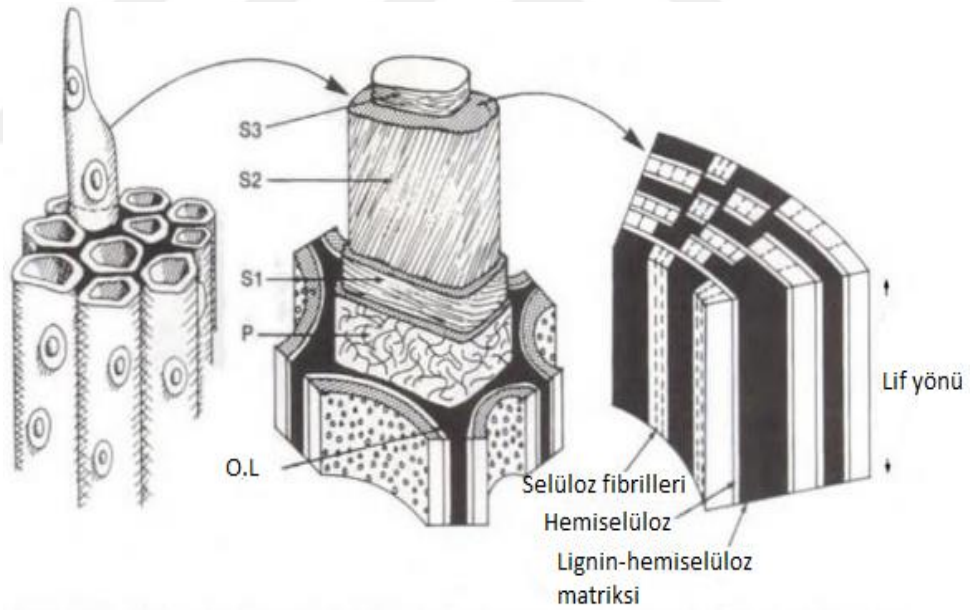


Lignin Fenoksi radikal

Şekil 1.6. Lakkaz ve Manganez peroksidin basit reaksiyonu (Kirk and Cullen 1998)

Beyaz çürükçül funguslar tarafından çürümüş odunsu bitkinin görünüşü ligninin uzaklaştırılmasından dolayı kısmen ağarmış gibidir (Karim *et al.* 2016) ve odunda selülozik beyaz renkli bir kalıntının oluşmasına neden olurlar (Yıldırım ve Yıldız, 2010). Bu funguslar seçici lignin parçalayıcıydırlar. Bunlar; selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi odunsu hücre duvarının tüm yapısal bileşenlerini ayrıştırabilen mikroplardır

(Kersten and Cullen 2007; Shrivastava *et al.* 2014). Ayrıca polisakaritlerin uzaklaşmasıyla birlikte bir enerji ve karbon kaynağı olarak lignin ve haloselüloz gibi bileşenlerin parçalanmasında özel kompleks enzimatik sistemlere sahip olan tek mikroorganizmalardır. Bu funguslar farklı yeteneğe sahiptirler ve lignini degrade etme modu, ya aynı anda ya da seçici olarak gerçekleşir (Sharma and Arora 2010; Shrivastava *et al.* 2014). Lignoselülozik biyokütleyle kolonize olurlar, lignini radikal ve diğer küçük bileşenlere yıkmak için kolonizasyon boyunca enzim üretirler ve bu yüzden total kütle yıkımı meydana gelebilir (Batool *et al.* 2013). Bu fungusların sahip olduğu mekanizmalarla lignini nasıl parçaladıkları tam olarak anlaşılamamıştır. Fakat fungal zincir, lignoselülozun orijini ve kültür koşulları süreç üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Ligninin biyolojik olarak uzaklaştırılması samanın daha besleyici ve sindirimini daha kolay olmasını sağlamaktadır (Bisaria *et al.* 1997; Van Kujik *et al.* 2015).



Şekil 1.7. Beyaz çürükçül fungusları tarafından ligninin degradasyonu (S1-S3: İkincil hücre duvarı katmanları, P: Birincil duvar, O.L: Orta lamel (Kirk and Cullen 1998)

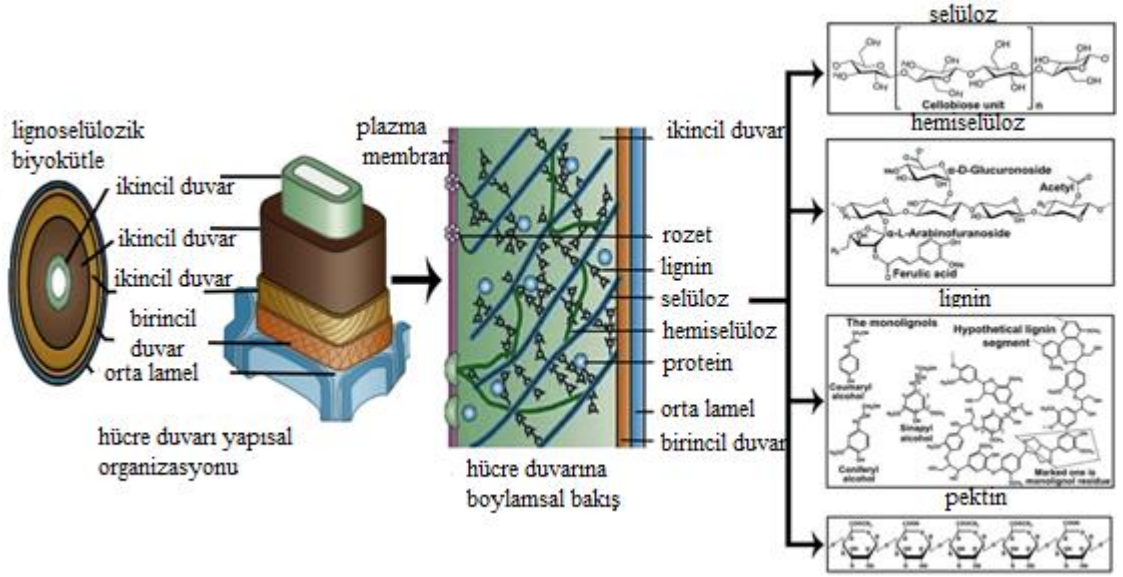
En yoğun çalışılan beyaz çürükçül fungus *Phanerochaete chrysosporium*'dur ve diğer dizinlenmiş mantarlardan filogenetik olarak farklıdır (Martinez *et al.* 2004). Diğer funguslardan daha hızlı lignini ve organik kirleticileri seçici olarak parçalar (Reddy and Souza 1994). Ayrıca lignin depolimerizasyon sisteminin önemli bileşenleri LiP (lignin

peroksidazın çoklu izomerleri) ve MnP (manganez peroksidaz) ve esterazları (ESTRs) içerir (Martinez *et al.* 2004; Bak *et al.* 2009).

Lignoselülozu parçalamada yüzlerce fungus geni tanımlanmıştır (Kersten and Cullen 2007). Yapılan birçok çalışmaya göre, beyaz çürükçül fungus *Phanerochaete chrysosporium* oldukça etkili bir lignin parçalayıcısıdır (Tien and Kirk 1983; Jeffries 1994). Fakat aynı zamanda hayvan yemi için pratik kullanımını sınırlayan organik maddenin büyük bir miktarını da parçalayabilmektedir (Jung *et al.* 1992). *Phanerochaete chrysosporium* genomu odunu birlikte çürüten oksidaz, peroksidaz ve hidrolitik enzimlerinin salgılanmasını kodlayan genlerin etkili bir dizilimini ortaya çıkarabildiği ve genom dizilimi Basidiomycetes'in moleküler genetiğinde önemli bir ilerleme sunduğu ve böylece lignoselülozun parçalanabilirliği üzerine yeni bir araştırma sahası oluşturduğu bildirilmiştir. (Kersten and Cullen 2007). Ancak küresel karbon döngüsü içinde çok önemli bir süreç olan lignoselülozun sindirilebilirliğini anlamamız genomların analizi ile artacaktır.

Lignoselülozik yapının parçalanmasında diğer önemli bir fungus da *Pleurotus eryngii*'dir. *Pleurotus sp.* türüne ait tetrapolar basidiomist olan *Pleurotus eryngii* yaygın bir alana dağılmıştır. Yenilebilir bir fungusdur (Mariga *et al.* 2014). *Pleurotus eryngii* fungusu beyaz çürükçül funguslarının içerdiği aril alkol oksidaz (AAO), manganez peroksidazdan (MnP) oluşan potansiyel ekstraselüler enzim sistemlerine sahiptir (Akpınar and Urek 2014).

Ligninin ve diğer bileşenlerin parçalanması bitki türleri ve funguslar için spesifiktir. Bitki bileşenleri; iklim, toprak kalitesi, sıcaklık, mevsime vb. göre değişebilmektedir (Tuor *et al.* 1995; Arora and Sharma 2009). Yumuşak çürükçül funguslar, aynı anda selüloz ve hemiselülozu parçalayabilirler (Jalc 2002). Yumuşak-çürümeye neden olan funguslar yüksek nem içeren oduna saldırırlar. Bu yüzden hemiselüloz ve selüloz gibi önemli bileşenlerin kaybı daha az olacak şekilde lignini parçalayabilen organizmaların araştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır (Arora and Sharma 2009).



Şekil 1.8. Lignoselülozik atıkların kimyasal kompozisyonu ve şematik yapısı (Manavalan *et al.* 2011)

1.1.3. Katı hal fermantasyonu

Funguslarla biyolojik ön işlemler çoğunlukla katı hal fermantasyonu olarak gerçekleştirilir (Reid 1989). Katı hal fermantasyonu çevre dostu, daha küçük, daha basit ve daha ucuz fermentasyon gerektirmesi, daha az atık üretimi ve substratın daha iyi havalanması gibi avantajlara sahiptir. Katı hal fermantasyonu lignin parçalanmasında fungus için doğal bir ortamdır ve düşük nem içeriğinden dolayı, bakteri kontaminasyonu minimum düzeyde olmaktadır (Reid 1989; Li *et al.* 2006; Sharma and Arora 2010; Akpınar and Urek 2014). Sterilizasyon, inokulum, havalandırma derecesi, partikül büyüklüğü, nem içeriği, pH, sıcaklık ve zaman gibi kültür şartlarından etkilenmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Arora and Sharma (2009), yaptıkları bir çalışmada dört farklı fungus türü içerisinde lignini en iyi sindiren organizmanın *P. Brevispora* olduğunu bildirmiştir. Araştırmacılar bunun nedenini lakkaz üretiminin iyi olmasına ve böylelikle daha iyi bir ligninolitik aktiviteye sahip olmasına bağlamışlardır.

Karim *et al.* (2016), beyaz çürükçül fungusu olan *Pleurotus ostreatus* ile ilgili yaptıkları bir çalışmada bu fungusun lignin ve selülozu benzer oranda çürüttüğünü tespit etmişlerdir.

Adamovic *et al.* (1998)'nin *Pleurotus ostreatus* fungusunu buğday samanına inoküle ederek biodegradasyonunu tespit etmeye yönelik yaptıkları çalışmada, NDF içeriğinin 824 den 485 g kg⁻¹ e, ADF'nin 561 den 412 g kg⁻¹ ye düştüğünü bildirmişlerdir.

Singh *et al.* (2011), *Phanerochaete chrysosporium*'un buğday samanının biyodegradasyonuna olan etkisini araştırdıkları çalışmalarında, üç haftalık bir inkübasyondan sonra, ligninin yaklaşık olarak %30 düzeyinde azaldığını bildirmişlerdir.

Arora *et al.* (2002), buğday samanının seçici lignolisisinde lignin peroksidaz, manganez peroksidaz ve lakkazın etkisini inceledikleri bir çalışmada 6 farklı beyaz çürükçül fungusu (*T. versicolor*, *D. flavida*, *D. squalens*, *P. chrysosporium*, *P. fascicularia*, *P. floridensis*, *P. radiata*) kullanmışlardır. Araştırmanın sonuçlarına göre; toplam organik maddede funguslar arasında, %17.2 ile %52.5 arasında bir kayıp gerçekleşmiştir. Yine bu çalışmada funguslar arasında buğday samanında lignin içeriği bakımından meydana gelen kayıp sırasıyla; *T. versicolor*; %12.3, *D. flavida*; %18.8, *D. squalens*; %16.4, *P. chrysosporium*; %17.2 *P. fascicularia*; %25.2, *P. floridensis*; %22.8, *P. radiata*; %18.5 olarak tespit edilmiştir.

Tuyen *et al.* (2012), on bir farklı fungusla yaptıkları çalışmada; bazı fungusların lignini %63'e kadar parçaladıklarını rapor etmişlerdir. Fakat, delignifikasyonun yüksek derecede hemiselülozun parçalanmasıyla ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Van Kuijk *et al.* (2015), *Ceriporiopsis subvermispota* ve *Pleurotus eryngii* funguslarının ruminant beslemesi için biyokütlenin besleme değerini geliştirmede etkili funguslar olduğunu bildirdikleri çalışmalarında, 41 türden 5'inin (*Ceriporiopsis subvermispota*, *Pleurotus eryngii*, *Lentinula edodes*, *Hericium clathroides*, *Pleurotus ostreatus*) buğday samanından lignini uzaklaştırma da en iyi türler olduğunu ifade etmişlerdir.

Valmaseda *et al.* (1990), yaptıkları bir çalışmada buğday samanını *Pleurotus eryngii* fungusuyla 2 ay süre boyunca inkübasyona bırakmışlar ve buğday samanında %80 ağırlık kaybı olduğunu bildirmişlerdir.

Muğlalı (1993), samana 9 farklı beyaz çürükçül fungusları inoküle ederek; 20, 40, 60 günlük inkübasyonu sonucu ham protein miktarının, %3.24'den, %7.18'e kadar yükseldiğini tespit etmişlerdir. Dokuz farklı fungus türü içerisinde, ham protein miktarında en fazla artışın, *Phanerochaete chrysosporium* ve *Pleurotus eryngii* funguslarında olduğunu bildirmişlerdir. Yine bu çalışmada, *in-situ* naylon torba tekniği kullanarak 48. saatteki kuru madde yıkılabilirlik değerleri, 20 gün inkübasyona bırakılmış *Pleurotus eryngii* fungusunda %37.60, *Phanerochaete chrysosporium* fungusunda %36.94, 40 günlük inkübasyon sonrası *Pleurotus eryngii* fungusunda %43.15, *Phanerochaete chrysosporium* fungusunda % 32.69, 60 günlük inkübasyon sonrası *Pleurotus eryngii* fungusunda %53.20 ve *Phanerochaete chrysosporium* fungusunda %47.14 olarak saptamışlardır.

Zadrazil (1977), beyaz çürükçül fungusların yaklaşık 200 suşuyla buğday samanını muamele ettiği çalışmasında, fermentasyon süresi ve sıcaklığa bağlı olarak sindirilebilirliğin %15-32 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Parveen *et al.* (1983), *Phanerochaete chrysosporium* fungusunun buğday samanının katı durum fermentasyonu için sıcaklığının 35°C olduğunu raporetmişlerdir.

Reade and McQueen (1983), kavak talaşını 5 ayrı beyaz çürükçül mantarla inkübe etmiş ve lignin oranının yaklaşık %25 oranında azaldığını, ham protein miktarının ise %3.23'den %6.17'ye yükseldiğini saptamışlardır.

Jalc *et al.* (1997), buğday samanının rumen parçalanabilirliği ve kimyasal kompozisyonu üzerine 6 farklı beyaz çürükçül fungusu ile 30 günlük inkübasyondan sonra, fungal uygulamanın hücre duvarı bileşenlerini (NDF, ADF, hemiselüloz, lignin) önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir. Bu çalışmada özellikle *D. quercina* ve *H. clathroides* funguslarının önemli düzeyde etki ettiğini, beyaz çürükçül fungusu olan *D. Quercina*'nın 30 günlük inkübasyondan sonra kuru madde kaybını %43 azalttığını rapor etmişlerdir.

Kahlon and Maninder (1985), yaptıkları bir çalışmada patates kabuklarının *Pleurotostreatus* ile inkübasyonu sonucunda, ham protein miktarının %11.2'den, %21'e yükseldiğini tespit etmişlerdir.

Muller and Rosh (1986), pamuk samanında yaptıkları bir çalışmada *Pleurotus florida* adlı mantar türünün lignin oranını %33 oranında azalttığını, kuru madde sindirilebilirliğini ise %12 oranında arttırdığını bildirmişlerdir.

Singh *et al.* (1989), bir çok bitki protein içeriği ve amino asit dengesinin funguslarla zenginleştirilebileceğini saptamışlardır.

Reid (1989), laboratuvarında katı durum fermentasyon sisteminde ligninolitik mikroorganizmalarla lignifiye materyallerin muamelesi bazı fibrözlü ürün artıklarınınbiyomass proteinlerini artırarak ve yapısal karbonhidratlardan gelen enerji temininde fenolik fraksiyonları parçalayarak besin değerini iyileştirdiğini, beyaz

çürükçül fungusların tahıl samanları, kavuz ve çer-çöp gibi lignifiye yan ürünlerinin besin değerini artırdığını rapor etmiştir.

Gold and Alic (1993), rekombinant teknolojisi *Phanerochaete chrysosporium* fungusunun ligninolitik sistemine yaygın biçimde uygulandığını ve major enzimlerle (lakkaz, lignin peroksidaz ve lignin bağlantılı manganez) ilgili gen familyalarının klonlandığını bildirmişlerdir.

Bayram (1997), mikrobiyal parçalanmaya bırakılan 7 ayrı tarımsal artığın hayvan yemi olarak değerinin artırılması yönünde çalışmıştır. Bu amaçla test organizması olarak basidiomiset sınıfına ait *Pleurotus sajorcaju* ve *Phanerochaete chrysosporium* ME446'yı kullanmıştır. Fermentasyonun 60. günü itibariyle, bütün tarımsal artıkların kuru madde, ham selüloz, NDF ve lignin içeriklerinde azalmaların meydana geldiği, ham protein ve sindirilebilirlik değerlerinde ise artış olduğunu saptamıştır. Araştırmacı, bu değerlerin kullanılan test organizması ve tarımsal atık türüne göre farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Ayrıca, 48 saat süreyle yapılan *in-situ* kuru madde sindirilebilirlik denemelerinin sonucunda, sindirilme derecelerinde %66.50'ye kadar artışlar olduğunu tespit etmişlerdir.

Kutlu *et al.* (2000), buğday samanının sindirilebilirliğini ve besin madde içeriğini test etmek için yaptıkları bir çalışmada, fungus muamelesinin buğday samanının ham selüloz içeriğini %16 azaltırken, sindirilebilirliği, HP, HY, NÖM içeriğini ise sırasıyla; %22, %60, %20 ve %5 artırdığını saptamışlardır.

Şahin ve Arslan (2007), beyaz çürükçül mantarlarda bulunan enzimlerin lignininfenilpropan ünitelerindeki bağları kopardığını ve bazı ünitelerin oksitlenmesini sağladığını bildirmişlerdir.

Madhavi *et al.* (2009), beyaz çürükçül fungusların lignin ve hemiselüloz bileşenlerinin yıkılmasında özel kompleks bir enzimatik mekanizmaya sahip olduklarını tespit etmişlerdir.

Hayvan besini olarak kullanılan pirinç samanının kalitesini artırmak için katı hal fermentasyonunun kullanımını geliştirilmesi amaçlanan bir çalışmada (Jahromi *et al.* 2010), azot kaynağı içeren ve içermeyen pirinç samanları *Aspergillusniger* (K8) ile fermente edilmiştir. Pirinç samanının fermentasyondan önceki ve fermentasyondan 10 gün sonraki selüloz, hemiselüloz, organik madde, kuru madde, ADF, NDF ve ADL içeriklerini belirlenmiş, fermentasyonun NDF içeriği üzerinde etkili fakat ADF ve ADL içerikleri üzerinde etkisiz olduğu gözlemlenmiştir. Azot kaynağı olarak üre ilavesinin fermente pirinç samanının NDF ve hemiselüloz içeriğini önemli ölçüde düşürdüğü belirtilen araştırmada, fermentasyondan sonra pirinç samanının selüloz içeriğinin değişmediğini, ham protein miktarının ise önemli ölçüde arttığı vurgulanmıştır.

Cömert *et al.* (2015) yaptıkları bir çalışmada buğday samanının KM, OM, HP, HY, içeriklerini sırasıyla; %90.72, 82.95, 4.53 ve %1.58 olarak bulmuşlardır. Yine bu çalışmada *in-situ* kuru madde parçalanabilirlik parametrelerini sırasıyla a; 24.67, b; 35.72 ve c;0.03 olarak tespit etmişlerdir.

Arora and Sharma (2009) dört farklı beyaz çürükçül fungusu kullanarak, buğday samanının sindirilebilirliğinin artırılmasına yönelik çalışmalarında kuzey batı bölgesinden hasat edilen buğday samanının; selüloz, lignin, hemiselüloz içeriklerini sırasıyla; %37, 20,5 ve 33 olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada dört farklı fungus (*P. brevispora*, *P. fascicularia*, *P. Floridensis* ve *P. radiata*) için lignin kaybı sırasıyla; 30.6, 23.1, 27.5 ve 27.9 g, hemiselüloz kaybı sırasıyla; 29.1, 29.4, 17.1 ve 19.2 g olarak bulunmuştur. Yine bu çalışmada maksimum total organik madde kaybı *P. Fascicularia* fungusunda (167 g/kg) rapor edilmiştir.

Lignin ruminantlar tarafından sindirilemeyen ve birçok mikrobiyal enzimatik sisteme dayanlı (Arora and Sharma, 2009) bir maddedir. Selülozdan sonra en bol bulunan doğal heterojen biyopolimer olup üç ana fenilpropanoid ünitesinden oluşur (Grabber 2005). Lignin yapısal karbonhidratların sindirimini sınırlar. Birincil ve ikincil hücre duvarı damarlarının ve sert dokunun ilerleyen lignifikasyonu ve birikiminden dolayı özellikle bitki saplarında ve yapraklarda hücre duvarının enzimatik sindirimi azalır.

Sindirilebilirliğin azalması kısmen hücre duvarının lignin içeriğinin artmasıyla ilişkilidir. Ancak ligninin 3 boyutlu yapısı, kompozisyonun ve diğer matriks bileşenlerin de sindirilebilirliğini olumsuz yönde etkiler (Grabber 2005).

Tuyen *et al.* (2012), fungal fermentasyonunda buğday samanının besin madde yarayırlılığı ve kimyasal kompozisyonu üzerine fungus hatları ile inkübasyon sürelerinin etkisi üzerine yaptıkları çalışmada *C. subvermispora*, *L. edodes* ve *P. eryngii* funguslarının, bir ruminant yemi olarak buğday samanının besin değerini iyileştirme potansiyeline sahip olduklarını bildirmişler ve bunun nedenini; selülozu büyük ölçüde etkilemeden, vejetatif büyüme dönemi boyunca lignini degrade etme kapasitelerinden dolayı olduğunu, ayrıca bu fungusların lignini seçici olarak parçaladığını fakat selülozu parçalamadıklarını tespit etmişlerdir.

Sharma and Arora (2010), katı hal fermentasyonunda buğday samanına *Phlebia floridensis* inoküle edilerek *in-vitro* sindirilebilirliğinin artırılması ve lignoselüolitik enzimlerin üretilmesi amacıyla yaptıkları çalışmada, buğday samanının 20 günden fazla inkübasyonda parçalanmış lignin miktarının maksimum %29 olduğunu bildirmişlerdir. Yine bu çalışmada, selüloz ve hemiselüloz parçalanabilirliğinin sırasıyla; %14 ve %16 olduğu saptanmıştır.

Yıldırım ve Yıldız (2010), katı substrat fermentasyonu şartlarında, değişik kaynaklardan elde edilen *Pleurotus eryngii*'nin üç farklı suşu ile lignoselüolitik soya sapının biyodönüşümünü 40 gün süre ile incelemişlerdir. Çalışmada, farklı oranlardaki pirinç kepeğinin fermentasyon esnasında lignin yıkımı ve lakkaz aktivitesi, fermentasyon sonunda ise kalan substratın ham protein miktarı belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda; en yüksek lignin yıkım oranının *Pleurotus eryngii* tarafından %24.43 olarak gerçekleştiği tespit edilmiştir. En yüksek ham protein seviyesi ise; *Pleurotus eryngii* ile %13.32 olarak rapor edilmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Mevcut çalışma, Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü ve Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde yürütülmüştür.

3.1. Materyal

3.1.1. Hayvan ve yem materyalleri

Araştırmada, hayvan materyali olarak Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Sığırcılık Şubesinde yetiştirilen, ortalama 400 kg ağırlığında, 20 aylık yaşta, Atatürk Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerek Etik Kurulunun 19.04.2016 tarih ve 2 nolu kararıyla kanül takılmış 4 baş Holstein ırkı erkek hayvan kullanılmıştır. Hayvanların beslenmesinde kullanılan kuru yonca ve buğday samanı Enstitü bünyesinde yetiştirilen ürünlerden, kuru çayır otu yöre çiftçisinden, konsantre yem ise ticari yem fabrikasından satın alınarak temin edilmiştir. Kullanılan yem materyallerinin içeriği **Çizelge 3.1**'de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan yemlerin kimyasal bileşimi

Yemler	Bileşenler					
	Kuru Madde (%)	Ham Protein (%)	Ham Kül (%)	ADF	NDF	Enerji (Kcal/kg)
Konsantre Yem	88.2	16.0	7.1	-	-	2500
Kuru Çayır Otu	88.1	10.7	8.5	39.0	64.3	2100
Kuru Yonca	88.7	19.1	8.5	31.0	40.0	2100
Buğday Samanı	91.6	3.81	7.8	49.4	73.0	1480

3.1.2. Kanüller

Rumen ortamına dayanıklı ve özel maddeden yapılmış (ANKOM CPR3) 4 adet kanül yurt dışından getirilmiştir.

3.1.3. Mikroorganizmalar ve üre temini

Araştırmada kullanılan fungus türlerini Basidiomisit sınıfına ait beyaz çürükçül funguslardan *Phanerochaete chrysosporium* ve *Pleurotus eryngii* oluşturmuştur. Bu funguslar ticari olarak temin edilmiş (*Phanerochaete chrysosporium* NRRL 6370, ARS Kültür Koleksiyonundan (ARS Culture Collection, USDA, USA), *Pleurotus eryngii*, Erkel Gıda Sanayii Ltd. Şti. Menemen-İzmir) ve Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümünce çoğaltılarak kullanılmıştır. Yem karışım gruplarında %1 oranında kullanılan ve amonyumkarbonatın 150-200°C'ye kadar ısıtılma fabrikasyon işlemi sonucu granül formunda elde edilen üre ticari olarak temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Hayvanların hazırlanması

Operasyondan iki gün önce aç bırakılan hayvanlara kanüller, Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Klinik Bilimler Bölümü Cerrahi Anabilim Dalında çalışan uzman bir ekip tarafından takılmıştır. Hayvanlara cerrahi operasyondan sonra, olası komplikasyonları önlemek için antibiyotik uygulaması yapılmış, kanül takılan bölge spreyle (Piyedif) dezenfekte edilmiştir. Bireysel padoklarda beslenen kanüllü hayvanlar NRC, (1985)'nin bildirişleri doğrultusunda yaşama payı ihtiyacı x 1,25 oranında 2400 g hazır besi yemi ve 900 g kuru çayır otu, 900 g kuru yonca ve 200 g buğday samanıyla 55/45 kabayem/kesif yem oranında beslenmişler ve hayvanların önlerinde sürekli temiz su bulundurulmuştur. Takılan kanüllerin atmaması, oluşabilecek rumen sıvı akıntısından dolayı ameliyat alanının enfeksiyon kapmaması ve ayrıca gaz birikiminden dolayı rahatsızlık duymamaları için kanül takma işleminin hemen sonrasında hayvanlara 250

g/gün konsantre yem 350 g/gün kaba yem verilmiştir. Bu miktarlar iki gün aralıklarla tedricen artırılmış ve 15. günde normal düzeye ulaşılmıştır.

3.2.2. Yem karışımlarının hazırlanması

Saman, aşağıda belirlenen kombinasyonlar biçiminde karışım muamelelerine tabi tutulmuştur. Her bir karışım her bir hayvanın rumeninde 2 tekerrürlü olarak test edilmiştir.

I. Saman (kontrol), (S)

II. Saman + kuru madde üzerinden %1 ÜRE, (SÜ),

III. Saman + %1ÜRE+ fungus, *Pleurotus eryngii* (PESÜ),

IV. Saman + %1ÜRE+ fungus, *Phanerochaete chrysosporium* (PCSÜ),

V. Saman + fungus, *Pleurotus eryngii*, (PES),

VI. Saman + fungus, *Phanerochaete chrysosporium*, (PCS),

3.2.3. İnkübasyon süreleri

Kontrol ve muamele grupları, kanül takılı hayvanlara, 15 günlük alıştırma periyodundan sonra, 0, 4, 8, 16, 24, 48, 72 ve 96 saatlik inkübasyon sürelerinde *in situ* naylon torba tekniği ile parçalanabilirliklerin belirlenmesi üzere bütün torbalar aynı anda eş zamanlı olarak rumene yerleştirilmiştir. Hayvanlar deneme başlangıcına kadarki süreçte farklı çeşitlerden oluşan yemlerle değişik oranlarda ki karışımlarla beslenmişlerdir. Parçalanabilirlik üzerine çevresel faktörlerin etkisini en aza indirebilmek ve rumen florasını benzer biçimde tutabilmek için hayvanlar belirli bir süre aynı oranlarda ve aynı çeşit yemlerle beslenmişlerdir. Deneme süresinde her hangi bir metabolik komplikasyonla karşılaşmamak için uygulanan bu periyot 15 gün sürmüştür.

3.2.4. Fungusların samana inokulasyonu

Kurutulan buğday samanı otoklava dayanıklı plastik poşetlere 750 g olacak şekilde tartılmıştır. Biyolojik degradasyon işleminden önce saman bulunan poşetlerde örneklerin %60 nem içeriğine sahip olabilmeleri için distile su eklenmiştir. Üre katılmış saman örneklerinde, üre sulandırılarak verildiği için, %60 nem oranı, ürenin suda çözündürülerek ilave edilmesiyle sağlanmıştır. Daha sonra ağızları kapatılarak tüm saman poşetleri 121°C 1 atm basınçta 15 dk steril edilmiştir. Katı hal fermentasyonuna hazır hale getirilen steril samanlara aşağıda hazırlanışı açıklanan aşılar %10 (ağırlık/hacim) oranında bulaştırılıp, aseptik şartlarda karıştırılarak homojen bulaşma sağlanmıştır. Daha sonra saman örnekleri, inkübatörde, 30°C de, 30 günlük inkübasyona bırakılmışlardır.

3.2.5. Besin madde analizleri

Denemede kullanılan buğday samanının, inkübasyondan sonra kuru madde (KM), ham protein (HP), ham yağ (HY) ve ham kül (HK) analizleri A.O.A.C. (1990)'nin, ADF, ADL ve NDF içerikleri Van Soest *et al.* (1991)'un bildirdiği gibi, organik maddeler (OM) değeri; Organik Madde (%) = Kuru Madde (%) – Ham Kül (%), Hemiselüloz, %=NDF-ADF, Selüloz, %=ADF-ADL, Lignin, %=ADL ampirik formülüyle belirlenmiştir. Yemlerin rumende parçalanabilirliği ise *in situ* naylon torba tekniği ile (Menke *et al.* 1979; Menke and Steingass 1988; Blümmel and Ørskov 1993) bildirişlerine göre tespit edilmiştir.



Şekil 3.1. Rumene Kanül yerleştirme işlemi ve hayvanların kontrollü şartlara alınması

3.2.5.a. Kimyasal analizler

1. Kuru madde tayini (%)

Yapılan bu çalışmada kuru madde tayininde kullanılacak petri kapları 105°C’de 2 saat etüvde tutularak, nemleri uçurulmuştur. Nemi uçurulan petriler desikatöre alınarak oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulmuş, daha sonra daraları alınıp, numuneler tartılarak 105°C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar etüvde bekletilmiştir. Bekletme işlemi bittikten sonra tekrar numuneler tartılarak kuru madde ağırlıkları hesaplanmıştır (AOAC 1990).

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

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

A = Yem Örneği (g)

D = Petri Kaplarının Darası

A₁ = Yem + Dara

A₂ = Kurutulduktan Sonra Yem + Dara

2. Ham kül analizi (%)

Ham kül analizinde, kullanılacak krozelerin nemi etüvde uçurulduktan sonra daraları (D) alınmış ve yem örnekleri tartılıp (A₁) yakma fırınında aşamalı olarak ısıtılarak 550°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. Örnekler açık griden beyaza kadar değişen bir renge ulaşana kadar yakılmıştır. Bu da yemin yapısına göre 3-4 saat bir sürede gerçekleşmiştir. Daha sonra fırın sıcaklığı 100°C'ye kadar düştükten sonra örnekler alınarak, desikatörde soğutulup tartımları yapılmış (A₂) ve ham kül miktarları belirlenmiştir.

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

A = Yem Örneği (g)

D = Krozelerin Darası

A₁ = Yem + Dara

A₂ = Yakmadan sonra yem + dara



Şekil 3.2. Kül analizi için örneklerin hazırlanması



Şekil 3.3. Yakma işleminden sonraki numuneler

3. Ham protein analizi (%)

Yemlerin ham protein analizi yemlerdeki azot (N) miktarının bulunmasına dayalı olan Kjeldahl yöntemi ile yapılmıştır. Bu yöntemde göre yemler önce derişik sülfirik asit ile yaş yakmaya tabi tutulmuş ve yemdeki nitrojenli maddelerin amonyum sülfat halinde birleştirilmesi sağlanmıştır. Bundan sonra yakılmış örnek kuvvetli alkali ile damıtılarak amonyak ayrılmıştır. Akabinde 0.1 N HCl ile titre edilerek amonyak miktarı, yani nitrojen miktarı bulunmuştur. Böylece nitrojen miktarından protein miktarı hesaplanmıştır.

Kjeldahl Yöntemi'ne göre ham proteinin tespiti üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Bunlar:

a. Yaş Yakma: Yaklaşık 1 gr kadar ince öğütülmüş yem örneği tartılarak yakma tüpüne aktarıldıktan sonra üzerine reaksiyonu hızlandırmak için 1 adet katalizör eklenmiştir. Daha sonra 20ml derişik sülfirik asit (H_2SO_4) eklenmiş ve yakma tüpü, yakma setine konularak, köpürme ve yakma tehlikesi geçirmeyecek kadar düşük sıcaklıkta (200-250°C arasında) 15-20 dakika süre ile ön yakmaya tabi tutulmuştur. Bundan sonra sıcaklık 380°C'ye getirilerek esas yakma aşamasına geçilmiştir. Bu aşama yaklaşık 30-45 dakika sürmüş ve başlangıçta siyah olan karışımın rengi bu süre içerisinde önce kahverengiye dönmüş, yanma süresinin sonuna doğru berraklaşmış ve sarı ile parlak yeşil arası bir renk almıştır. Yakma işleminin tamamlanması için aynı sıcaklıkta yaklaşık 20-30 dakika sürdürülmüştür.

Yakma işlemi bittikten sonra tüpler alınarak 15-10 dakika soğumaya bırakılıp, soğuduktan sonra tüp hafifçe eğik tutularak tüpün iç yüzeyinden ince bir tabaka halinde yaklaşık 50 ml saf su konmuştur.

b. Destilasyon: Damıtma sırasında açığa çıkan amonyağı tutmak üzere erlene %4'lük H_2BO_3 çözeltisinden 25 ml konulmuştur. Üzerine 3-4 damla mixendikatör katılarak erlen, destilasyon ünitesine yerleştirilmiş, yakma tüpü damıtma aygıtındaki yerine takılarak üzerine 100 ml %40'luk NaOH çözeltisi eklenmiştir.

Yaklaşık olarak 3-4 dakika süren damıtma işlemi sonunda soğutucunun ucu saf su ile erlen içerisine yıkanmış ve erlen damıtma aygıtından dışarı alınmıştır.

c. Titrasyon: Damıtma sırasında açığa çıkan mavi renkli sıvı, pembe renge dönüşene kadar 0.1 N'lik HCl asit çözeltisi ile titre edilmiş ve harcanan miktar kaydedilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen veriler aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Toplam N} = \frac{1,4007x(\text{tit. har. HCl (ml)})x\text{Faktör} - \text{kör için har. HCl (ml)}x\text{Faktör}}{\text{örnek miktarı, g}}x0,1$$

$$\%HP = \text{Toplam N} x 6,25$$



Şekil 3.4.Yem örneklerinde ham protein analizi

4. Ham yağ analizi (%)

Öğütülmüş yem örneklerinden yaklaşık 3-5 gr alınarak (a) kartuşa konup, ağzı pamukla sıkıca kapatılmıştır. Kartuşlar daha sonra 95°C'ye ayarlı kurutma dolabında en az 2 saat tutulmuştur. Bu arada daha önceden temizlenmiş ve kurutma dolabında 105°C'de kurutulmuş, desikatörde soğutulmuş olan balonların darası alınıp (b) kaydedilmiştir. İçerisinde yem örneği bulunan ve kurutulan kartuş, soxhlet aygıtının özütleme bölgesine ağzı yukarı gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Bu bölmenin altınada darası alınmış balon takılmıştır. Daha sonra özütleme bölgesinde bulunan sifon yapma yerinin üzerine kadar eter konup, eterin sifon yaparak darası alınmış balona inmesi beklenmiştir. Eterin tamamı sifonla balona indikten sonra, özütleme bölgesine yarısı kadar daha eter ilave edilmiştir. İlave edilen eter özütleme sırasında eterin sürekli sürkülasyonunu sağlamıştır. Yeterince eter ilave edilen düzenek soğutucuya takılarak ısıtıcı üzerine yerleştirilmiştir. Üstten soğutucu alttanda ısıtıcı çalıştırılarak özütlemeye başlanmıştır.

Özütleme sona erince aygıtın orta bölgesinde toplanan eter sifon yapmadan bir huni yardımıyla kirli eterin muhafaza edileceği bir şişeye boşaltılıp, bu arada kartuşta huni üzerine düşürülmüştür. Eter ekstraktını içeren balon 105°C'ye ayarlı etüvde 1 saat süreyle kurutulup, desikatöre alınarak tartımları yapılmıştır (c).

$$\text{Ham yağ, \%} = \frac{(c-b) \times 100}{a}$$

a= Örnek miktarı, g

b= Balonun darası, g

c= Balonun son tartısı, g



Şekil 3.5. Ham yağ analizi

5. ADF tayini (%)

Toz haline getirilen samanlar yaklaşık 0,5 g olacak (W2) şekilde tartılıp darası (W1) alınmış ADF torbalarına (ANKOM F57) konularak üzerleri çözücüye dirençli kalemle (ANKOM F08) yazılmış ve torbaların ağızları sıcak preslesıkıca kapatılmıştır. Hazırlanan örnekler cihaz aparatına uygun bir şekilde yerleştirilip, ADF çözeltisi [80 g ADF tozu (ANKOM FAD20C ACID DETERGENT), 1800-1900 ml saf su, 54,8 ml H₂SO₄ ile karıştırılmıştır]eklenerek cihaz;105°C’de, 60 dk boyunca çalkalamalı olarak çalıştırılmıştır. Süre bittikten sonra cihazın içindeki su dikkatli bir şekilde boşaltılarak örneklere tekrardan 1800-1900 ml kaynamış saf su ilave edilmiş ve 15 dk süre ile çalıştırılmıştır. Sonra tekrar su boşaltılmış ve aynı miktarda soğuk su ilave edilerek 5 dk karıştırılmaya devam edilmiştir. Cihazdan çıkarılan numuneler 1-2 dk boyunca aseton içerisinde bekletilip süzölmüştür. Boş bir alana serilen örnekler süzöldükten sonra105°C’lik etüvde 4 saat kurutulmuştur. Daha sonra desikatöre alınan örneklerin, soğutma işlemi sonrası hassas terazide tartımları (W3) yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar formülde yerine konularak, yem materyalinin ADF içeriği hesaplanmıştır (Van Soest *et al.*1991).

$$\%ADF = [W_3 - (W_1 \times C) \times 100] / W_2$$

W₁: Torbanın darası

W₂: Örnek ağırlığı

W₃: “Örnek + torba” nın kurutulduktan sonraki ağırlığı

C: Kör ağırlığı (boş torbanın darası)



Şekil 3.6. ADF analizi için torbaların hazırlanması



Şekil 3.7. ADF-NDF analizlerinde kullanılan ANKOM cihazı

6. NDF tayini (%)

NDF tayini için 120 g NDF tozu (ANKOM FND20C), 20 ml etilen glikol, 4 ml alfa amilaz, 1700-1800 ml saf su ile karıştırılarak çözelti hazırlanmıştır. ADF analizindeki gibi 0.5 g yem tartılarak hazırlanan torbalar cihaz aparatına yerleştirildikten sonra cihaz 105°C'de 75 dk boyunca çalıştırılmıştır. Süre tamamlanınca cihazın suyu dikkatli bir şekilde boşaltılıp, cihazdaki örnekler 1800-1900 ml kaynamış saf su ve 4 ml alfa amilaz ilave edildikten sonra cihaz 15dk daha çalıştırılmıştır. Cihazdaki sıcak su boşaltılarak 10 dakika soğuk su ile işlem tekrarlanmıştır. Daha sonra ADF analizindeki işlemler, NDF analizi için de uygulanmış, elde edilen veriler değerlendirilmiştir (Van Soest *et al.* 1991).

$$\%NDF = [W_3 - (W_1 \times C) \times 100] / W_2$$

W₁: Torbanın darası

W₂: Örnek ağırlığı

W₃: "Örnek + torba" nın kurutulduktan sonraki ağırlığı

C: Kör ağırlığı (boş torbanın darası)



Şekil 3.8. Torbaların ağızlarının sıcak presle yapıştırılması



Şekil 3.9. NDF analizi için torbaların hazırlanması



Şekil 3.10. NDF analizi için torbaların raflara sıralanması ve analiz işlemi

7. ADL tayini (%)

Asit çözücülerde çözünmeyen lignin içeriği, ADF analizinde kullanılan örnekler üzerinde yapılan analizler sonucu bulunmuştur. ADF tayininden sonra torbalar %72'lik H_2SO_4 içerisinde 30 dk ara ile çalkalanmış ve 3 saat bekletilmiştir. Daha sonra torbalar çeşme suyu ile yıkanmış, suyu süzildükten sonra 250 ml aseton içerisinde 3 dk bekletilip, etüvde $105^{\circ}C$ 'de 3 saat süre ile kurutulmuştur. Etüvden alınan örnekler

desikatöre alınarak soğuduktan sonra tartımları yapılarak, örneklerin ADL içerikleri hesaplanmıştır (Van Soest *et al.* 1991)

$$\% \text{ ADL} = [W_3 - (W_1 \times C) \times 100] / W_2$$

W₁: Torbanın darası

W₂: Örnek ağırlığı

W₃: “Örnek + torba” nın kurutulduktan sonraki ağırlığı

C: Kör ağırlığı (boş torbanın darası)

ADF, NDF ve ADL içerikleri belirlendikten sonra örneklerin hemiselüloz, selüloz ve lignin miktarları aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır.

Hemiselüloz, %=NDF-ADF

Selüloz, %=ADF-ADL

Lignin, %=ADL

3.2.5.b. Enerji değerlerinin belirlenmesi

Kaba yemlerin 48 saatlik kuru madde parçalanabilirlik değerleri kullanılarak metabolik enerji değerleri, “Rowett Araştırma Enstitüsü”nde geliştirilmiş olan regresyon eşitliğinden yararlanılarak tespit edilmiştir (Karabulut ve Canbolat 2005).

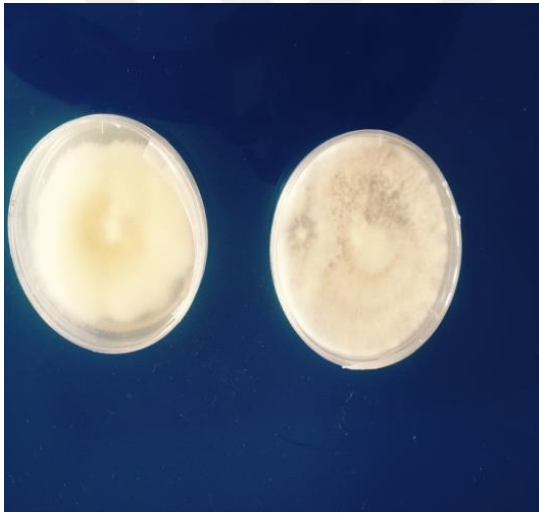
$$\text{Metabolik enerji, (Mj/kg KM)} = 2.27563 + 0.1073 * \text{KMP}$$

3.2.6. Fungusların üretimi ve samana uygulanması

Her iki fungus türü içinde aynı yöntem uygulanmış olup, yapılan işlemler aşağıda özetlenmiştir:

1. Stok kültürler 12 cm çaplı petri kapları içerisindeki patates dekstroza agar (PDA) plaklarına ekilmiştir.

2. On gün inkübasyondan sonra petrilerin içerisinde gelişen fungus kolonilerinin üzerine petri kabını dolduracak kadar steril fizyolojik su dökülmüş, steril bir bistüri ile sulu faz hareketlendirilmek ve koloni yüzeyi hafifçe kazınmak suretiyle sporların suya geçmesi sağlanmıştır.
3. Oluşan spor süspansiyonu 4 katlı tülbentten süzülerek küçük misel parçalarının ayrılması sağlanmıştır.
4. Son olarak toplanan tüm sporlar tekrar 100 ml steril fizyolojik suda süspanse edilip, bu süspansiyondan hemositometre lamı kullanılarak spor sayımları yapılmıştır. Bu sayımlardan elde edilen sonuçlar kullanılarak aşı materyalinin her ml'sinde 10 milyon (10^7) spor olacak şekilde ayarlanmış ve kullanılmıştır.



Şekil 3.11. Samana fungusların inoküle edilmesi



Şekil 3.12. Samanların 30 günlük inkübasyona bırakılması



Şekil 3.13. İnkübasyon sonrası samanların kurutulması

3.2.7. *In-situ* naylon torba tekniği ile rumen parçalanabilirliklerinin belirlenmesi

İnkübasyon sürelerinde yıkılabilirlik testi için hazırlanan kombinasyon yemler 2,5 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüştür. Tek kullanımlık torbalar 80°C'de 24 saat kurularak desikatöre alınıp soğutulmuş ve tartımı yapılmıştır (D1). Dışarıda da 24 saat bekledikten sonra tekrar tartılarak (D2) ağırlıkları alınmıştır. Torbalar içerisine yaklaşık 3-5 g örnek (N1) tartılarak daha önce hazırlanmış plastik bir hortuma lastik yardımıyla

tutturularak her hayvana 12'şer torba olacak şekilde rumene daldırılmıştır. Yemler ele alınan inkübasyon sürelerince rumende bekletilmişlerdir. Rumenden alınan torbalar soğuk suyun altında berrak su gelene kadar yıkanmıştır. Bütün torbaların suyu süzildükten sonra 24 saat süre ile 70°C'de sabit ağırlığa kadar kurutulup, soğuduktan sonra tartılmıştır (N2).

İnkübasyon sonrası her bir hayvan, torba ve süre için ayrı ayrı KM ve HP parçalanabilirliği aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Susmel *et al.* 1990).

$$\text{KM parçalanabilirliği, \%} = \frac{[(N1-D2) \times \% \text{ KM}] - [(N2-D1) \times 100]}{(N1-D2) \times \% \text{ KM}} \times 100$$

$$\text{HP parçalanabilirliği, \%} = \frac{\text{İnk. Öncesi HP mik.} - \text{İnk. Sonrası HP mik.}}{\text{İnk. Öncesi HP mik.}} \times 100$$

(Eşitlikte, ink: inkübasyon, mik: miktar, g)

Yemlere ait parçalanma değerleri (KM ve HP parçalanabilirlik değerleri) aşağıdaki modele göre NEWAY (Rowett Research Institute, Aberdeen, UK) adlı PC paket programı ile hesaplanmıştır (McDonald 1981; Susmel *et al.* 1990, Ørskov ve McDonald, 1979).

$$\text{Model P, \%} = a + b(1 - e^{-ct})$$

$$\text{Effektif P, \%} = a + b \left[\frac{bc}{c+k} \right] (1 - e^{-(c+k)t})$$

P= Süreye (t) bağlı parçalanabilirlik, (%)

a: Yemin rumende anında çözünen bileşenleri, (%)

b: Rumende mikrobiyal aktiviteye bağlı N kaybı,

a+b: Yemin potansiyel parçalanabilirliği (asimtot), (%)

c: Parçalanma hız sabiti (fraksiyon/saat⁻¹)

t: Parçalanma süresi, (saat)

e: Doğal logaritma tabanı

k: Rumenden akış hızıdır, bu değer hayvanlarda tür, cinsiyet ve fizyolojik döneme göre değişiklik göstermektedir. Araştırmamızda erkek besi hayvanları kullanıldığı için bu hayvanlara göre düzenlenmiş olan $k=0,05$ katsayısı kullanılmıştır.



Şekil 3.14. Torbaların rumene sarkıtılması için hazırlanması



Şekil 3.15. Torbaların rumene sarkıtılması



Şekil 3.16. İnkübasyon sonrası torbaların yıkanması



Şekil 3.17. Analiz edilmeden önce desikatörde bekletilen torbalar

3.2.8. İstatistik analizler

Araştırmada ele edilen bulgular Genel Linear Model kapsamında analiz edilmiş, grupların etkinliği varyans analiziyle ölçülmüş ve bu gruplar arasındaki farklılıklardan dolayı oluşan gruplandırmalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testine göre yapılmıştır. Bu işlem için, $Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + (ab)_{ij} + e_{ijk}$ matematik modeli kullanılmıştır. Burada, μ : örnek ortalamasını, a_i : muamelenin etkisini, b_j : inkübasyon sürelerinin etkisini, e_{ijk} : hatayı göstermektedir. Bu işlemler için SPSS.20 paket programından istifade edilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Yem Gruplarının Besin Madde İçerikleri Bakımından Değerlendirilmesi

Yem materyali buğday samanının ve muamele gruplarının kuru madde (KM), ham protein (HP), ham yağ (HY), ham kül (HK), ADF, NDF, ADL, selüloz, hemiselüloz ve organik madde (OM) içeriklerine ait varyans analiz sonuçları **Çizelge 4.1**'de verilmiştir.

Kimyasal kompozisyonu bakımından yem karışım grupları arasındaki farklılıklar önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur.

Yem karışım gruplarına ait kuru madde değerleri %87.43-92.67 arasında değişmiştir. En yüksek kuru madde içeriği PCS grubunda, en düşük ise PESÜ grubunda tespit edilmiştir. Samana *Phanerochaete chrysosporium* fungusu ilave edilerek elde edilen grup (PCS) diğer gruplara nazaran daha yüksek kuru madde değerine sahip olmuştur. Funguslar buldukları ortamın asidik, alkali ya da nötr oluşuna göre davranış sergileyip, inoküle edildikleri materyalin su tutma ve ağırlık kayıplarına etki edebilmektedirler (Talaie *et al.* 2013). Böylece ısıtma işlemi farklı tepki verdikleri görülmektedir. Bu özelliklerinden dolayı inoküle edildikleri materyalin bağlı olan neminin muhafazasını sağladıkları ve böylece ağırlık kayıplarını önledikleri düşünülmektedir.

Mevcut araştırmada üre ilave edilmiş karışımların kimyasal analizinde kuru madde oranının diğer kombinasyonlara nazaran daha düşük olduğu görülmüştür. Bu durumun üreli ortamda fungusun daha etkin çalışıp, böylece besin madde kaybında artışa yol açmış olabileceğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira yemlerin bileşenleri, bitkinin türü ve çeşidine, vejetasyon dönemine, iklime, toprak kalitesine, sıcaklığa, mevsime vb. faktörlere göre değişebilmektedir (Jeffies 1994; Tuor *et al.* 1995; Arora and Sharma 2009). Diğer taraftan fungal işlemlerde kuru madde kaybının, fungusların karbonhidratları tüketmesinden kaynaklandığı bildirilmektedir (Chaturvedi and Verma 2013). Beyaz çürükçül funguslarının uzun fermentasyon periyotlarında,

karbonhidratlarda istenmeyen bir düşüşe sebep oldukları bazı araştırmalarda (Sharma and Arora 2013; Shrivastava *et al.* 2014) ifade edilmiştir. Buğday samanına *Pleurotus Florida* ve üre katılarak yem değerini arttırmaya yönelik yapılan bir çalışmada 20, 40, 60 ve 80 günlük inkübasyondan sonra kuru madde oranının %93.34-97.20 arasında değiştiği bildirilmiştir (Kutlu *et al.* 2000). Mevcut çalışmadan elde edilen bulgular Muğlalı (1993), Shrivastava *et al.* (2014) ile Denek ve Deniz (2004)'in buğday samanını daha faydalı bir hale getirmeye yönelik yürüttüğü araştırmada kullandığı yem karışımlarının kimyasal analiz bulgularıyla benzerlik gösterirken, Kutlu *et al.* (2000)'nın bildirişlerinden düşük bulunmuştur. Karışımların besin madde bileşen değerleri inkübasyon süresi, hazırlanış teknikleri, hatta ortam sıcaklığı gibi çevresel, fungus türü gibi biyolojik faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir. Mevcut araştırmada kullanılan fungus türleri ve yem karışım gruplarının hazırlanış tekniğinin farklılığı sonuç farklılıklarına neden olduğu düşünülmektedir.

Araştırmada, kombinasyon gruplarının ham yağ içeriklerinin %2.11-4.76 arasında değiştiği görülmüştür. En düşük ham yağ içeriği S (kontrol) grubunda, en yüksek ham yağ içeriği ise PCSÜ grubunda tespit edilmiştir. *Phanerochaete chrysosporium* inokule edilmiş yem karışım gruplarının diğerlerine nazaran daha yüksek ham yağ içeriğine sahip oldukları belirlenmiştir. Yem karışım gruplarında üre ilave edilmişlerde bazı fungusların protein ağırlıklı olarak besin medde tükettikleri, ancak üre ilave edilmeyen gruplarda ise yağ ağırlıklı besin madde tercih ettikleri düşünülmektedir. Ham yağ içeriği için tespit edilen sonuçlar Muğlalı (1993)'nin bildirişlerinden rakamsal olarak yüksek bulunurken, Denek ve Deniz (2004)'in kontrol grubu ham yağ içeriği ile benzerlik göstermiştir.

PCS ile kontrol grubu hemiselüloz ve organik madde bakımından kendi aralarında benzer, diğer gruplardan ise daha yüksek değerlere sahip olmuşlardır. Deneme gruplarının ham kül içerikleri %7.04-9.07 arasında değişmiştir. En yüksek ham kül içeriği %9.07 ile PESÜ grubunda, en düşük ise %7.04 ile PCSÜ grubunda tespit edilmiştir. Yapılan analizlerde PE fungusunun inokule edildiği kombinasyonlarda ham kül değerinin diğer kombinasyonlara nazaran daha yüksek düzeyde olduğu görülmüştür.

Kontrol ve muamele gruplarına ait ham kül değerleri, Jalc *et al.* (1997) ve Muğlalı (1993)'nın bildirişlerinden yüksek, Tuyen *et al.* (2012), Kutlu *et al.* (2000), Adamovic *et al.* (1998) ve Denek ve Deniz (2004)'in bildirişleriyle benzer bulunmuştur.

Ham protein miktarları bakımından yem grupları arasındaki farklılıklar önemli ($P<0.01$) bulunmuştur. Kontrol ve muamele gruplarına ait ham protein içeriklerinin %3.81-16.6 arasında değiştiği görülmüştür. Ham protein içerikleri fungal uygulamayla ve üre muamelesiyle önemli derecede artmıştır ($P<0.01$). Ham protein bakımından en etkili türün *Pleurotus eryngii* olduğu tespit edilmiş ve en yüksek ham protein içeriğine PESÜ (%16.66) grubunda ulaşılmıştır. Bunu sırasıyla PCSÜ, SÜ, PCS, PES ve S grupları takip etmiştir. *Pleurotus eryngii* inokule edilmiş saman örneğine üre ilavesiyle ham protein oranının en yüksek seviyeye çıktığı gözlenmiştir.

Beyaz çürükçül funguslar kullanılarak yapılan bir araştırmada, protein içeriğinin fungal uygulamayla birlikte arttığı bildirilmiştir (Zadrazil and Uniya 1995). Ancak literatür bildirişlerinde farklı sonuçların oluşabileceği de tespit edilmiştir. Tek fungus türü inokule edilmiş bir yem grubu ile fungus inokule edilmiş yem grubuna üre ilave edilerek oluşturulan grup protein parçalanabilirliği bakımından farklılık göstermediği, bu durumun ise bazı fungus türlerinin alkali ortamda daha verimsiz çalıştığından kaynaklandığı bildirilmiştir (Van Kuijk *et al.* (2015)). Ham protein içeriğinin, üre muamelesi, fungus inokubasyonu ve zamana bağlı olarak önemli derecede arttığını bildiren Kutlu *et al.* (2000)'nın bildirişleriyle mevcut çalışmadan elde edilen bulgular benzerlik göstermiştir.

Dokuz farklı beyaz çürükçül fungus inokule edilerek 20, 40 ve 60 günlük inkübasyona bırakılan samanın yem değerini arttırmaya yönelik yapılan bir çalışmada (Muğlalı 1993), ham protein oranının %3.24-7.18 arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir. Bu çalışma sonuçlarıyla, araştırma bulguları benzerlik göstermiş ve fungus uygulamasının ham protein oranını arttırdığı, ancak araştırmamızda ham protein oranlarındaki artışın daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunun üre muamelesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Jalc *et al.* (1997), altı farklı beyaz çürükçül fungus

kullanarak, otuz günlük inkübasyona tabi tuttuğu buğday samanının ham protein oranlarını %3.7-4,9 arasında değişen oranlarda bulmuşlardır. Yapılan bu çalışmada ham protein içeriğine yönelik bildirilen bulguların, araştırma yem grupları için tespit edilen ham protein değerlerinden düşük olduğu tespit edilmiştir. Kimyasal muameleye (üre) tabi tutulan buğday samanının rumende parçalanabilirliğini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada (Turgut 2008), üre katılan buğday samanı 10, 20, 30 günlük inkübasyon sürelerine bırakılmıştır. 30 günlük inkübasyon süresi için bildirilen ham protein içeriği %11 olarak bulunmuştur. Yapılan araştırma bildirişleri, üre ilave edilmiş buğday samanı grubu için tespit ettiğimiz bulgularla benzerlik göstermiştir.

Yemlerin NDF ve ADF içerikleri ruminantlarda salya salgısını arttırarak rumen pH'sının uygun sınırlar içinde kalmasını sağlar ve böylece rumen mikroorganizmaları için uygun ortam sağlanmış olur (Tekce ve Gül 2014). ADF, selüloz ve lignin bileşenlerinden oluşur. NDF ise ADF'ye ek olarak hemiselülozu da içermektedir (Van Soest *et al.* 1991). Yemlerin NDF içerikleri yem tüketimi ile ilgilidir. ADF ise kuru madde sindirilebilirliği ile ilişkili olup yemlerin net enerji içeriklerinin belirlenmesinde kullanılır. ADF'nin temel bileşeni lignindir.

Hücre duvarı bileşenleri bakımından, değişik muamelelere tabi tutularak oluşturulan gruplar arasındaki farklılıkların önemli olduğu ($P<0.01$) tespit edilmiştir. Yem karışım gruplarına ait hücre duvarı bileşenlerinden ADF %31.38–42.77, NDF %54.57–70.94, ADL %6.63–11.71, selüloz %24.55–31.06 ve hemiselüloz %15.9 –27.03 arasında değişmiştir.

Otuz günlük inkübasyon süresine tabi tutulan iki farklı fungus türü ve üre ilavesiyle oluşturulan yem karışımların ADF içeriği en yüksek kontrol grubunda (%42.77) gözlemlenmiştir. Literatürlerle karşılaştırıldığında Jalç *et al.* 1997) ve Adamovic *et al.* (1998)'nin bildirişlerinden düşük olan ADF oranları SÜ, PESÜ, PES, PCS ve PCSÜ grupları için sırasıyla %41.98, 38.66, 34.69, 33.50 ve %31.38 olarak tespit edilmiştir.

Mevcut çalışmadan elde edilen NDF değerleri en yüksek kontrol grubunda (%70.94) saptanmış, bunu sırasıyla SÜ, PCS, PCSÜ, PES ve PESÜ grupları takip etmiştir. Kontrol grubu için tespit ettiğimiz sonuçlar Jalc *et al.* (1997) ve Muğlalı (1993)'nin bildirişleriyle benzer, Adamovic *et al.* (1998)'nin bulgularından farklı bulunmuştur. Diğer yandan samana fungus inokule edilerek elde edilen karışım gruplarına ait NDF değerlerinin Jalc *et al.* (1997)'nin bulgularından düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durumun araştırmalarda kullanılan fungus türlerinin hemiselülozu değerlendirme bakımından göstermiş olduğu farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırmada üre ilavesinin ADL içeriğini etkilemediği görülmüştür. Bu durumun kullanılan fungus türlerinin kimyasal ilaveli ortamlarda da komplek yapısından dolayı lignin parçalanabilirliği üzerine etkin olamadığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Hücre duvarı bileşenlerinden ADL içeriği en düşük %6.63 ile PESÜ grubunda tespit edilmiştir. Bunu PES, PCS, PCSÜ, SÜ ve kontrol grupları takip etmiştir. Lignin kaybının funguslarda bulunan lignin peroksidaz (LiP) ve manganez peroksidaz (MnP) enzimlerinin etkisiyle meydana geldiği tahmin edilmektedir (Hammel *et al.* 1994). Ayrıca yapılan bir çalışmada (Valmaseda *et al.* 1990) buğday samanına *Pleurotus eryngii* fungusu inokule edilerek 2 aylık inkübasyondan sonra lignin miktarında %80'lik bir kaybın meydana geldiği bildirilmiştir (Valmaseda *et al.* 1990). Araştırmada selüloz içeriği ile ilgili elde edilen bulgular Jalc *et al.* (1997)'nin fungusları inokule ederek oluşturduğu yeşillere ait selüloz içeriklerinden düşük bulunmuştur. Adamovic *et al.* (1998) buğday samanını *P. ostreatus* fungusu ile muamele etmişlerdir. 30 günlük inkübasyondan sonra lignin miktarının %10.9'dan %8.7'ye kadar düştüğü görülmüş ve bu sonucun araştırma bulgularıyla benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

Mevcut çalışmada yem karışım grupları için tespit edilen selüloz içeriği, en yüksek PESÜ (%32.03) grubunda gözlemlenmiştir. Bunu %31,06 ile kontrol grubu takip etmiştir. Diğer grupların selüloz içerikleribüyükölük sırasına göre SÜ, PES, PCS, PCSÜ biçiminde oluşmuştur. Yapılan başka bir çalışmada (Adamovic *et al.* 1998) fungus ile muamele edilmiş samanın selüloz içeriği rakamsal olarak araştırma bulgularından yüksek olsa da selülozun oransal olarak azalışı benzerlik göstermiştir.

Yapılan analizlere göre en yüksek hemiselüloz değerleri kontrol, PCS, PCSÜ ve SÜ gruplarında bulunmuştur. Buğday samanının PE fungusu ve üre ile muamelesi hemiselüloz içeriğini önemli derecede düşürmüştür ($P<0.01$). Üzerinde önemle durulan yem bileşenlerinden biri olan hemiselüloz içeriği Jalc *et al.* (1997)'nin bildirişlerinden yüksek, Adamovic *et al.* (1998)'nin bildirişleriyle benzerlik göstermiştir. Fungal işlem yapılmış gruplarda hemiselüloz değerleri bakımından literatür bildirişleri arasında varyasyon görülmüştür. Zira PC fungus türüyle inokule edilmiş gruplar için tespit edilen hemiselüloz değerleri, Jalc *et al.* (1997)'nin farklı fungus türlerini inokule ederek oluşturduğu gruplara ait bildirişlerinden yüksek bulunmuştur ($P<0.01$). ADF, NDF ve ADL gibi diğer hücre duvarı unsurları için tespit edilen bulgular ise Adamovic *et al.* (1998), Chen *et al.* (1995), Karunanandaa *et al.* (1995), Shrivastava *et al.* (2014) ve Muğlalı (1993)'nin bildirişlerine benzerlik göstermiştir. Diğer yandan bu unsurlar bakımından Tuyen *et al.* (2012), Adamovic *et al.* (1998)'nin bulguları daha düşük olarak rapor edilmiştir. Beyaz çürükçül fungusu kullanılarak buğday samanının yem değerini artırmak için yürütülen bir çalışmada (Shrivastava *et al.* 2014) hücre duvarı bileşenleri için bildirilen değerler, PCS grubu için tespit edilen sonuçlarla paralellik göstermiştir.

Kombinasyon gruplarının ham kül içeriğine bağlı olarak hesaplanan organik madde içerikleri %78.36-85.32 arasında değişmiştir. Organik madde bakımından en düşük değere PESÜ, en yüksek değere ise PCS grubu sahip olmuştur. Buğday samanının rumende parçalanabilirliği ve kimyasal kompozisyonu üzerine 6 farklı beyaz çürükçül fungusun etkisinin araştırıldığı çalışmadan (Jalc *et al.* 1997) elde edilen organik madde içeriklerine ait veriler, kontrol ve muamele gruplarına ait organik madde içerikleriyle benzerlik göstermiştir.

Çizelge 4.1. Buğday samanının farklı muamelelere maruz tutulması sonucu oluşan karışım kombinasyonlarının kimyasal analiz değerleri (%)

Karışım Kombinasyonları	Bağımlı Değişkenler (%) ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)									
	Kuru Madde	Organik Madde	Ham Protein	Ham Yağ	Hemiselüloz	ADF	NDF	ADL	Selüloz	Ham Kül
PCS	92.67 ^a	85.32 ^a	10.31 ^c	3.50 ^b	27.03 ^a	33.50 ^c	60.53 ^c	7.92 ^{bc}	25.57 ^{bc}	7.34 ^{bc}
PCSÜ	89.00 ^c	81.95 ^c	11.80 ^b	4.76 ^a	25.79 ^a	31.38 ^d	57.17 ^d	9.43 ^b	24.55 ^c	7.04 ^c
PES	89.63 ^c	80.60 ^c	8.86 ^d	2.58 ^{cd}	20.04 ^b	34.69 ^c	54.74 ^e	7.25 ^c	27.44 ^b	9.02 ^a
PESÜ	87.43 ^d	78.36 ^d	16.66 ^a	2.87 ^c	15.90 ^c	38.66 ^b	54.57 ^e	6.63 ^c	32.03 ^a	9.07 ^a
SÜ	88.93 ^c	81.13 ^c	10.93 ^{bc}	2.19 ^d	25.51 ^a	41.98 ^a	67.49 ^b	11.31 ^a	30.66 ^a	7.80 ^{bc}
S (kontrol)	91.61 ^b	83.62 ^b	3.81 ^e	2.11 ^d	27.03 ^a	42.77 ^a	70.94 ^a	11.71 ^a	31.06 ^a	7.99 ^b
SEM	±0.29	±0.456	±0.40	±0.18	±0.86	±0.53	±0.56	±0.52	±0.83	±0.26
ÖD	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**

a-e: aynı sütunda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır, **: P<0.01, ÖD: Önem Düzeyi

4.2.1. Yemlerin *in-situ* rumen kuru madde parçalanabilirliği

Yemlerin protein ve karbonhidrat parçalanabilirliklerini belirlemeye yarayan birçok metot vardır. *In-situ* naylon torba tekniği en kapsamlı olarak kullanılan metottur. Diğer metotlara göre birçok avantajı vardır (Nocek 1988; Chaudhry and Mohamed 2008). Yemlerin sindirilme derecelerinin saptanmasında basit, hızlı, doğru ve etkili bir yöntemdir. Aynı zamanda fizyolojik bir yöntem olduğu için besin maddelerinin yararlanabilirliktayinleri diğer tekniklere göre daha güvenilirdir. Ayrıca hayvana verilen rasyonun rumende oluşturduğu ortama yakın bir ortamın *in-vivo* olarak sağlanmasında *in-vitro* ortamın hazırlanması güçlüğü ortadan kalkmaktadır (Karabulut ve Canbolat 2005). Kuru madde ve protein parçalanabilirliğini değerlendirmede yem örneğinin ruminal ortamda inkübe edilmesine izin veren en basit ve güvenilir bir metottur (Mehrez and Qrskov 1977; A.R.C. 1984; A.F.R.C. 1993).

Araştırmada ele alınan yem kombinasyon grupları ve inkübasyon sürelerine göre tespit edilen *in-situ* kuru madde parçalanabilirlik değerleri **Çizelge 4.2**'de, konuya ilişkin grafiksel gösterim ise **Şekil 4.1**'de verilmiştir.

Araştırmada elde edilen dataların analizi ve değerlendirilmesi sonucunda inkübasyon sürelerine göre yem karışım grupları arasındaki farklılıklar önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur. Elde edilen bulgularda 0, 4, 8 ve 16. saatlerde üre ilavesiz yem gruplarından PES karışımında *Pleurotus eryngii* fungusunun daha yüksek performans gösterdiği belirlenmiştir. Ancak inkübasyon süresi arttıkça, yani 24, 48, 72 ve 96. saatlerde aynı fungusun üreli ortamda daha iyi çalışabildiği ve böylece PESÜ grubunun PES grubuyla benzer değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada kullanılan funguslardan *Pleurotus eryngii* fungusunun üreden istifade ettiği görülmüştür. Ancak bu fungus türü üreli ortamdan tam nanasıyla istifade edebilmesi için belli bir zamana ihtiyaç duymaktadır. Özellikle bu süre 24 saat gibi bir dilimi gerektirmektedir. *Phanerochaete chrysosporium* fungusu ise, hem üre ilaveli hem de üre ilavesiz karışımların her ikisinde de (PCS, PCSÜ) benzer sonuçlar vermiştir. Bu yem karışım gruplarının her ikisi de bütün inkübasyon sürelerinde, 0 ve 4. saatler hariç, PES, PESÜ

gruplarına nazaran genel olarak daha yüksek düzeyde parçalanabilirlik sağlamışlardır. Fungal inokulasyona tabi tutulmayıp ancak üreyle muamele edilen SÜ grubu genel olarak diğer yem karışımlarından daha az oranda parçalanabilirlik sağlamışsa da bazı rumen inkübasyon sürelerinde bu gruplarla benzerlik göstermiştir. Yapılan değerlendirmelerde ele alınan muameleli yem karışım gruplarının kontrol grubundan daha yüksek oranda parçalanabilirlik sağladığı tespit edilmiştir.

Bu çalışmada fungal inokulasyonun samandaki kuru madde parçalanabilirliğine pozitif etki ettiği bariz bir şekilde tespit edilmiştir. Zira funguslar tarafından üretilen lakkaz gibi bazı enzimlerin ligninolitik aktiviteye katkı sağlamaları (Arora and Sharma, 2009) samandaki hücre duvarı unsurlarının güçlü yapısının parçalanmasında destek verdiklerini düşündürmektedir. Samanın kuru madde içeriğinin önemli bir dilimini oluşturan selülozun beyaz çürükçül funguslarca (Karim *et al.* 2016), hücre duvarında önemli bir yer tutan ADF ve NDF gibi unsurların bazı fungus türleriyle (Adamovic *et al.* 1998), hemiselülozun ise bazı fungus türleriyle büyük miktarda parçalanabildiği (Tuyen *et al.* 2012; Madhavi *et al.* 2009; Sharma and Arora 2010) tespitlerimizi desteklemektedir.

Yem kombinasyon gruplarının 0. saatteki (başlangıç değeri) kuru madde parçalanabilirlik değerleri, PES, PESÜ, SÜ, PCSÜ, PCS ve S grupları için sırasıyla %11.22, 9.69, 8.62, 8.29, 7.99 ve 7.62 olarak tespit edilmiştir. Bu inkübasyon süresindeki parçalanmada PES grubunun önemli ölçüde diğerlerinden yüksek kuru madde parçalanabilirlik değeri gösterdiği belirlenmiştir ($P < 0.01$). Ancak ruminatlarda sindirim işlemi daha uzun süreleri gerektiren bir olay olduğu için bu bulgularla sonuca yönelik kesin bir şey söylemek mümkün olmamaktadır. Yemin rumene girdiğinde kolay parçalanabilir fraksiyonun daha yüksek olduğu görülmektedir.

Dördüncü saatte en yüksek kuru madde parçalanabilirliği PES (%18.46) yem grubunda sağlanmıştır. Bu değerler PESÜ, PCSÜ, PCS, SÜ ve S grupları için sırasıyla %15.91, 15.83, 15.32, 14.51 ve 12.99 olarak tespit edilmiştir. *Phanerochaete chrysosporium* fungus türünün kullanıldığı PCS grubu bu inkübasyon süresinde PES grubuna göre daha düşük değere sahip olmuştur. Fungusa ilaveten üre de katılarak elde edilen PESÜ ve

PCSÜ yem grupları, dördüncü saatte PCS grubuyla olduğu gibi birbirleriyle de benzerlik göstermişlerdir. Fungal inokulasyona tabi tutulmayan diğer bir yem grubu (SÜ) ise, PESÜ, PCSÜ ve PCS gruplarından rakamsal olarak daha düşük değere sahip olmuşsa da istatistiksel olarak benzerlik göstermiştir. Bu yem grubu aynı şekilde kontrol grubundan rakamsal olarak yüksek değere sahip olsada istatistiksel olarak benzerlik göstermiştir. Kontrol grubu için tespit edilen kuru madde parçalanabilirlik oranının Turgut and Yanar (2004)'ın bildirişlerinden (%29.7) düşük olduğu görülmüştür. Ancak araştırma sonuçları genel olarak buğday samanının daha düşük düzeyde kuru madde parçalanabilirlik değerine sahip olduğunu bildiren bulgularla benzerlik göstermiştir. Rumendeki kuru madde parçalanabilirlik oranı muamelelere göre değişim gösterdiği gibi hayvan ırk, tür ve yemin çeşidine göre de değişiklik gösterebilmektedir (Turgut and Yanar 2004; Moon *et al.* 2010). Bu bağlamda değişik araştırmacıların çalışmalarındaki bildirişlerin, bu çalışmada belirlenenlerden farklı olması yukarıda belirtilen faktörlerden kaynaklanabilir.

Araştırmada değerlendirmesi yapılan bir başka inkübasyon süresi olan sekizinci saatteki kuru madde parçalanabilirliği gruplar için sırasıyla PES=PCS= PCSÜ> PESÜ> SÜ > S olarak belirlenmiştir. İnkübasyon sürelerinin bu diliminden sonra yem karışım grupları maruz kaldıkları muamelelerin etkisini belirli dereceye kadar göstermeye başladıkları görülmüştür. Üre ve fungus ilaveli yem grupları (PES, PESÜ, PCS ve PCSÜ) oransal parçalanabilirlik bakımından birbirleriyle benzerlik gösterirken, yalnızca üre ilaveli grup (SÜ) ve kontrol grubuna göre de daha yüksek oranda parçalanabilirlik sağladıkları tespit edilmiştir. Ancak, SÜ grubu ile PESÜ grubu arasında farklılık görülmemiştir ($P>0.05$).

Kontrol ve muamele gruplarının 16 saatlik inkübasyon sonucu kuru madde parçalanabilirlikleri PES, PESÜ, PCS, PCSÜ, SÜ ve S grupları için sırasıyla %34.42, 33.6, 34.30, 33.90, 30.35 ve 26.86 olarak tespit edilmiştir. Samana fungus ya da fungus+üre ilave edilerek oluşturulan yem gruplarının kuru madde parçalanabilirliği bakımından birbirleriyle benzerlik gösterdikleri belirlenmiştir. Fungal muameleye maruz bırakılmayıp yalnızca üre ilave edilerek oluşturulan SÜ grubunun ise bu dört

gruptan daha düşük, ancak S (kontrol) grubundan ise daha yüksek değere sahip olduğu görülmüştür. Samanı üre ile muamele ederek oluşturulan grup (SÜ) ve kontrol grubuna ait bulguları Turgut (2008)'un buğday samanının 16 saatlik inkübasyon süresindeki parçalanabilirliğine ait bildirişlerinden (%40.0) düşük bulunmuştur. Buğday samanı yapısal özelliğinden dolayı diğer yem maddeleriyle ve bazı muamelelere tabi tutulmuş karışımlarla kıyaslandığında daha düşük parçalanabilirlik değerine sahiptir. Mevcut çalışmada da farklı muamelelere maruz bırakılarak oluşturulan yem grupları ile kıyaslandığında benzer durum görülmüştür. Turgut and Yanar (2004) tarafından belirlenen farklı yem türlerinin *in-situ* rumen kurumadde parçalanabilirlikleri bu çalışmada belirlenen araştırma bulgularıyla benzerlik göstermiştir.

Kuru madde parçalanabilirliği bakımından yirmidört saatlik inkübasyon süresinde *Phanerochaete chrysosporium* fungus türünün kullanıldığı muamelelerde diğerlerinden daha yüksek kuru madde parçalanabilirlik değerleri elde edilmiştir ($P<0.01$). Bazı fungus türleri etkinliklerini belli bir zaman diliminde gösterebilmektedirler (Singh *et al.* 2011). Yapılan değerlendirmede PCS yem karışımının en yüksek oranda (%46,32) parçalanabilirlik değerine sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Bunu *Phanerochaete chrysosporium* fungusuna üre ilave edilmesiyle oluşturulan PCSÜ grubu (%44.54) takip etmiştir. PESÜ, PES, SÜ ve S (kontrol) gruplarının parçalanabilirlik değerleri ise sırasıyla %42.68, 41.02, 38.34 ve 34.01 oranında bulunmuştur. Saman ve üre ilave edilmiş grubun 24. saatteki kuru madde parçalanabilirlik değerleri Turgut ve Kaya, (2009) ile Turgut (2008)'un bildirişlerinden düşük çıkmıştır. Diğer yandan samanın parçalanabilirlik oranını tespiti yönelik yapılan çalışmada (Turgut and Yanar 2004) tespit edilen parçalanabilirlik değerinin kontrol grubu için belirlenen değerden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Fazaeli *et al.* (2004)'nın buğday samanının fungusla muamelesi sonucunda elde ettiği 24. saat kuru madde parçalanabilirlik değerleri araştırma bulgularından düşük çıkmıştır. Rumende kuru madde parçalanabilirlik oranları inkübasyon sürelerinden etkilendiği gibi kullanılan yemin çeşidinden de etkilenebilmektedir. İşletmelerde potansiyeli olan saman çeşitleri birçok nedenden dolayı hayvan beslemede tercih edilmektedir. Bu doğrultuda pirinç samanının değerlendirilmesine yönelik yapılan bir çalışmada (Moon *et al.* 2010), Holstein ırkı

sığırlardan elde edilen bulgular rakamsal olarak mevcut çalışma bulgularından farklılık oluşturmuşsa da parçalanabilirliğin inkübasyon süresine bağlı olarak artması bakımından benzer bulunmuştur. Pirinç samanının yerli sığır ırklarında değerlendirilmesine yönelik yapılan bir araştırmada (Karimi *et al.* 2014), üre+melas ilave edilmiş yem grubunun parçalanabilirlik oranı mevcut bulgulardan farklılık göstermiştir.

Yemlerin parçalanıp sindirime uygun bir forma ulaşabilmesi için gerekli süre olması bakımından inkübasyon süreleri arasında 48. saat büyük önem taşımaktadır. Samana uygulanan fungal inokulasyonlar ve kimyasal muamelelerin sonucunun bu sürede büyük oranda şekillenmesi gerçekleşebilmektedir. Nitekim mevcut araştırmadan elde edilen bulgulara göre kuru madde bakımından toplam parçalanabilirliğin yaklaşık %70'i 48. saatte gerçekleşebilmektedir.

Kırksekizinci saate göre parçalanabilirlik değerleri PCS, PESÜ, PCSÜ, PES, SÜ ve S için sırasıyla; %63.25, 62.35, 62.22, 57.71, 54.24 ve 49.64 olarak tespit edilmiştir. PCS yem grubunda en yüksek değer gerçekleşmiş olsa da, PCSÜ, PESÜ grupları da benzer sonuçları vermiştir. Bu üç grupta kuru madde parçalanabilirliğinin yüksek olmasının pozitif sonuçları enerji üretimine de doğrusal olarak etki etmiştir. Dolayısıyla kuru madde parçalanabilirliği ile enerji üretimi arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlarda üre ve fungus faktörlerinin etkisinin olduğu düşünülmektedir. Nitekim yapılan bir araştırmada mikroorganizma materyallerimizden PE fungusunun belli bir inkübasyon süresinde lignoselülotik yapıyı yaklaşık %25 oranında (Yıldırım ve Yıldız 2010); bir başka araştırmada ise yine aynı fungusun substrat kuru maddesinde yaklaşık %80 parçalanabilirlik oluşturduğu bildirilmiştir (Valmaseda *et al.* 1990).

Farklı türde fungusun buğday samanının parçalanabilirliğine etkisini tespitiye yönelik yapılan araştırmada (Muğlalı 1993) fungusların etkisinin değişik düzeylerde olduğu bulunmuştur. Bu araştırma bildirişlerinin, mevcut çalışmada fungal inokulasyonlu yem grupları için belirlenen değerlerden düşük olduğu tespit edilmiştir. Buğday samanına

üre ilave edilerek belirlenen kuru madde parçalanabilirliğinin ölçüldüğü araştırmada (Turgut 2008) tespit edilen 48. saat parçalanabilirlik değerleri üre muameleli SÜ grubu için tespit edilen bulgulardan farklılık göstermiştir. Bulgularımızda kontrol grubu parçalanabilirlik değeri muamele gruplarından düşük düzeyde görülmüşsede Turgut and Yanar (2004)'ın bildirişleriyle benzerlik göstermiştir.

Fungal inokulasyonlu buğday samanı örneklerini farklı inkübasyon sürelerine tabi tutarak *in-vitro* parçalanabilirlik değerlerini tespit eden Fazaeli *et al.* (2004)'nın bulguları, araştırma bulgularından düşük çıkmıştır.

Büyükbaş hayvanlara verdiği pirinç samanının parçalanabilirlik değerini belirlemeye çalışan Moon *et al.* (2010), 48. saatteki inkübasyon süresinde toplam parçalanabilirliğin yaklaşık %90'ının gerçekleştiğini bildirmiştir. Araştırmacının bildirişleri bu yönüyle mevcut çalışma bulgularından farklılık göstermiştir. Ayrıca araştırmacı, keçilerde daha yüksek oranda olduğunu ve bu değerlerin küçükbaş hayvanlarda da benzer seyir izlediğini bildirmiştir. Yerli ırk erkek sığırlarda üre+melas muameleli pirinç karışımının rumen *in-situ* parçalanabilirliğini belirlemek için yapılan araştırmada (Karimi *et al.* 2014) kontrol ve üre+melas karışımli gruplar için tespit edilen parçalanabilirlik değerlerinin araştırma bulgularından düşük olduğu tespit edilmiştir.

Okano *et al.* (2005), fungal inokulasyon ve amonyumla muamele ettiği buğday samanı için tespit ettiği kuru madde parçalanabilirlik değerleri, bu çalışmadaki üre muameleli gruplar ve kontrol grubu değerlerinden farklı bulunmuştur.

Kutlu *et al.* (2000), buğday samanına üre ve fungus ilave edilmesinin 48. saatteki kuru madde parçalanabilirliğini etkilediğini, fakat üre-fungus interaksiyonunun üre ilave edilmemiş gruba göre daha az parçalanabilirlik sağladığını, bunun sebebinin ise ürenin yüksek pH'ya sebep olmasından kaynaklandığını ve üre ilavesinin fungusun işlevini gerçekleştirmesini kısıtladığını bildirmişlerdir. Bu araştırma bulgularının mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlarla paralellik teşkil ettiği gözlemlenmiştir.

Örneklerin 72. saat kuru madde parçalanabilirlik sonuçlarında PC türü fungusun inokule edildiği yem karışım gruplarında en yüksek değerlerin olduğu görülmüştür ($P<0.01$). PCS ve PCSÜ yem gruplarının sırasıyla %72.61 ve 72.43; fungal inokulasyon ve üre muamelesine tabi tutulan diğer yem grupları (PESÜ ve PES)'nin ise sırasıyla %70.71, 70.59 ve 62.41 değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu inkübasyon süresinde fungus türleri arasında da farklılık olduğu görülmüş olup; PES ve PESÜ muameleleri; PCS ve PCSÜ muamelelerinden daha düşük kuru madde parçalanabilirlik değrine sahip olmuşlardır ($P<0.01$). Araştırmada inkübasyon sürelerinin artışıyla birlikte fungal inokulasyona tabi tutulan yem gruplarıyla diğer yem grupları arasındaki parçalanabilirlik oran farkının daha da açıldığı gözlemlenmiştir. Nitekim SÜ grubunun(%67.59) bu dört yem grubundan, S (kontrol) grubunun ise hepsinden daha düşük orana sahip oldukları görülmüştür ($P<0.01$). Literatürde fungal inokulasyona tabi tutulmuş yem maddelerinin farklı inkübasyon sürelerindeki kuru madde parçalanabilirliğine yönelik fazla sayıda çalışma olmaması nedeniyle elde edilen bulgular tartışılırken sınırlı sayıda araştırma makalesinden yararlanılmıştır.

Buğday samanını üre ve amonyakla muamele ederek 72 saatlik inkübasyon süresindeki kuru madde parçalanabilirliğini araştıran Turgut (2008)'un üre muameleli gruba ait bildirişleri ile üre muameleli grup için tespit edilen bulgular arasında farklılık bulunduğu, yani mevcut çalışmadan elde edilen bulguların daha yüksek olduğu görülmüştür. Diğer yandan araştırmacının amonyak muameleli buğday samanının 72 saatlik inkübasyon süresindeki parçalanabilirlik değerlerine ait bildirişlerinin araştırma gruplarından yüksek düzeyde parçalanabilirliğe sahip olduğu tespit edilmiştir.

Buğday samanı, yapısal özelliğinden dolayı fungal inokulasyon ve kimyasal muameleler sonucu parçalanabilen bir maddedir (Del Rio *et al.* 2012). Bu yapısı nedeniyle bazı yem bitkisi samanlarına göre daha farklı biçimde kuru madde parçalanabilirlik seyri izlemektedir.

Turgut and Yanar (2004)'in farklı bitki samanlarına ait kuru madde parçalanabilirliğini tespit için yaptıkları araştırmada buğday samanına yönelik bildirişleri araştırma kontrol

grubundan düşük bulunmuştur. Diğer yandan Moon *et al.* (2010)'nın sığırlarda pirinç samanının 72. saatteki kuru madde parçalanabilirliği için tespit ettiği değerler kontrol grubu için tespit edilen değerlerden düşük bulunmuşsa da, araştırmacı hayvan türleri arasında farklılıkların olabileceğini bildirmiştir. Bu bağlamda mevcut çalışmada elde edilen verilerin diğer araştırma sonuçlarıyla karşılaştırılmasında görülen farklılıkların hayvana bağlı faktörlerden kaynaklanmış olabileceği dikkate alınmaktadır.

Yem bileşenlerinin kuru madde parçalanabilirlik değerleri uygulanan yonteme göre de değişim gösterebilmektedir. Fazaeli *et al.* (2004), buğday samanındaki kuru madde parçalanabilirliğin *in-vitro* yontemle tespitine yonelik yuruttuğu araştırmada 72. saat parçalanabilirlik değerleri araştırma bulgularından düşük bulunmuştur.

Fungus türleri sahip oldukları özelliklere göre kuru madde parçalanabilirlik işlemini yapabilmişlerdir. Nitekim etkinliklerini gösterebilmeleri için katı durum fermantasyonu için belli derecede sıcaklığa (Parveen *et al.* 1983) ve farklı sürelerle ihtiyaç duymuşlardır. Araştırmada ele alınan yem karışım gruplarının en uzun inkübasyon süresi olan 96. saatte fungal inokulasyon ve üre ilaveli gruplar kuru madde parçalanabilirlikleri bakımından diğerlerine nazaran daha yüksek değerleresahip olmuşlardır. PESÜ, PCS ve PCSÜ grupları sırasıyla %79.24, 77.45 ve 78.67 oranlarıyla en yüksek değere sahip oldukları tespit edilmiştir. PES grubu bu üç gruba nazaran daha düşük bir orana (76.44) sahip olsada aralarındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görölmüştür. Araştırmada fungal inokulasyona tabi tutulmayan üreli grup (SÜ) PES ve S (kontrol) grubuna benzer, diğer gruplardan ise daha düşük bir parçalanabilirlik değerine sahip olduğu görölmüştür.

Yemlerin rumende parçlanma miktarı ve parçalanabilirlik derecesi o yemin kalite düzeyininin tespit edilmesinde büyük öneme sahiptir. Böylece besleme programlarının ayarlanması ihtiyaçlar doğrultusunda gerçekleştirilebilmektedir. Yedirilen yemin parçalanabilirlik oranını, parçalanabilirlik derecesini, ince bağırsaklara geçiş hızını ve besin madde emilim oranını ölçmek yemlerden faydalanma bakımından

derecelendirilmesini belirlemenin yanında rumen parçalanabilirlik faaliyetlerinin takibi için de gereklilik arz etmektedir (Martillotti *et al.* 1995).

Yem karışım grupları için kullandığımız substratın parçalanabilirlik için bazı fungal muamele ve üre gibi kimyasal madde ilavesine ihtiyaç duyması, parçalanabilirlik parametrelerini ve bu parametrelerin alacakları değerleri dahada anlamlı hale getirmektedir.

Araştırmada ele alınan a, b, c, (a+b) ve k parçalanabilirlik parametrelerine ait istatistiki değerlendirmeler **Çizelge 4.3**'de sunulmuştur. Analizlerde, kuru madde için rumende kısa sürede çözünme ve parçalanma oranı "a" ve çözünmesi ile parçalanması belli bir zaman gerektiren potansiyel parçalanabilirlik değeri "b" bakımından en yüksek değerler S (kontrol) grubunda tespit edilmişse de, gruplar arasındaki bu farklılıklar önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. Diğer yandan saatteki parçalanabilme hızı, ya da rumenden geçiş hızının göstergesi olan "c" değeri ve etkin parçalanabilirliğe ait $k=0.05$ akış hızı değerleri bakımından karışım grupları arasındaki farklılık önemli ($P<0.01$) olmuştur.

PES, PESÜ, PCS, PCSÜ, SÜ ve S (kontrol) yem grupları için tespit edilen "a" değeri sırasıyla %12.66, 9.82, 8.19, 9.07, 9.60 ve 16.60 olarak bulunmuştur. Buna göre kontrol grubunun en yüksek değeri aldığı görülmektedir. PES için belirlenen "a" değerinin 0. saatteki kuru madde parçalanabilirlik değerine benzer şekilde diğerlerinden (kontrol hariç) yüksek değer göstermesi PE ilavesinin kolay çözünmede rol oynadığını göstermektedir. Farklı yem türlerinde kuru madde parçalanabilirlik parametrelerini tespiti yönelik yapılan bir araştırmada (Şehu *et al.* 1999) buğday samanı kuru madde "a" değeri araştırma bulgularından düşük bulunmuştur. Ancak araştırmacının pirinç, arpa ve yulaf için tespit ettiği değerlerin mevcut araştırmada tespit edilen bulgulardan yüksek olduğu görülmüştür. Benzer şekilde Turgut and Yanar (2004) değişik kaba yemlere ait kuru madde parçalanabilirlik parametrelerini tespiti yönelik çalışmalarında yem grupları arasındaki farklılığı önemli ve bu gruplara ait "a" parametresine ait değeri de mevcut çalışmadan elde edilen değerlerden yüksek bulmuşlardır.

Yemin ele alınan bileşenine ait sindirim parametresinin değeri o yemin karakteriyle yakından ilişkili olmaktadır. Zira Woods *et al.* (2003) bazı konsantre yemlere ait kuru madde sindirim değerlerini tespiti yönelik yürüttükleri araştırmada “a” parametresini, özellikle samanlar olmak üzere, farklı yapıda ve farklı içeriklere sahip olan kaba yemlere göre daha yüksek düzeylerde tespit etmişlerdir.

Yem grupları içerisinde kontrol grubu potansiyel parçalanabilirlik oranı için en yüksek değere sahip olmuştur. Diğer gruplardan fungal inokulasyon ve üre muamelesine tabi tutulan grupların (PESÜ, PCSÜ) kuru madde parçalanabilirlik parametrelerinden “b” değeri bakımından rakamsal bir benzerlik gösterdikleri tespit edilmiştir. Yem gruplarına ait bu çalışmada elde edilen bulgular Turgut and Yanar (2004) ve Şehu vd. (1999)’nin farklı yem türleri için belirlemiş oldukları bildirişlerden daha yüksek bulunmuştur.

Kuru maddeye ait sindirim ölçütleri içinde “c” değeri biraz daha ön plana çıkan bir parametredir. “c” değeri potansiyel olarak parçalanabilen oranın rumendeki geçiş hızını belirlemektedir. Hayvan beslemede besinlerin geçiş ve emilim hızı beklenen bir olaydır. Rumende kalan maddelerin rumen mikroorganizmaları tarafından kullanılması bazı olumsuzlukları oluşturabilmektedir. Bu gruplar rakamsal olarak da benzerlik göstermişlerdir. Araştırma bulguları Turgut and Yanar (2004) ile Şehu vd. (1999)’nin bildirişleriyle benzerlik göstermiştir.

Herhangi bir yemin ele alınan bileşenine ait Rumen parçalanabilirlik parametreleri ruminatlarda hayvanın türü, fizyolojik özelliği ve kullanım yönüne göre değişim göstermektedir (Karabulut ve Canbolat, 2005). Mevcut çalışmada hayvan materyali olarak erkek hayvanlar kullanıldığından besi sığırları için geliştirilen $k=0.05$ katsayısı kullanılmıştır.

Bu doğrultuda “k” değeri bakımından PES, PESÜ, PCS, PCSÜ, SÜ ve S (kontrol) yem grupları yine aynı sırasıyla %63.15, 63.31, 63.40, 63.37, 62.98 ve %62.86 değerlerini almışlardır. Analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde fungus+üre muameleli grupların (SÜ) ve S (kontrol) gruplarına kıyasla daha yüksek etkin parçalanabilirlik değerine

sahip oldukları tespit edilmiştir ($P<0.01$). Üre ilaveli yem grubu (SÜ) ile S (kontrol) grupları arasında kuru madde etkin parçalanabilirlik değeri bakımından bir benzerlik görülmüştür. Elde edilen sonuçlar Turgut and Yanar (2004)'in bildirişlerinden farklılık göstermiştir.



Çizelge 4.2. Karışım gruplarının farklı inkübasyon sürelerindeki kuru madde parçalanabilirlik oranları ve standart hataları

İnkübasyon Süreleri (saat)	Yem Karışım Grupları ($\bar{X} \pm Sx$)						Sx	Öd
	PES	PESÜ	PCS	PCSÜ	SÜ	S (kontrol)		
0	11.22 ^a	9.69 ^b	7.99 ^c	8.29 ^c	8.62 ^{bc}	7.62 ^c	0.39	**
4	18.46 ^a	15.91 ^b	15.32 ^b	15.83 ^b	14.51 ^{bc}	12.99 ^c	0.64	**
8	26.23 ^a	24.31 ^{ab}	26.13 ^a	25.82 ^a	22.91 ^b	19.76 ^c	0.79	**
16	34.42 ^a	33.62 ^a	34.30 ^a	33.90 ^a	30.35 ^b	26.86 ^c	0.58	**
24	41.02 ^c	42.68 ^{bc}	46.32 ^a	44.54 ^{ab}	38.34 ^d	34.01 ^e	0.76	**
48	57.71 ^b	62.35 ^a	63.25 ^a	62.22 ^a	54.24 ^c	49.64 ^d	0.76	**
72	70.59 ^b	70.71 ^b	72.61 ^a	72.43 ^a	67.59 ^c	62.41 ^d	0.57	**
96	76.44 ^{ab}	79.24 ^a	77.45 ^a	78.67 ^a	74.10 ^{bc}	71.80 ^c	0.97	**

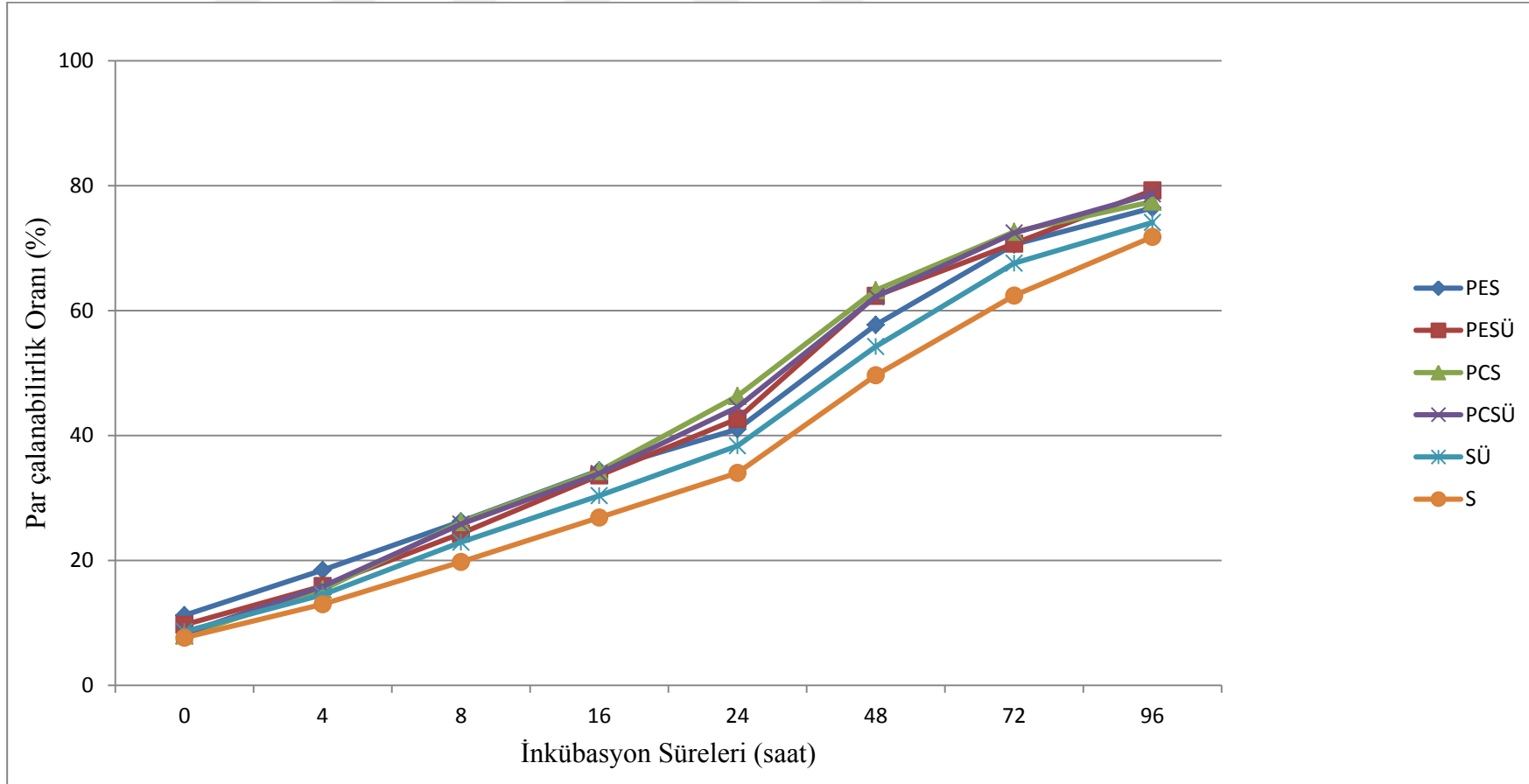
a-e: aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır, **: P<0.01, Sx: standart hata, öd: önem derecesi

Çizelge 4.3. Yem karışım gruplarının kuru madde parçalanabilirlik parametrelerine ait ortalamalar ve standart hataları

Yem ve Etkin Parçalanabilirlik Parametreleri	Yem Karışım Grupları ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)						Sx	Öd
	PES	PESÜ	PCS	PCSÜ	SÜ	S (kontrol)		
a (%)	12.66	9.82	8.19	9.07	9.60	16.60	3.65	ös
b (%)	75.08	77.25	73.51	75.24	77.02	82.10	2.31	ös
(a+b) (%)	87.74	87.07	81.71	84.31	86.636	98.70	4.57	ös
c (1/h)	0.02 ^{ab}	0.02 ^{ab}	0.03 ^a	0.02 ^{ab}	0.02 ^{ab}	0.01 ^b	0.001	**
k 0.05/h	63.15 ^b	63.31 ^a	63.40 ^a	63.37 ^a	62.98 ^c	62.86 ^c	0.047	**

a-c: aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır, **: P<0.01, Sx: standart hata, öd: önem derecesi, ös: istatistiksel olarak önemsiz, a: yemin rumende anında çözünen bileşenleri(%), b: yemin rumende zamana bağlı olarak parçalanmış bileşenleri, a+b: asimtot değeri, c: parçalanma hız sabiti(fraksiyon/saat⁻¹), k: rumenden birim zamanda çıkış hız sabiti, 0.05

Yem kombinasyon gruplarını şekilsel olarak tanımlayan grafik **Şekil 4.1**'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Kuru madde parçalanabilirliğinin grafiksel gösterimi

4.2.2. Yemlerin *in-situ* rumen protein parçalanabilirliği

Proteinler, metabolizmanın kontrolüne ilaveten enzimatik katalizör, taşıma, depolama, hareket, mekanik destek ve bağışıklık gibi tüm biyolojik süreçlerde hayati rol oynarlar. Vücuttaki bütün proteinler sentez ve hidroliz arasındaki dengeye bağımlı olan sıvının miktarı ve sabit akışkanlığının bir halidir (Van Der Walt and Meyer 1988). Bu nedenledir ki, yemdeki proteinlerin miktarı kadar sindirim ve absorpsiyonları da önem taşımaktadır. Bir yemin niteliğini belirlemede, rumende parçalanmış ve rumenden by-pass olarak bağırsaklara geçen proteinin absorbe edilen miktarı önemlidir (Woods *et al.* 2003).

Bazı fungus türlerinin kuru madde, organik madde, ADF, NDF, hemiselüloz, selüloz gibi yem bileşenlerinin parçalanabilirlikleri üzerine pozitif etki ettiği gibi proteinin parçalanabilirliğinde etkileyebildiği bildirilmiştir (Tuyen *et al.* 2012). Araştırmada ele alınan yem karışım grupları ve inkübasyon sürelerinin protein parçalanabilirliğine interaktif etkisi **Çizelge 4.4**'de, yemlerin protein parçalanabilirliklerine ait Rumen parçalanabilirlik parametrelerine ait değerlendirmeler **Çizelge 4.5**'de tespit edilen bu değerlerin grafik olarak gösterimi ise **Şekil 4.2**'de verilmiştir.

Araştırmada elde edilen sonuçlara göre herbir inkübasyon süresinde yem karışım grupları arasındaki farklılıklar önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur. Sonuçların değerlendirilmesinde PE fungusunun inkübasyonun ilk saatlerinde (başlangıç, 4, 8 ve 16. saatlerde) üresiz karışım olan PES grubunda yüksek, ancak sonraki inkübasyon sürelerinde üre karışımli gruplarda daha yüksek etkiye neden olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumun rumende protein metabolizmasının karmaşık yapısından ileri geldiği düşünülmektedir (Von Keyserlingk *et al.* 1998). Diğer yandan PC fungusunun, 8 ile 48. saat arasındaki inkübasyon sürelerinde rakamsal olarak farklılık göstermesine rağmen istatistiksel olarak önemsiz protein parçalanabilirlik değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçtan PC fungusunun yem protein parçalanabilirliği konusunda, özellikle üre ilavesiyle, daha uygun bir mikroorganizma olduğunu

göstermektedir. Yem karışım gruplarının her bir inkübasyon süresinde kendi aralarında varyasyon gösterdiği tespit edilmiştir.

İnkübasyon sürelerine göre karışım gruplarının 0. saatteki protein parçalanabilirlikleri PES > PCSÜ = PESÜ > PCS = SÜ > S biçiminde sıralanmıştır. Dördüncü saatte en yüksek protein parçalanabilirliği %17.62 oranı ile PES grubunda, en düşük parçalanabilirlik ise %9.46 oranı ile S (kontrol) grubunda meydana gelmiştir. İnkübasyon sürelerinin artması üre muamelesinin ve fungal inokulasyonun protein parçalanabilirliği konusundaki etkinliğini daha net bir biçimde göstermiştir. Yemlerin fungal inokulasyona tabi tutulmasının ikincil ürünlerden oluşan yem karışımındaki protein oranını farklı düzeylerde artırdığı sonucu (Kahlon and Maninder 1985) hayvan besleme bakımından oldukça büyük önem taşımaktadır. Çünkü hayvanlar ihtiyaç duydukları protein ihtiyacını yemlerden temin edememelerinde vucut dokularına yönelerek temin etme durumunda kalmaktadırlar. Araştırmada kombinasyon gruplarına ait 8. saatte en yüksek protein parçalanabilirliği samana+üre ve saman+üre+fungus gruplarında görülmüştür. PES, PESÜ, PCS, PCSÜ yem gruplarının sırasıyla %24.62, 25.53, 27.77 ve 25.54 değerleri tespit edilmiştir. SÜ grubu bu gruplardan daha düşük değere sahip olmuştur. En düşük protein parçalanabilirliği değeri ise kontrol grubunda görülmüştür. Kaba yemlerin rumende protein parçalanabilirliklerini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada (Polat vd 2007), buğday samanının 8. saatteki protein parçalanabilirliğinin %14.39-26.69 arasında değiştiği bildirilmiştir. Bu oranlar araştırma sonuçlarından düşük bulunmuştur. Farklı yem çeşitlerinin ham protein parçalanabilirliğini tespitine yönelik yürütülen bir çalışmada buğday samanı ve diğer yem çeşitleri için saptanan oranların araştırma bulgularından yüksek olduğu tespit edilmiştir (Turgut and Yanar 2004).

Onaltıncı saatteki ham protein parçalanabilirlikleri PCSÜ, PES, PESÜ, PCS, SÜ ve S (kontrol) grupları için sırasıyla %35.78, 35.60, 33.86, 32.85, 29.70 ve 24.80 olarak tespit edilmiştir. Bu inkübasyon süresinde PCSÜ ve PES yem gruplarının benzerlik gösterdikleri ve diğer gruplardan yüksek değere sahip oldukları görülmüştür.

Bazı fungus türleri belli bir süreçte üreli ortamda daha verimli olurken, bazıları üresiz ortamda daha etkin olabilirler. Mevcut çalışmada 16. saat parçalanabilirliklerinde böyle bir durum gözlemlenmiştir. PE fungusunun üresiz, PC fungusunun ise üreli bir ortamda yüksek parçalanabilirlik sağladıkları tespit edilmiştir. Polat vd (2007), buğday samanının 16. saatteki protein parçalanabilirlik oranları için tespit ettikleri değerler araştırma bulgularıyla benzerlik göstermiştir. Turgut and Yanar (2004)'ın farklı yem çeşitleri için tespit ettikleri protein parçalanabilirlik değerleri oransal değer olarak elde edilen bulgularla farklılık, ancak grupların birbirleriyle mukayesesi bakımından ise benzerlik göstermiştir. Turgut (2008)'un farklı saman çeşitlerindeki protein parçalanabilirlik değerlerini tespit için yürüttüğü araştırma bildirişleri, SÜ yem grubu bulgularımızdan yüksek, ancak fungal inokulasyon ve üre muamelesine tabi tutarak oluşturduğumuz yem grupları protein parçalanabilirlik oranlarıyla benzerlik göstermiştir.

Yirmidördüncü saatte protein parçalanabilirliği en fazla PCSÜ grubunda meydana gelmiştir. Bu durumun PC fungusunun özelliğinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir (Singh *et al.* 2011). PES, PESÜ ve PCS yem grupları benzerlik göstermişlerdir. Ancak, muamele gruplarından SÜ grubunun bu dört yem karışım grubundan daha düşük bir değere sahip olduğu görülmüştür. Araştırmada ele alınan muamele yem gruplarının tamamı kontrol grubundan daha yüksek değere sahip olmuşlardır ($P<0.01$). Elde ettiğimiz buğday samanının 24. saatteki protein parçalanabilirlik değeri Polat vd (2007)'nin literatür bildirişleriyle benzerlik göstermektedir. İçlerinde buğday samanında bulunduğu bazı kaba yemlerin 24. saat protein parçalanabilirlikleri için tespit ettikleri değerlerin kontrol ve muamele gruplarına ait belirlenen bulgulardan yüksek olduğu görülmüştür (Turgut and Yanar, 2004). Diğer yandan Turgut (2008)'un saman grubu için bildirdiği parçalanabilirlik oranları SÜ ve kontrol grubu için tespit edilen değerlerden yüksek, ancak diğer muamele gruplarına ait bulgularla benzerlik göstermiştir.

Yem değeri olan bazı ikincil ürünlerin hayvan beslemeye kazandırılması son zamanlarda önemli bir araştırma alanı olmaktadır. Bu işlem için fungal inokulasyonlar

en etkin yöntem olarak görülmektedir. Bu ifadeyi destekler mahiyette Singh *et al.* (1989) da birçok bitki protein içeriğinin funguslarla yükseltilebildiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca, Reid (1989), laboratuvarında katı durum fermentasyon sisteminde lignolitik mikroorganizmalarla lignifiye materyallerin muamelesi sonucu bazı fibrözlü ürün artıklarının biyomass proteinlerini artırarak ve yapısal karbonhidratlardan gelen enerji temininde fenolik fraksiyonları parçalayarak besin değerini iyileştirdiğini, beyaz çürükçül fungusların tahıl samanları, kavuz vb gibi lignifiye yan ürünlerinin besin değerini artırdığını tespit etmiştir. Araştırma yem materyalini oluşturan ve bir yan ürün olan buğday samanına fungus ve üre muamelesi sonucunda oluşturulan yem karışımları içerisinde en yüksek parçalanabilirliği fungus+üre muameleli gruplarda görülmüştür. Mevcut çalışmada 48. saatte protein parçalanabilirlikleri PES, PESÜ, PCS, PCSÜ yem grupları için sırasıyla %65.21, 66.47, 65.11 ve 65.58 olarak tespit edilmiş ve gruplar arasında istatistiki bir farklılık görülmemiştir. Bu kombinasyonların protein parçalanabilirlik değerlerindeki yükseklik benzer biçimde enerji değerlerinede yansımıştır. Dolayısıyla protein parçalanabilirliği ile enerji değeri arasında doğrusal bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Diğer muamele grubu (SÜ) ise kontrol grubundan (%50.16) yüksek, diğer gruplardan daha düşük değere sahip olmuştur. Elde edilen sonuçlarda muamelelerin farklı biçimde etkisi olmuşsa da fungal inokulasyonun protein parçalanabilirliğini %32.5 oranında artırdığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda yapılan bazı araştırma bildirişleriyle bu çalışmada elde edilen bulgular arasında korelasyonlar görülmüştür. Farklı sayıda beyaz çürükçül fungus kullanılarak yapılan bir çalışmada (Muğlalı 1993), *in-situ* naylon torba tekniğiyle buğday samanının 48 saatlik parçalanabilirlik değerleri saptanmıştır. Kırk ve 60 günlük inkübasyonda protein parçalanabilirliğinde tüm fungus türlerinin etkili olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarıyla benzer şekilde protein yıkılabilirliğinde artışlar meydana gelmiş fakat bildirilen değerler oransal olarak bu çalışmada elde edilen protein parçalanabilirlik değerlerinden yüksek bulunmuştur. Diğer yandan kontrol grubu için belirlenen değer Polat vd (2007)'nin buğday samanı protein parçalanabilirliği için tespit ettikleri değerden yüksek, diğer yem grupları için bildirilendeğerlerden ise yüksek bulunmuştur. Turgut (2008)'un farklı yemlere ilave ettiği ürenin parçalanabilirliğine ait bildirişleri araştırma bulgularından yüksek bulunmuştur.

Kaba yem açığını kapatmaya yönelik yapılan araştırmalar yöre ve bölge hammadde kaynaklarının potansiyeliyle alakalı olarak sürdürülmektedir. Tahseen *et al.* (2014) sebze atıklarının 48. saat protein parçalanabilirlikleri için bildirdikleri değerler muamele grupları için tespit edilen değerlerle benzer, zeytin atıkları için tespit ettikleri değerler mevcut çalışmada elde edilen sonuçlardan düşük bulunmuştur.

Yetmişikinci saatte PE fungus türünün üreli ortamda daha yüksek bir performansa sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu fungus türü yemlerdeki kompleks yapılu bileşenlerin parçalanmasında etkin olabildiği için lignin yıkımını ve ortamdaki ham protein miktarını artırmada önemli bir özelliğe sahiptir (Yıldırım ve Yıldız, 2010). 72. saatte en yüksek protein parçalanabilirliğine PESÜ grubu sahip olmuştur ($P < 0.01$). Bunu PCSÜ > PES = PCS > SÜ > S sıralaması takip etmiştir. Araştırmada kullanılan yem maddesi samanın kontrol ve muamele gruplarındaki protein parçalanabilirliği Polat vd. (2007)'nin buğday samanı bildirişlerinden yüksek, ancak diğer grupları için tespit edilen değerlerden düşük olmuştur. Diğer yandan araştırma bulguları, Tahseen *et al.* (2014), Turgut (2008) ve Turgut and Yanar (2004)'in farklı çeşit yem türlerinin protein parçalanabilirliklerine yönelik bildirdikleri sonuçlarından yüksek bulunmuştur.

Doksan altıncı saatteki protein parçalanabilirliğinde PESÜ grubu en yüksek değere sahip olmuştur. Bu durumun PE fungusunun 96. saat süreli inkübasyonlarda üreden daha fazla istifade etmiş olabileceğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Üre ilavesi benzer şekilde PESÜ grubunda da etkisini göstermiştir. Bu sonuçlara göre fungusların uzun süreli inkübasyon sürelerinde protein parçalanabilirliği üzerine doğrusal etki gösterdiğini söylemek mümkün olabilmektedir. Zira aynı inkübasyon süresinde (96 saat) üre ilave edilmemiş gruplar, PES ve PCS istatistiksel olarak benzerlik göstermiş ve üre ilaveli gruplarda daha düşük değerlere sahip olmuşlardır.

Yem karışımlarının protein parçalanabilirlik karakteristikleri **Çizelge 4.5**'de sunulmuştur. Ele alınan parçalanabilirlik parametreleri bakımından yem karışım grupları arasındaki farklılıkların önemli ($P < 0.01$) olduğu tespit edilmiştir. Buna göre protein parçalanabilirlik "a" değerleri PES, PCSÜ, PESÜ, SÜ PCS ve S grupları için

sırasıyla %10.37, 9.33, 9.25, 8.34, 7.15 ve 5.06 olarak tespit edilmiştir. Bulgular, Polat vd. (2007)'nin buğday samanı ve diğer yem bitkileri samanlarının protein parçalanabilirlik "a" değeri sonuçlarından, Turgut and Yanar (2004)'in farklı yem bitkisi çeşitleri ve buğday samanı için tespit ettikleri bildirişlerden ve Tahseen *et al.* (2014)'nin farklı sebze atıkları ve zeytin atıklarının protein parçalanabilirlik değerlerinden düşük bulunmuştur. Yem bileşenlerine ait parçalanabilirlik parametreleri yemin çeşidine göre değişim gösterebilmektedir. Promkot and Wanapat (2003) pirinç samanını üre muameleli ve üre muamelesiz olarak yürüttükleri araştırmada her iki uygulamada da elde ettikleri sonuçlar, araştırma yem gruplarına ait değerlerden yüksek bulunmuştur. Buna göre buğday samanının pirinç samanından *in-situ* protein parçalanabilirlik değeri bakımından daha düşük değere sahip olduğu düşünülmektedir.

Araştırmada potansiyel parçalanabilirlik değeri "b" en yüksek PESÜ (%97.25) grubunda, en düşük ise SÜ (%81.69) grubunda bulunmuştur. Elde ettiğimiz bulgular literatür bildirişleriyle kıyaslandığında kontrol grubunun (S) "b" değeri Polat vd. (2007) ve Turgut and Yanar (2004)'in farklı yem çeşitleri için tespit ettikleri bildirişlerinden yüksek çıkmıştır. Ancak araştırma sonuçları, Turgut and Yanar (2004)'in bildirişleri ile benzer, Promkot and Wanapat (2003)'nin bulgularından düşük, Tahseen *et al.* (2014)'nin tespit ettiği değerlerden ise yüksek bulunmuştur.

Yem gruplarının rumen ortamında parçalanma oranı, parçalanma sırasında etkilendiği faktörler ve rumen ortamından ayrılış hızı o yemin çeşidiyle yakinen alakalı olduğu görülmüştür. Potansiyel olarak parçalanma karakterinde olan yemlerin rumenden geçiş hızı yani "c" değerleri bakından PES, PCS, PCSÜ, SÜ gruplarının benzerlik gösterdiği ve PESÜ ile S (kontrol) grubundan daha yüksek değere sahip oldukları görülmüştür. Etkin parçalanabilirliğe ait $k=0.05/h$ akış hızı değerleri bakımından ise PESÜ grubunun en yüksek değere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Yemlerin kalite dereceleri yüksek olduğunda o yeme ait protein parçalanabilirlik geçiş hızında yüksek olmaktadır. Nitekim Turgut and Yanar (2004) yonca, korunga ve fiğ gibi kaliteli kaba yemlere ait "c" değerlerini oldukça yüksek bulmuştur. Bu durum araştırma yem gruplarına ait bulgularından farklı bulunmuştur. Diğer yandan pirinç samanıyla beslediği ineklerde

farklı kaliteli yemlerin geçiş hızını belirleyen Promkot and Wanapat (2003) araştırma yem gruplarına ait değerlerden farklı olarak geçiş hızı değerini yüksek bulmuştur. Araştırma yem gruplarına ait etkin protein parçalanabilirlik değeri en yüksek PESÜ grubunda bulunmuştur. Bu grubun üre ilaveli ve fungal inokulasyonlu olmasına rağmen aynı karışıma sahip PCSÜ grubu benzer sonucu gösterememiştir. Diğer yandan üre ilavesi yapılmayan PES ve PCS grupları benzerlik göstermişlerdir. Kontrol grubu $k=0.05/h$ akış hızında etkin protein parçalanabilirliği Polat vd. (2007)'nin elde ettiği akış hızı değerinden yüksek bulunmuştur.



Çizelge 4.4. Yem karışım gruplarının farklı inkübasyon sürelerindeki rumen protein parçalanabilirlik oranları ve standart hataları

İnkübasyon Süreleri (saat)	Yem Karışım Grupları ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)						Sx	öd
	PES	PESÜ	PCS	PCSÜ	SÜ	S (kontrol)		
0	9.61 ^a	8.63 ^b	6.72 ^c	8.70 ^b	7.54 ^c	5.44 ^d	0.29	**
4	17.62 ^a	14.88 ^{bc}	13.86 ^{cd}	15.36 ^b	13.23 ^d	9.46 ^e	0.44	**
8	24.62 ^a	25.53 ^a	24.77 ^a	25.54 ^a	22.33 ^b	15.46 ^c	0.56	**
16	35.60 ^a	33.86 ^b	32.85 ^b	35.78 ^a	29.70 ^c	24.80 ^d	0.59	**
24	43.79 ^b	44.37 ^b	44.19 ^b	45.96 ^a	38.56 ^c	32.55 ^d	0.50	**
48	65.21 ^a	66.47 ^a	65.11 ^a	65.58 ^a	55.67 ^b	50.16 ^c	0.85	**
72	75.41 ^c	80.32 ^a	75.33 ^c	78.49 ^b	69.37 ^d	63.38 ^e	0.59	**
96	84.31 ^c	90.82 ^a	82.86 ^c	88.11 ^b	76.09 ^d	71.85 ^e	0.71	**

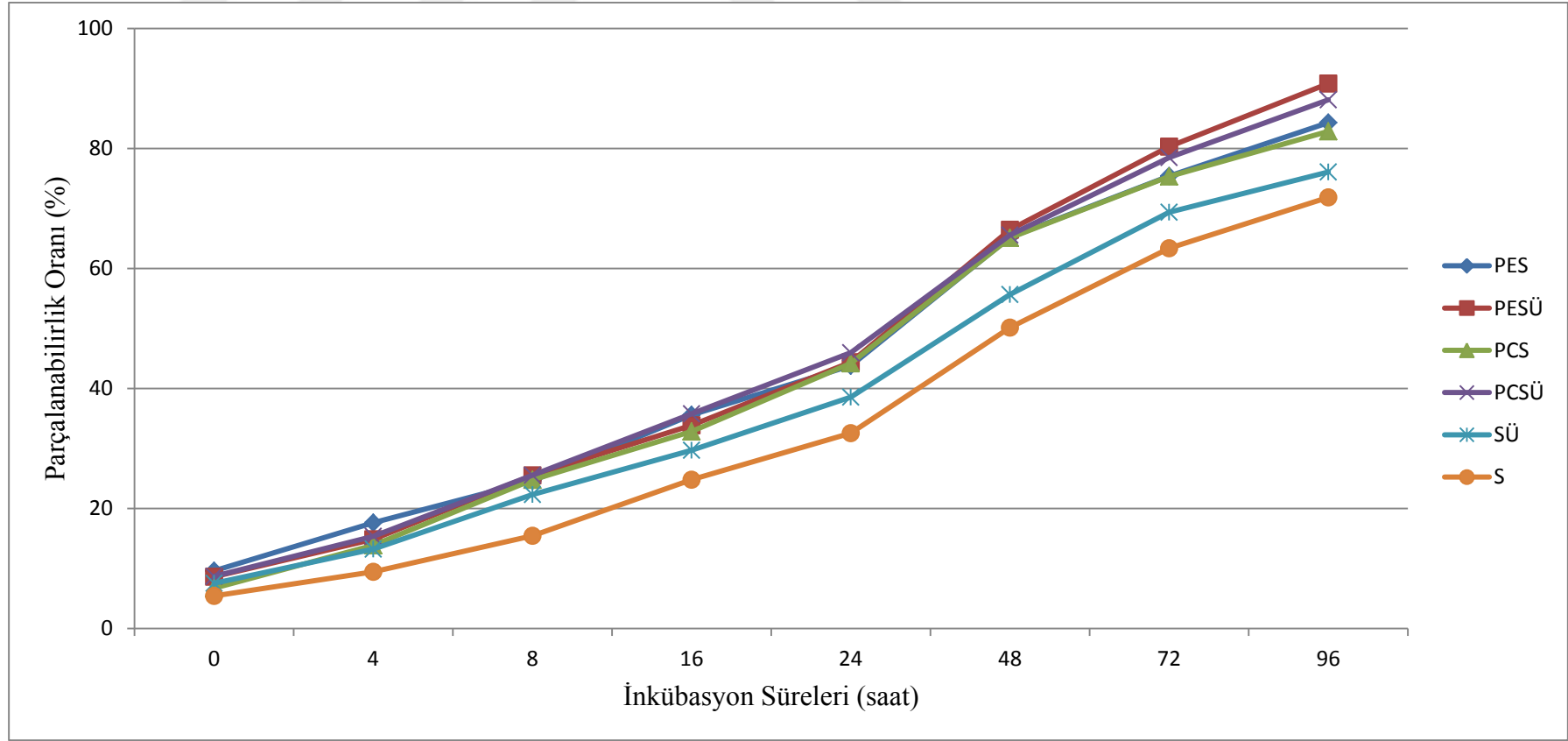
a-e: aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır, **: P<0.01, Sx: standart hata, öd: önem derecesi

Çizelge 4.5. Yem karışım gruplarına ait rumen protein parçalanabilirlik parametrelerine ait ortalamalar ve standart hataları

Yem ve Etkin Parçalanabilirlik parametreleri	Yem Karışım Grupları ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)						Sx	öd
	PES	PESÜ	PCS	PCSÜ	SÜ	S (kontrol)		
a(%)	10.37 ^a	9.25 ^{ab}	7.15 ^c	9.33 ^{ab}	8.34 ^b	5.06 ^d	0.37	**
b (%)	83.59 ^{bc}	97.25 ^a	83.25 ^{bc}	88.75 ^b	81.69 ^c	85.55 ^{bc}	2.01	**
a+b (%)	93.96	106.50	90.40	98.08	90.03	90.62	2.06	**
c (1/h)	0.02 ^a	0.01 ^b	0.02 ^a	0.02 ^a	0.02 ^a	0.01 ^b	0.001	**
k(0.05/h)	63.68 ^c	64.0 ^a	63.62 ^c	63.96 ^b	63.08 ^d	62.87 ^e	0.034	**

a-e: aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır, **: P<0.01, Sx: standart hata, öd: önem derecesi, a: yemin rumende anında çözünen bileşenleri(%), b: yemin rumende zamana bağlı olarak parçalanan bileşenleri, c: parçalanma hız sabiti(fraksiyon/saat⁻¹, a+b: asimtot değeri, k: rumenden birim zamanda çıkış hız sabiti, %5⁻¹

PES, PESÜ, PCS, PCSÜ, SÜ, Saman (kontrol) yem kombinasyon gruplarının protein parçalanabilirliğini gösteren Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Karışım gruplarının protein parçalanabilirliğinin grafiksel gösterimi

4.3. Yemlerin Enerji Değerleri

Rasyonun enerji içeriği hayvan beslemede temel bir faktördür. Her yaşta, her fizyolojik dönemde ve her bir yetiştirme modeli için yemlerin enerji değeri büyük önem taşımaktadır. Enerji et, süt verim miktarı ve kalitesini, üreme performansını, büyüme ve gelişme düzeyini etkileyen bir unsur olduğu gibi, alınan diğer yem faktörlerinde faydalı kullanımını sağlama konusunda büyük etkinliğe sahiptir (Haddad and Pallauf 2001; Hosseini *et al.* 2008; Sayed 2009). Bu nedenle yemlerde enerji değerini uygun oranlarda tutmak için bazı düzenlemeler ve iyileştirmeler yapılması gerekmektedir.

Saman, entansif veya ekstansif hayvan yetiştiriciliğinde değişen miktarlarda yaygın olarak kullanılmasına rağmen, enerji değerinin düşük olması nedeniyle bazı literatürlerde kaba yem sınıfına dahi sokulmamaktadır (Chegeni *et al.* 2013). Bu nedenle yem değerini arttırmak için bazı fiziksel ve kimyasal muamelelere maruz bırakılması gerekmektedir. Bu işlemler yapılırken de parçalanabilirlik ve sindirilebilirlik faaliyetlerinin seyrinin kesintisiz takibi önem arz etmektedir. Saman gibi bazı kaba yem maddelerinin 48. saatteki kuru madde parçalanabilirliklerinin, aynı saatteki kuru madde sindirilebilirlik değerine eş değer veya çok yakın olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle kaba yemlerin 48 saatlik kuru madde parçalanabilirlik değerleri kullanılarak metabolik enerji değerleri, "Rowett Araştırma Enstitüsü"nde geliştirilmiş olan regresyon eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmıştır (Karabulut ve Canbolat 2005).

Üre ve iki farklı fungus (*Pleurotus eryngii* ve *Phanerochaete chrysosporium*) ilave edilmiş yem karışım gruplarına ait metabolik enerji değerleri Çizelge 4.6'da verilmiştir. Karışım gruplarına ait metabolik enerji değerleri bakımından farklılıklar önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.6. Yem karışım gruplarının enerji değerleri (MJ/kg KM) ve standart hataları

Karışım Grupları (KMP)	X±Sx
PESÜ	8.96±0.082 ^a
SÜ	8.09±0.082 ^c
PCS	9.06±0.082 ^a
PCSÜ	8.95±0.082 ^a
PES	8.46±0.082 ^b
S (kontrol)	7.60±0.082 ^d
ÖD	**

a-d: aynı sütünde farklı harflerle gösterilen değerler istatistiksel olarak farklıdır, **: P<0.01, Sx: standart hata, öd: önem derecesi,

Mevcut çalışmada PESÜ, PCSÜ ve PCS grupları sırasıyla 8.96, 9.06 ve 8.95 MJ/kg KM enerji değerlerine sahip olmuşlardır. Söz konusu yem grupları arasında enerji değerleri bakımından meydana gelen farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Burada *Phanerochaete chrysosporium* fungus türünün genel anlamda üstün olduğu ancak üre ilaveli grupların da bu manada benzerlik gösterdiği kanaatine varılmıştır. Araştırma bulgularına göre yemdeki enerji miktarını fungal inokulasyonun %19.2, üre ilavesinin ise %6.4 oranında artırdığı görülmüştür.

Polat vd (2007), kaba yemlerin metabolik enerjilerini belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada, buğday samanının ME değerinin 5.25 Mj/Kg KM olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmadan elde edilen değerlerin söz konusu bildirişden yüksek olduğu görülmüştür.

Şayan vd (2004) 5 farklı buğday samanının ME değerlerinin 6.43-7.65 Mj/Kg KM arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Söz konusu araştırmacıların bildirdikleri mevcut çalışmada saman için tespit edilen ME değeri benzerlik göstermiştir.

Kaba yemlerin metabolik enerji değerlerinin *in-vitro* metotlarla belirlenmesi amacıyla yürütülen başka bir çalışmada (Denek ve Deniz 2004), buğday samanının ME değerinin

7.55 MJ/Kg KM olduğu bildirilmiştir. Mevcut çalışmada buğday samanı için belirlenen ME değeri söz konusu çalışmada bildirilen ME değeri ile benzerlik göstermiştir.

Shrivastava *et al.* (2014) buğday samanının yem değerini arttırmak için yaptıkları çalışmada lignini parçalayan fungus kullanmışlar ve fungusla muamele edilmiş buğday samanının ME değerini 5.38 MJ/Kg KM olarak hesaplamışlardır. Araştırmada funguslu grupların ME değerleri, bu çalışmanın sonuçlarından yüksek çıkmıştır. Bu durum fungusla muamele edilmiş samanın inkübasyon süresinin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.



5. SONUÇ

Dünya üzerindeki bütün hammadde kaynakları sınırsız olmadığı gibi yem kaynakları da sınırsız değildir. Bu nedenle azalan kaynaklardan en fazla ve en verimli biçimde istifade etmek büyük önem taşımaktadır. Bazı ürünler değişik muamelelere tabi tutularak yem değeri artırılabilir. Bu maddelerin biri olan buğday samanı günümüze kadar fiziksel ve kimyasal muamelelere tabi tutularak sindirilebilirliği artırılmaya çalışılmıştır. Ancak bu çalışmalar fayda oranını istenilen noktaya henüz getirememiştir. Bu yüzden yüksek potansiyele sahip olan samandan daha fazla fayda sağlayıp ve daha fazla istifade etmek için alternatif metotların devreye sokulması gerekmektedir. Bu metotların başında halihazırda biyoteknolojik yöntemlerin de desteği sağlanarak biyolojik yöntemler gelmektedir.

Günümüzde samanın biyolojik olarak bazı muamelelere tabi tutulması önemsenmekte ve çalışmalar bu alanda yoğunlaştırılmaktadır. Bu maksatla mevcut araştırmada *Pleurotus eryngii* (PE) ve *Phanerochaete chrysosporium* (PC) fungusları samana inokule edilerek pratik kullanım koşullarında aşağıda belirtilen bazı ilerlemeler ve önemli faydalar sağlanmaya çalışılmaktadır.

- a. Samanı fungal inokulasyona tabi tutmak suretiyle oluşturulan karışımların üre ilaveli bileşimlerinde besin madde iyileşmeleri sağlanmıştır.
- b. Samana *Pleurotus eryngii* (PE) ve *Phanerochaete chrysosporium* (PC) fungusları ilave edildiğinde kuru madde parçalanabilirliğinde %27.4 oranında, protein parçalanabilirliğinde ise %32.5 oranında artış tespit edilmiştir.
- c. *Pleurotus eryngii* (PE) ve *Phanerochaete chrysosporium* funguslarının her ikisinde samanın kalitesini artırmada olumlu sonuç verdiği, ancak etki sürelerinin birbirlerinden farklı olduğu, *Phanerochaete chrysosporium* fungusunun 24 saatlik bir süreden sonra daha etkin olduğu tespit edilmiştir.
- d. Samana fungal inokulasyon yapılmaksızın yalnızca üre ilave ederek kuru madde ve protein parçalanabilirliğinin sırasıyla %9.2 ve 10.9 oranında arttığı belirlenmiştir.

- e. Fungal inokulasyonlar ve üre ilaveleri yapılarak samanın yem değeri artırılabilmekte ve böylece kaliteli kaba yem açığı belli bir dereceye kadar kapatılabilmektedir.
- f. Samana yalnızca üre ilave edilerek hazırlanan yemlerde kuru madde ve protein değerleri sırasıyla %2.9 ve 118, yalnızca fungus ilave edilerek hazırlanan yemlerde sırasıyla %1.1 ve 109 oranında bir artış, fungus+üre ilave edilerek hazırlanan yemlerde ise kuru madde de %1.17 oranında azalış, proteinde ise %336 oranında artış gözlenmiştir. Ayrıca selüloz oranında %11.6 düzeyinde bir azalış oluşmuştur. Bu sonuçlardan samanın kaliteli kaba yem açığını kapamada potansiyel bir materyal oluşturabileceği düşünülmüştür.
- g. Buğday samanının yem değerine etki eden kuru madde parçalanabilirliği bakımından *Phanerochaete chrysosporium* fungusu, PCS ve PCSÜ kombinasyon grupları daha uygun bulunmuştur. Diğer yandan protein parçalanabilirliği bakımından *Pleurotus eryngii* fungusunun ve PESÜ kombinasyonunun daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır.
- h. Buğday samanının kuru madde ve protein parçalanabilirliği ve enerji değerindeki artış gibi yem değerini yükseltmeye yönelik olarak *Phanerochaete chrysosporium* fungusunun inokule edildiği PCSÜ kombinasyonunun en uygun olabileceği sonucuna varılmıştır.
- i. Bütün bu değerlendirmeler ışığında yem değerini artırmak ve kaynaklardan ziyadesiyle istifade etmek için farklı substratlarda, in vivo çalışmalar dahil, farklı metotlarla ekonomik değerlendirmelerin de göz önünde bulundurulduğu çalışmalar yürütülmelidir.

KAYNAKLAR

- Abdi, A.M. ve Kılıç, Ü., 2016. Farklı samanlarda lignin peroksidaz enzimi kullanımının yem değeri üzerine etkisi. First International Animal Nutrition Congress Antalya.
- Adomovic, M., Grubic, G., Ivanka, M., Jovanovic, R., Protic, R. and Sretenovic, L., 1998. The biodegradation of wheat straw by *Pleurotus ostreatus* mushrooms and its use *in-situ* cattle feeding. *Animal Feed Science Technology*, 71, 357-362.
- A. F. R. C., 1993. Agricultural and food research council: technical committee on responses to nutrients. Nutrients requirements of ruminant animals protein. *Nutrition Abstracts and Reviews*, 9B, 65-71.
- A.O.A.C., 1990. Association of official analytical chemists. Official Methods of analysis, 15th (Ed.), Volume 1, A.O.A.C., Washington, DC, 69-79.
- Akhtar, M., Attridge, M.C., Myers, G.C., Kirk, T.K. and Blanchette, R.A., 1992. Biomechanical pulping of loblolly pine with different strains of the white rot fungus *Ceriporiopsis subvermispora*. *TAPPI J* 75, 105-9.
- Akpınar, M. and Urek, R.O., 2014. Extracellular ligninolytic enzymes production by *Pleurotus eryngii* on agroindustrial wastes. *Preparative Biochemistry & Biotech.* 44, 772-781.
- Aksoy, A., Haşimoğlu, S. ve Çakır, A., 1981. Besin Maddeleri ve Hayvan Besleme. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 256, Ders Kitapları Serisi No:39.
- Aksoy, A., Macit, M. ve Karaoğlu, M., 2000. Hayvan Besleme. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Ders Notu Yayın No: 220.
- Alçıçek, A., Kılıç, A., Ayhan, V. ve Özdoğan, M., 2010. Türkiyede kaba yem üretimi ve sorunları. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı -1, 11-15 Ocak 2010 Milli Kütüphane Kongre Salonu ANKARA.
- A. R. C., 1984. Agricultural Research Council. The nutrient requirements of ruminant livestock. Supplement 1. Slough, UK: Commonwealth Agricultural Bureau.
- Arora, D.S., Chander, M. and Gill, P.K., 2002. Involvement of lignin peroxidase, manganese peroxidase and laccase *in-situ* degradation and selective ligninolysis of wheat straw. *International Biodeterioration & 50*, 115-120.
- Arora, D.S. and Gill, P.K., 2005. Production of ligninolytic enzymes by *Phlebia floridensi*. *World J. Microbiol Biotechnol*, 21, 1021-1028.
- Arora, D.S. and Sharma, R.K., 2009. Digestibility of wheat straw. *Bioresources* 4, 3, 909-920.
- Bak, J.S., Ko, J.K., Choi, I.G., Park, Y.C., Seo, J.H. and Kim, K.H., 2009. Fungal pretreatment of lignocelluloses by *Phanerochaete chrysosporium* to produce ethanol from rice straw. *Biotechnology and Bioengineering*. Vol. 104, No. 3.
- Balan, V., Bals, B., Chundawat, S.P., Marshall, D. and Dale, B.E., 2009. Lignocellulosic biomass pretreatment using AFEX. *Methods Molecular Biology*, 581, 61-77.
- Batool, S., Asgher, M., Sheikh, M.A. and Rahman, S.U., 2013. Optimization of physical and nutritional factors for enhanced production of lignin peroxidase by

- Ganoderma lucidum* IBL-05 *in-situ* solid state culture of wheat straw. The Journal of Animal & Plant Science, 23,4, 1166-1176.
- Bayram, İ., 1997. "Bazı tarımsal artıkların beyaz çürükçül mantarlarla delignifiye edilerek yem değerlerinin artırılma olanaklarının araştırılması". Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 44, 1-9
- Bisaria, R., Madan, M. and Vasudevan, P. 1997. Utilisation of agro-residues as animal feed through bioconversion. Bio Resources Technology, 59, 5-8.
- Blümmel, M. and Ørskov, E.R., 1993. Comparison of *in vitro* gas production and nylon bag degradabilities of roughages in predicting food intake of cattle. Animal Feed Science and Technology, 40, 109–119.
- Boerjan, W., Ralph, J. and Baucher, M., 2003. Lignin biosynthesis annual review plant biology, 54,519-546.
- Brand, A.A., Clcete, S.W.P. and Franck, F., 1991. The effect of supplementing untreated, urea-supplemented and urea-ammoniated wheat-straw with maize-meal and/or fish-meal in sheep. S.Afr. Tydskr. Veek, 21(1):48-54.
- Chaturvedi, V. and Verme, P., 2013. An overview of key pretreatment processes employed for bioconversion of lignocellulosic biomass into biofuels and value added products. 3 Biotech, 3, 415-431.
- Chaudhry, A.S. and Mohamed, R., 2008. Methods to study degradation of ruminant feeds. Nutrition Research Reviews, 21, 68-81.
- Chegeni, A., Li, Y.L., Deng, K.D., Jiang, C.G. and Diao, Q.Y., 2013. Effect of dietary polymer-coated urea and sodium bentonite on digestibility rumenfermentation, and microbial protein yield in sheep fed high levels of corn stalk. Livestock Science, 157, 141–150.
- Chen, J., Fales, S. L., Varga, G. A. and Royse, D. J., 1995. Biodegradation of cell wall components of maize stover colonized by white rot fungi and resulting impact on *in-vitro* digestibility. Journal Science Food Agriculture, 68, 91-98.
- Cömert., M., Şayan, M., Özelçam, H. and Baykal, G.Y., 2015. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation and anhydrous ammonia treatment of wheat straw on *in-situ* degradability and, rumen fermentation and growth performance of yearling lambs. Asian Australas. Journal Animal Science Volume 28, No:5, 639-646.
- Del Río, J.C., Rencoret, J., Prinsen, P., Martínez, Á.T. Ralph, J. and Gutiérrez, A., 2012. Structural characterization of wheat straw lignin as revealed by analytical pyrolysis, 2D-NMR, and reductive cleavage methods. J. Agric. Food Chem., 60 (23), pp :5922–5935.
- Demeyer, D. I., Meulenmeester, M., de Graeve, K., and Gupta, G. W., 1988. Effect of fungal treatment of nutritive value of straw. Med. Fac. Landbouww Rijksuniv. Gent, 53, 1811-1819.
- Denek, H. ve Deniz, S., 2004. Ruminant beslemede yaygın olarak kullanılan kimi kaba yemlerin sindirilebilirlik ve metabolik enerji düzeylerinin *in-vitro* metotlarla belirlenmesi. Turk J. Vet. Anim. Sci. 28;115-122.
- Denis, K. O., Denman, S.E., Mackie, R.I., Morrison, M., Rae, A. L., Attwood, G.T. and McSweeney, C.S., 2003. Opportunities to improve fiber degradation in the rumen microbiology, ecology and genomics, FEMS Microbiology Reviews 27, 663-693.

- Ejechi, B.O., Obuekwe, C.O. and Ogbimi, A.O., 1996. Microchemical studies of wood degradation by brown rot and white rot fungi in-situ two tropical timbers. *International Biodeterioration Biodegradation*, 38, 119-122.
- Ergün, A., Çolpan, İ., Yıldız, Gültekin., Küçükersan, S., Tuncer, Ş.D., Yalçın, S., Küçükersan, M.K. ve Şehu, A., 2002. *Yemler, yem hijyeni ve teknolojisi*, Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Besleme Hastalıkları Anabilim Dalı, ISBN 975-97808-0-1.
- Fazaeli, H., Mahmodzadeh, H., Azizi, A., Jelan, Z. A., Liang, J.B., Rouzbehan, Y. and Osman, A. 2004. Nutritive value of wheat straw treated with pleurotus fungi, *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, Vol 17, No. 12 : 1681-1688
- Fox, D.G., Barry, M.C., Pitt, R.E., Roseler, D.K. and Stone, W.C., 1995. Application of the cornell net carbohydrate and protein model for cattle consuming forages. *Journal of Animal Science*, 73, 267-277.
- Gold, M.H. and Alic, M., 1993. Molecular biology of the lignin-degrading basidiomycete *Phanerochaete chrysosporium*. *Microbiology Reviews*, 57, 605-622.
- Grabber, J. H., 2005. How do lignin composition, structure, and cross-linking affect degradability? A review of cell wall model studies, *Crop Sci.* 45, 820-831.
- Haddad, S.G., Nasr, R.E. and Muwalla, M.M. 2001. Optimum dietary crude protein level for finishing Awassi Lamb. *Small Rum. Res.*, 39(1): 41-46.
- Hammel, K.E., Mozuch, M.D., Jenson, K.A. and Kersten, P.J., 1994. H₂O₂ recycling during oxidation of the arylglycerol β- aryl ether lignin structure by lignin peroxidase and glyoxal oxidase. *Biochemistry* 33; 13349-13354.
- Hosseini, S.M., Akbary, S.M., Maheri-Sis, N. and Aghsaghali, A.M., 2008. Effect of different energy levels of diet on feed efficiency, growth rate and carcass characteristics of fattening Bahmaei lambs. *J. of Anim. & Vet Advances* 7(12): 1551-1554.
- Hungate, R.E., 1966. *The rumen and its microbes*. Academic Press, New York.
- Jahromi, M.F., Liang, J.B., Rosfarizan, M., Goh, Y.M., Shokryazdan, P. and Ho, Y.W., 2010. Effects of *Aspergillus niger* (K8) on nutritive value of rice straw. *African Journal of Biotechnology* Volume 9, 42, 7043-7047.
- Jalc, D., Siroka, P. and Ceresnakova, Z., 1997. Effect of six species of white-rot basidiomycetes on the chemical composition and Rumen degradability of wheat straw. *Journal General Applied Microbiology*, 43, 133-137.
- Jalc, D., Nerud, F. and Siroka, P., 1998. The effectiveness of biological treatment of wheat straw by white rot fungi. *Floria Microbiology*, 43, 687-689.
- Jalc, D., 2002. Straw enrichment for fodder production by fungi. *The Mycota XI, agricultural applications*, 19-38.
- Jeffries, T.W., 1994. Biodegradation of lignin and hemicelluloses. *Biochemistry of Microbial Degradation*, 233-277.
- Jung, H.G., Valdez, F.R., Abad, A.R., Blanchette, R.A. and Hatfield, R.D., 1992. Effect of white rot basidiomycetes on chemical composition and *in-vitro* digestibility of oat straw and alfalfa stems, *Journal Animal Science*, 70, 1928-1935.
- Kahlon, S.S. and Mainer, A., 1985. Utilization of potato peels by fungi for protein production. *Journal Food Science Technology*, 23, 264-267.

- Kalkan, H., 2008. Fibrolitik enzimlerin buğday samanının besleme değeri üzerine etkileri. Uludağ Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Zootekni Anabilim Dalı. Doktora tezi.
- Karabulut, A. ve Canbolat, Ö., 2005. Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri Kitabı. Uludağ Üniversitesi. Ziraat Fakültesi, Yayın No:2.05.048.0424.
- Karim, M., Daryaei, M.G., Torkaman, J., Oladi, R., Ghanbary, M.A.T. and Bari, E., 2016. *In vivo* investigation of chemical alternation in oak wood decayed by *Pleurotus ostreatus*. International Biodeterioration & Biodegradation, 108, 127-132.
- Karimi, A.H. Acda, S.P., Capitan, S.S., Laurena, A.C., Tambalo, F.Z., Angeles, A.A., Loresco, M.M., Aychocho I.O. and Sevilla C.C., 2014. *In-situ* cattle rumen degradability of urea-molasses and cellulase treated rice straw. Annual Research & Review in Biology, 4(22): 3420-3428.
- Karunanandaa, K., Varga, G.A., Akin, D.E., Rigsby, L.L. and Royse, D.J., 1995. Botanical fractions of rice straw colonized by white-rot fungi: changes in-situ chemical composition and structure. Animal Feed Science Technology, 55, 179-199.
- Kersten, P. and Cullen, D., 2007. Extracellular oxidative systems of the lignin-degrading Basidiomycete *Phanerochaete chrysosporium*. Fungal Genetics and Biology, 44, 77-87.
- Kirk, T. K. and Cullen, D., 1998. Enzymology and molecular genetics of wood degradation by white rot fungi. Environmentally Friendly Technologies for the Pulp and Paper Industry, edited by Raymond A. Young and Masood Akhtar, ISBN: 0-471-15770-8.
- Kutlu, H.R., Görgülü, M., Baykal, L., Özcan, N. and Büyükalaca, S., 2000. Effect of *Pleurotus Florida* Inoculation or urea treatment on feeding value of wheatstraw. Turkish Journal of Veterinary Animal Sciences, 24, 169-175.
- Li, H., Liang, W.Q., Wang, Z.Y., Luo, N., Wu, X.Y., Hu, J.M., Lu, J.Q., Zhang, X.Y., Wu, P.C. and Liu, Y.H., 2006. Enhanced production and partial characterization of thermostable α -galaktosidase by thermotolerant *Absidia* sp. WL511 in-situ solid state fermentation using response surface methodology. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 22, 1-7.
- Liu, J. X., Qrskov, E. R. and Chen, X. B., 1999. Optimization of steam treatment as a method for upgrading rice straw as feeds. Animal Feed Science Technol, 76, 345-357.
- Macit, M. ve Karaoğlu, M., 1999. Ruminantlar için melas üre bloklarının kullanımı. Yem Magazin Dergisi, 7,9, 42-49.
- Madhavi, S. R., Lele, S.S. Madhavi, V. and Lele, S.S., 2009. Laccase: properties and application. Bioresources, 4,1694-1717.
- Manavalan, A., Adav, S.S. and Sze, S.K., 2011. İTRAQ-based quantitative secretome analysis of *Phanerochaete chrysosporium*
- Mariga, A.M., Yang, W., Mugambi, D.K., Pei, F., Zhao, L., Shao, Y. and Hui Q., 2014. Antiproliferative and immunostimulatory activity of a protein from *Pleurotus eryngii*. Journal Science Food Agriculture, 94, 3152-3162.
- Martillotti, F., Terramocis, S., Puppo, S. and Danese, V., 1995. Rumen protein degradability of concentrate feed. Zoot. Nut. Anim. 21(supl): 171-175.

- Martinez, D., Larrondo, L.F., Putnam, N., Gelpke, M.D.S., Huang, K., Chapman, J., Helfenbein, K.G., Ramaiya, P., Detter, J.C., Larimer, F., Coutinho, P.M., Henrissat, B., Berka, R., Cullen, D. and Rokhsar, D., 2004. Genome sequence of the lignocellulose degrading fungus *Phanerochaete chrysosporium* strain RP78. *Nature Biotechnology*, Volume:22, Number:6. 695-700.
- McDonald, L., 1981. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *J. Agric. Sci. Camb*, 96,251-252.
- Mehrez, A.Z. and Qrskov, E.R., 1977. A study of the artificial fiber bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *Journal Agriculture Science Cambridge*, 88, 645-650.
- Menke, KH, Raab L, Salewski A, Steingass H, Fritz D. and Schneider W., 1979. The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *Journal Agriculture Science Cambridge*, 503
- Menke, K.H. and Steingass H., 1998. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. *Animal Research Development*, 28, 7-55.
- Moon, Y.H., Ok, J.U., Lee, S.J., Ha, J.K. and Lee, S.S., 2010. A comparative study on the rumen microbial populations, hydrolytic enzyme activities and dry matter degradability between different species of ruminant. *Animal Science Journal*. 81, 642-647.
- Muğlalı, Ö.A., 1993. Samanın lignolitik aktiviteli mikroorganizmalarla muamele edilerek yem değerinin artırılma olanaklarının araştırılması. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Hayvan Besleme ve Besleme Hastalıkları Ana Bilim Dalı. Doktora Tezi.
- Muller, H.W. and Rosh, W., 1986. Screening of white-rot fungi for biological pretreatment of wheat straw for biogas production. *Applied Microbiology Biotechnology*, 24,180-185.
- Nocek, J.E., 1988. *In-situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility, A review *Journal Dairy Science*, 71, 2051-2069.
- NRC. Nutrient Requirements of Sheep. 1985. Sixth revised edition. National academy. Washington D.C.
- Okano, K., Boonlue, S. and Suzuki, Y., 2005. Effects of ammonium hydroxide treatment on the *in vitro* dry matter digestibility and gas production of wheat straw, sugarcane bagasse medium and konara oak rotted by edible basidiomycetes. *Animal Science Journal* 76, 147–152.
- Ørskov, E.R. and McDonald, I., 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science Cambridge*, 92,499–503.
- Parveen, N., Kahlon, S.S., Sethi, R.D. and Chopra, A.K. 1983. Solid state fermentation of wheat straw into animal feed. *Indian Journal Animal Science*, 53, 1191-1194.
- Polat, M., Şayan, Y., Özkul, H. ve Polat, C., 2007. Kaba yemlerin rumende protein parçalanabilirliklerinin *in-situ* naylon torba tekniği ile belirlenmesi. *Ege Üni. Ziraat Fak. Derg.* 44 (1):99-111. ISSN 1018-8851.
- Promkot, C. and Wanapat, M., 2003. Ruminal degradation and intestinal digestion of crude protein of tropical protein resources using nylon bag technique and three-

- step in vitro procedure in dairy cattle; Livestock Research for Rural Development (15) 11.
- Reade, A.E. and McQueen, R.E., 1983. Investigation of white- rot fungi for the conversion of poplar into a potential feedstuff for ruminants. Canadian Journal of Microbiology, 29,457-463.
- Reddy, C. A. and D'Souza, T. M., 1994. Physiology and molecular biology of the lignin peroxidases of *Phanerochaete chrysosporium*. FEMS Microbiology Reviews, 13, 2-3, 137-152.
- Reid, I.D., 1989. Solid state fermentation for biological delignification. Enzyme and Microbial Technology, 11, 786-803.
- Ribeiro J. M. C. R., 1994. Nutritive value of treated straw. In: Tisserand J.-L. (ed.). Les pailles dans l'alimentation des ruminants en zone méditerranéenne. Zaragoza:CIHEAM, p. 79-95 (Options Méditerranéennes: Série B. Etudes et Recherches; n. 6)
- Sayed, AB.N., 2009. Effect of different dietary energy levels on the performance and nutrient digestibility of lambs, Veterinary World, Vol.2(11):418-420.
- Sharma, R. K. and Arora, D. S., 2010. Production of lignocellulolytic enzymes and enhancement of *in-vitro* digestibility during solid state fermentation of wheat straw by *Phlebia floridensis*. Bioresource Technology, journal homepage: www.elsevier. Com/locate/biortech, 101, 9248-9253.
- Sharma, R. K. and Arora, D. S., 2013. Fungal degradation of lignocellulosic residues: an aspect of improved nutritive quality. Critical Reviews Microbiology, 1-9, doi: 10.3109/1040841X.791247.
- Shrivastava, B., Thakur, S., Khasa, Y.P., Gupte, A., Puniya, A.K. and Kuhad, R.C., 2011. White-rot fungal conversion of wheat straw to energy rich cattle feed. Biodegradation, 22,823-831.
- Shrivastava, B., Jain, K. K., Kalra, A. and Kuhad, R. C., 2014. Bioprocessing of wheat straw into nutritionally rich and digested cattle feed. Scientific Reports, 4,6360, DOI: 10.1038/srep06360.
- Singh, K., Rai, S.N., Singh, G.P. and Gupta, B.N. 1989. Solid state fermentation of urea-ammonia treated wheat straw and rice straw with *Coprinusfimetarius*. Indian Journal of Microbiology, 29, 371-376.
- Singh, D., Zeng, J., Laskar, D.D., Deobald, L., Hiscox, W.C. and Chen, S., 2011. Investigation of wheat straw biodegradation by *Phanerochaete chrysosporium*. Biomass and Bioenergy, 35,1030-1040.
- Susmel, P., Stefanon, B., Mills, C.R. and Spenghero, M., 1990. Rumen degradability of organic matter, nitrogen and fibre fractions forages. Animal Production, 51, 515-526.
- Şahin, H.T. ve Arslan, M.B., 2007. Kağıt üretiminde yeni teknolojilerin uygulanabilirliği, biyolojik delignifikasyon. Süleyman Demirel Üniversitesi. Orman Fak. 15. Ulusal Biyoteknoloji Kongresi.
- Şayan, Y., Özkul, H., Alçiçek, A., Coşkuntuna, L., Öneç, S. ve Polat, M., 2004. Kaba Yemlerin Metabolik Enerji Değerlerinin Belirlenmesinde Kullanılabilecek Parametrelerin Karşılaştırılması. Ege Üniv. Ziraat Fak.Derg., 41 (2), 167-175.
- Şehu, A., Yalçın, S. ve Önel, A.G., 1996. Bazı buğdaygil samanlarının in vivo sindirilme dereceleri ve rumende parçalanma özellikleri. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 43,469-4.

- Talaei, A., Karimi, A. and Thévenon, MF., 2013. Influence of heat treatment medium on fungal resistance of beech wood. The International Research Group On Wood Protection, Proceedings IRG Annual Meeting (ISSN 2000-8953), Paper prepared for the 44th Annual Meeting, 16-20 June 2013, Stockholm, Sweden.
- Tahseen, O., Abdallah, J. and Omar, J.A. 2014. *In-situ* degradability of dry matter, crude protein, acid and neutral detergent fiber of olive cake and greenhouse wastes of tomato and cucumber, *Revue Méd. Vét.*, 2014, 165, 3-4, 93-98.
- Tekce, E. ve Gül, M., 2014. Ruminant beslemede NDF ve ADF'nin önemi. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi, 9,1,63-73.
- Tian, X-F., Fang, Z. and Guo, F., 2012. Impact and prospective of fungal pre-treatment of lignocellulosic biomass for enzymatic hydrolysis. *Biofuels Bioproducts and Biorefining*, 6,335-350.
- Tien, M. and Kirk, K.T., 1983. Lignin-degrading enzyme from the Hymenomycete *Phanerochaete chrysosporium* burds. *Science*, 12;221(4611) 661-663.
- Tuor, U., Winterhalter, K. and Fiechter, A., 1995. Enzymes of white rot fungi involved in lignin degradation and ecological determinants for wood decay, *Journal of Biotechnology*, 41, 1-17.
- Turgut, L., 2008. Kimyasal muameleye tabi tutulan buğday ve arpa samanlarının rumende parçalanabilirliklerinin belirlenmesi. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23, 3, 183-189.
- Turgut, L. ve Kaya, A., 2009. Sodyum hidroksit ile muamele edilen buğday ve arpa samanlarının rumende parçalanabilirliklerinin belirlenmesi. 6. Zootekni Bilim Kongresi.
- Turgut, L. and Yanar, M., 2004. *In-situ* dry matter and crude protein degradation kinetics of some forages in Eastern Turkey. *Small Ruminant Research* 52 (2004) 217–222.
- Tuyen, V.D., Cone, J.W., Baars, J.J.P., Sonnenberg, A.S.M. and Hendriks, W.H., 2012. Fungal strain and incubation period affect chemical composition and nutrient availability of wheat straw for Rumen fermentation. *Bioresource Technology*, 111, 336-342.
- TÜİK, 2001. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>
- TÜİK, 2015. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>
- TÜİK, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr>
- Valmaseda, M., Almendros, G. and Martinez, A.T., 1990. Substrate dependent degradation patterns *in-situ* the decay of wheat straw and beech wood by ligninolytic fungi. *Applied Microbiology Biotechnology*, 33,481-484.
- Van der Walt, J.G. and Meyer, J.H.F., 1988. Protein digestion in ruminants, *South African Journal of Animal Science*, 18,1.
- Van Kuijk, S.J.A., Sonnenberg, A.S.M., Baars, J.J.P., Hendriks, W.H. and Cone, J.W., 2015. Fungal treated lignocellulosic biomass as ruminant feed ingredient: A review. *Biotechnology Advances*, 33,191-202.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.D. and Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharide in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
- Von Keyserlingk, M.A.G., Shelford, J.A., Puchala, R. and Fisher, L. 1998. *In-situ* disappearance of amino acids from grass silage in the rumen and intestine of cattle. *J. Dairy Sci.* 81:140-149.

- Wan, C. and Li, Y., 2010. Microbial pretreatment of corn stover with *Ceriporiopsis subvermispota* for enzymatic hydrolysis and ethanol production. *Bioresource Technology*, 101,6398-6403.
- Wilkins, R.J. and Minson D.J., 1970. The Effects of grinding, supplementation and incubation period on cellulose digestibility in vitro and its relationship with cellulose and organic matter digestibility in vivo. *Journal of Agricultural Science*, 74,445-451.
- Woods, V.B., Moloney, A. P. and Mara, F.P.O., 2003. The nutritive value of concentrate feedstuffs for ruminant animals. Part II: *In-situ* ruminal degradability of crude protein. *Animal Feed Science and Technology*, 110, 131-143.
- Yavuz, M., (2005). Bazı ruminant yemlerinin nispi yem değeri ve in vitro sindirim değerlerinin, GOÜ. Ziraat Fakültesi, 2005, 22,1, 97-101.
- Yıldırım, N. ve Yıldız, A., 2010. *Pleurotus eryngii* suşlarının lignoselülozik soya saplarını biyodönüştürme etkinlikleri. *Ekoloji* 19, 76, 88-94. Doi: 10.5053/Ekoloji. 2010.
- Zadrazil, F., 1977. The conversion of straw into feed by Basidiomycetes. *European Journal of Applied Microbiology*, 4, 273-281.
- Zadrazil, F. and Uniya, A. K., 1995. Studies on the effect of particle size on solid-state fermentation of sugarcane bagasse into animal feedusing white-rot fungi. *Bioresource Technology*, 54, 85-87.

ÖZGEÇMİŞ

2007 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi'den mezun oldu. Yüksek lisansını 2011 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde tamamladı. 2012 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde doktora eğitimine başladı. 2013 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'ne yatay geçiş yaptı. 2012 Kasım ayında Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünde çalışmaya başladı. Halen daha bu kurumda görevine devam etmektedir.

