



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME VE BESLENME
HASTALIKLARI (VETERİNER) ANABİLİM DALI

**BİYOLOJİK METOTLA MUAMELE EDİLEN MISIR
SAMANININ *İN-VİTRO* TEKNİKLERLE
SİNDİRİLEBİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Aydan ATALAR

**Samsun
Ocak-2017**



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
HAYVAN BESLEME VE BESLENME
HASTALIKLARI (VETERİNER) ANABİLİM DALI

**BİYOLOJİK METOTLA MUAMELE EDİLEN MISIR
SAMANININ *İN -VİTRO* TEKNİKLERLE
SİNDİRİLEBİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ**

DOKTORA TEZİ

Aydan ATALAR

**Danışman
Prof. Dr. Nurcan ÇETİNKAYA**

**Samsun
Ocak-2017**

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Aydan ATALAR tarafından Prof. Dr. Nurcan ÇETİNKAYA danışmanlığında hazırlanan “Biyolojik Metotla Muamele Edilen Mısır Samanının *İn-Vitro* Tekniklerle Sindirilebilirliğinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından 12 Ocak 2017 tarihinde yapılan sınav ile Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları (Veteriner) Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan :
Prof. Dr. Nurcan ÇETİNKAYA, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye :
Prof. Dr. İsmail KAYA, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye :
Prof. Dr. Gül Fatma YARIM, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye :
Prof. Dr. Sakine YALÇIN, Ankara Üniversitesi

Üye :
Prof. Dr. Seher KÜÇÜKERSAN, Ankara Üniversitesi

ONAY

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

.... / /.....

Prof. Dr. Ahmet UZUN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın planlanması ve yürütülmesi sırasında ilgi ve yardımlarını gördüğüm, çalışmalarımın her aşamasında 7/24 bana destek olan danışmanım Sayın Prof. Dr. Nurcan ÇETİNKAYA'ya, tez izleme komitemde yer alan değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. İsmail KAYA'ya ve Sayın Prof. Dr. Gül Fatma YARIM'a şükranlarımı sunarım.

Mısır samanının biyolojik muamelesinin yapılmasında bana laboratuvar imkanlarını kullandıran büyük desteklerini gördüğüm OMÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Aysun PEKŐEN'e ve laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Mustafa SALMAN'a, teşekkür ederim.

Tez çalışmam sırasında her konuda destek olan sevgili eşim BEÜ Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi Kerem ATALAR'a, benim bu günlere gelmemi sağlayan ve desteklerini esirgemeyen sevgili anne ve babam başta olmak üzere tüm aileme, Samsun'da her an yardımına koçan samimi arkadaşlarım Dr. Beste DEMİRCİ ve Vet. Hek. Emre DEMİRCİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma, PYO.VET.1904.15.010 proje numarası ile Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığı tarafından desteklenmiştir.

ÖZET

BIYOLOJİK METOTLA MUAMELE EDİLEN MISIR SAMANININ *İN-VİTRO* TEKNİKLERLE SİNDİRİLEBİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ

Amaç: Bu çalışmada mısır samanının *Pleurotus osteriatus* (PO), *Pleurotus eryngii* (PE) ve *Lentinula edodes* (LE) ile muamele edilerek sindirilebilirliğin artırılması ve ayrıca ruminant besleme için fermente mısır samanı hazırlamada kullanılacak en etkin mantar türü ve inkübasyon zamanının belirlenmesi amaçlandı.

Materyal ve Metot: Mısır samanı PO, PE ve LE miselleri ile muamele edilip inkübatörde 26 °C'da 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyonlara bırakıldı. Her bir inkübasyon gününden sonra organik madde sindirilebilirliği (OMS) ve metabolize edilebilir enerji (ME) değerleri *in-vitro* gaz üretim metodu ile; *in-vitro* gerçek KM (IVGKMS), organik madde (IVTGOMS), nötral deterjan fiber (IVGNDFS), asit deterjan fiber (IVGADFS), neutral deterjan lignin (IVGADLS) değerleri ANCOM Daisy inkübatör ile belirlendi.

Bulgular: Ortalama OMS ve ME değerleri; OM, KM, NDF, ADF, ADL'nin IVGS değerleri PO, PE ve LE muamelelerinin inkübasyon süreleri artışına paralel olarak yükselme gösterdi. En etkin mantar olarak PO ve inkübasyon zamanı için de 30 günlük süre belirlendi. Bununla birlikte, mısır samanının PE ve LE ile muamelelerinin 20 ve 30 günlük inkübasyonları sonrasındaki sindirilebilirlikleri de benzer şekilde artış gösterdi.

Sonuç: Her bir mantar türü PO, PE ve LE muameleleri 20 veya 30 günlük inkübasyonlarında fermente mısır samanı hazırlanarak ruminant beslemede kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik muamele; *Lentinula edodes*; mısır samanı; *Pleurotus eryngii*; *Pleurotus osteriatus*; sindirilebilirlik.

Aydan ATALAR, Doktora Tezi
Ondokuz Mayıs Üniversitesi - Samsun, Ocak-2017

ABSTRACT
INVESTIGATION OF BIOLOGICAL TREATED CORN STRAW
DIGESTIBILITIES BY *IN-VITRO* TECHNIQUES

Aim: The objectives of the present study were to improve the digestibility of corn straw by the treatment of white rot fungus mainly *Pleurotus osteriatus* (PO), *Pleurotus eryngii* (PE) and *Lentinula edodes* (LE) and also to determine both the most effective fungus and incubation time to prepare fermented corn straw for ruminant nutrition.

Materials and Methods: The chopped corn straw was treated with PO, PE and LE, and incubated for 10, 20, 30 and 40 days in incubator at 26 °C. After each incubation time, organic matter digestibility (OMD) and metabolisable energy (ME) by *in-vitro* gas production; *in-vitro* true digestibilities of dry matter (IVTDMD), organic matter (IVTOMD), neutral detergent fiber (IVTNDFD), acid detergent fiber (IVTADFD), neutral detergent lignin (IVTADLD) by ANCOM Daisy incubator were determined.

Results: The mean OMD, ME and IVTD of OM, DM, NDF, ADF, ADL levels were increased with PO, PE and LE treatments with increasing incubation times. The most effective fungus was PO and incubation time was 30 day. However, the digestibilities of corn straw were also similarly increased with 20 and 30 days incubation of PE and LE.

Conclusion: Any of PO, PE and LE treatments with either 20 or 30 days incubation may be used to prepare fermented corn straw for ruminant nutrition.

Key Words: Biological treatment; corn straw; digestibility; *Lentinula edodes*; *Pleurotus eryngii*; *Pleurotus osteriatus*.

Aydan ATALAR, PhD Thesis
Ondokuz Mayıs University - Samsun, January-2017

SİMGELER VE KISALTMALAR

ADF	:Asit Deterjan Fiber
ADL	:Asit Deterjan Lignin
GÜ	:Gaz Üretimi
HP	:Ham Protein
HS	:Ham Selüloz
HK	:Ham Kül
HY	:Ham Yağ
IVGADFS	: <i>İn-vitro</i> Gerçek ADF Sindirilebilirlik
IVGADLS	: <i>İn-vitro</i> Gerçek ADL Sindirilebilirlik
IVGKMS	: <i>İn-vitro</i> Gerçek Kuru Madde Sindirilebilirlik
IVGNDFS	: <i>İn-vitro</i> Gerçek NDF Sindirilebilirlik
IVGOMS	: <i>İn-vitro</i> Gerçek Organik Madde Sindirilebilirlik
KM	:Kuru Madde
ME	:Metabolize Edilebilir Enerji
MS-K	:Mısır Samanı Kontrol
MS-PO	: <i>Pleurotus osteritus</i> ile Muamele Edilmiş Mısır Samanı
MS-PE	: <i>Pleurotus eryngii</i> ile Muamele Edilmiş Mısır Samanı
MS-LE	: <i>Lentinula edodes</i> ile Muamele Edilmiş Mısır Samanı
n	:Gaz üretimi (mol)
NDF	:Nötral Deterjan Fiber
OM	:Organik Madde
OMS	:Organik Madde Sindirilebilirliği
P	:Basınç (Psi)
R	:Gaz sabiti (8,314472 L kPa K ⁻¹ mol ⁻¹)
T	:Sıcaklık (°K)
V	:Gaz ölçümü yapılan şişe içindeki gaz hacmi (L)

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Kaba Yemler ve Ruminant Beslemede Önemi	5
2.2. Alternatif Kaba Yem Kaynakları	5
2.3. Mısır Samanı	6
2.4. Kaba Yemlerin Değerlendirilmesi	6
2.5. Kaba Yem Muamele Metotları.....	7
2.5.1. Fiziksel Yöntemler	7
2.5.2. Kimyasal Yöntemler	7
2.5.3. Biyolojik Yöntemler	9
2.6. Kaba Yemlerin Kimyasal Kompozisyonlarının Belirlenmesi.....	12
2.7. Kaba Yemlerin Sindirilebilirliklerinin <i>İn-vitro</i> Gaz Üretim Metodu ile Belirlenmesi	13
2.7.1. <i>İn-vitro</i> Gaz Üretim Metodu ile Kaba Yemlerin Organik Madde Sindirilebilirliği (OMS) ve Metabolize Edilebilir Enerji (ME) Değerlerinin Hesaplanması	14
2.7.2. Kimyasal Kompozisyon Kullanılarak Metabolize Edilebilir Enerjinin Hesaplanması.....	14
2.7.3. <i>İn-vitro</i> Gaz Üretim Metodu ile Yapılan Araştırmalar.....	15
2.8. Daisy İnkübatörü ile <i>İn-vitro</i> Sindirilebilirlik Analizleri.....	17
2.8.1. Daisy İnkübatörü ile <i>İn-vitro</i> Sindirilebilirlik Analizleri ile Yapılan Araştırmalar.....	18
3. MATERYAL VE METOT	20
3.1. Materyal	20
3.1.1. Hayvan Materyali	20
3.1.2. Yem Materyali.....	20
3.1.3. Kullanılan Cihazlar.....	21

3.2. Metot	22
3.2.1. Mısır samanının biyolojik muamelesi	22
3.2.2. Biyolojik Muamele Yapılmış Mısır Samanının Kimyasal Kompozisyonunun Belirlenmesi.....	25
3.2.3. Biyolojik Muamele Yapılmış Mısır Samanının <i>İn-vitro</i> Gaz Üretimini Belirlenmesi.....	33
3.2.4. ANKOM Daisy İn-Vitro Fermentasyon Sistemi ile Gerçek Sindirilebilirlik Analizleri.....	37
3.2.5. İstatistiksel Analizler.....	42
4. BULGULAR.....	43
4.1. Biyolojik Muamele Yapılmış Mısır Samanının Kimyasal Kompozisyonunun Belirlenmesi.....	43
4.2. Biyolojik Muamele Yapılmış Mısır Samanının İn-Vitro Gaz Üretimini Belirlenmesi	45
4.3. Biyolojik Muamele Yapılmış Mısır Samanının ANKOM Daisy <i>İn-Vitro</i> Fermentasyon Sistemi ile Gerçek Sindirilebilirlik Değerlerinin Belirlenmesi	53
5. TARTIŞMA.....	62
5.1. Biyolojik Muamele Yapılmış Mısır Samanının Kimyasal Kompozisyonunun Belirlenmesi.....	62
5.2. Biyolojik Muamele Yapılmış Mısır Samanının İn-Vitro Gaz Üretimini Belirlenmesi.....	65
5.3. Biyolojik Muamele Yapılmış Mısır Samanının ANKOM Daisy İn-Vitro Fermentasyon Sistemi ile Gerçek Sindirilebilirlik Değerlerinin Belirlenmesi.....	66
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	68
KAYNAKLAR	69
ÖZGEÇMİŞ	75

1. GİRİŞ

İyi kaliteli kaba yemlerin hem maliyetlerinin yüksek olması hem de kaba yem kaynaklarının sınırlı olması ruminant beslemecileri düşük kaliteli saman kullanımına yöneltmektedir (Widyastuti ve ark., 1987). Günümüzde arpa ve buğday samanı hayvan beslemede kaba yem kaynağı olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Samanlar vejetasyon dönemini tamamlamış bitkilerin yaprak ve sap kısımlarının kıyılması ile elde edilirler. Ham selüloz bakımından oldukça zengin olup (%30-35) bunun da önemli bir bölümünü sindirilme özelliği bulunmayan lignin oluşturur. Bu tür yemler diğer yemlerin de sindirimini olumsuz yönde etkilerler (Ergün ve ark., 2001). Samanların hücre duvarında bulunan lignoselüloz kompleksini parçalamak, selüloz ve hemiselüloz gibi hücre duvarı unsurlarının yararlanılabilirliğini artırmak için yüzyıllardır araştırmalar yapılmaktadır. Son yıllarda dünyanın atıklarla kirlenmesini önlemek ve daha ekonomik bir yarar sağlayabilmek için biyolojik metotlar uygulanmaktadır. Düşük kaliteli kaba yemlerin biyolojik metotlarla sindirilebilirliğinin artırılması ile hem kaliteli kaba yem üretimi teşvik edilmiş olacak hem de ekonomik hayvancılık yapılmış olacaktır. Özellikle beyaz çürükçül mantarlar lignolitik enzimleri aracılığı ile yüksek molekül ağırlığına sahip lignini parçalarlar (Han, 2001).

Karunanandaa ve Varga (1996)'nın yaptıkları bir çalışmada pirinç samanının mantar ile muamele edilmiş ve hiçbir muameleye maruz bırakılmamış örneklerinin rumende azot metabolizması, yapısal olmayan karbonhidratlar, asit deterjan fiber, nötral deterjan fiber ve ham protein üzerinde etkilerine bakılmıştır. Sonuç olarak selülozun sindirilebilirliği artarken rumende mikrobiyal protein sindirimi için gerekli olan ham protein düzeyinde azalma olduğu gözlenmiştir.

Topal ve ark. (1993), farklı türdeki mantar ve tarımsal artıkları inkubasyona bıraktıklarında, tarımsal artıkların protein içeriğinde artışların olduğunu, fakat inkubasyon ortamına ilave edilen NH_4NO_3 'ün protein artışına çok önemli bir katkı yapmadığını, yine aynı çalışmada, NH_4NO_3 'ün, buğday samanının *in vitro* sindirilebilirlik değerini 90 günlük inkubasyon sonucunda %60 oranında arttırdığını tespit etmişlerdir.

Pamuk samanının *Pleurotus norida* ile 21 gün boyunca yapılan inkubasyonunda substratta kuru madde kaybının %18 olarak gerçekleştiği, lignin

içeriğinin orijinal lignin miktarına göre %33 oranında azaldığı ve kuru madde sindirilebilirliğinin ise %26'dan %38'e çıktığı tespit edilmiştir (Muller ve Rosh, 1986).

Tarımsal atıkların beyaz çürükçül mantarlarla 20, 40 ve 60 gün sürelerle inkubasyonları sonucunda, ham selüloz, nötral deterjan fiber ve lignin içeriklerinde orijinal örnekleriyle karşılaştırıldığında sırasıyla %37,92, %28.20 ve %58'e varan oranlarda sindirilebilirliğinde artışlar tespit edilmiştir (Bayram, 1997).

Lignoselülozik materyalleri en iyi parçalayabilen mikroorganizmalar mantarlardır. Mantarlar beyaz, kahverengi ve yumuşak çürüme olamk üzere 3 tür çürüme oluştururlar (FAO, 2011). Kahverengi çürükçül mantarlar tercihen selüloz ve hemiselüloza saldırır, ancak lignine dokunmaz. Bu nedenle parçalanma kalıntıları kahverengiye dönüşür. Kahverengi çürükçül mantarlar ligninde sınırlı değişiklik yaparak nem oranını artırır. Ligninin aromatik halkasını etkili olarak parçalayamaz halka açılrsa bile ligninin yapısında önemli bir dekompozisyona sebep olamazlar (Mahesh ve Mohini, 2013). Örnek olarak *Agrocybe aegerita* ve *Flammulina velutipes* verilebilir. Yumuşak çürükçül mantarlar *Chaetomium cellulolyticum* lignoselülotik materyali sulandırarak yumuşatırlar, selüloz ve hemiselüloza saldırarak parçalarlar (Chahal ve Young, 1981).

Beyaz çürükçül mantarlar selüloz ve hemiselüloza etki etmeden lignini parçalayarak oluşan ürünlerin rengini beyaza dönüştür, buda materyalin sindirilebilir hale geldiğinin göstergesidir (Zadrazil ve Brunnet, 1982). Beyaz çürükçül mantarlar lignin polimerine saldırarak lignol bağları ve aromatik halkayı parçalarlar. Bunun sonucu olarak da *in-vitro* sindirilebilirlik artar. Beyaz çürükçül mantarlar selülaz, ksilanaz gibi hidrolitik enzimlerle polisakaritleri, ve lignin peroksidaz (LiP), mangan peroksidaz (MnP) ve lakkaz gibi oksidatif ligninolitik enzimlerle lignini parçalarlar (Mahesh ve Mohini, 2013).

Kaba yemlerin potansiyel besleme değeri kimyasal kompozisyon belirleme metotları (AOAC, 2006) kullanarak belirlenir ve yemden gerçek yararlanılabilirlik hakkında bilgi vermez. Yemlerin sindirim derecesi ve yem tüketimi klasik *in-vivo* sindirim deneme yöntemleri ile belirlenmektedir. Klasik *in-vivo* sindirim denemesi bir yemin gerçek sindirim derecesini belirlemede en güvenilir metot olmasına rağmen pahalı bir metottur. *In-vivo* yöntemlere alternatif olarak kolay uygulanabilir *in-vitro* ve *in-situ* yöntemler geliştirilmiştir. Bu metotlar iki aşamalı sindirim yöntemi (Tilley ve

Terry, 1963), naylon kese (Mehrez ve Orskov, 1977; Orskov ve Mcdonald, 1979), gaz üretimi (Menke ve ark., 1979; Menke ve Steingass, 1988) ve suni rumen (Czerkowski ve Breckenridge, 1977) tekniğidir.

Menke ve ark. (1979) ve Menke ve Steingass (1988) gaz üretim tekniğini yemlerin *in vitro* parçalanma hızı, miktarı, metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesini belirlemek için kullanmışlardır. Gaz üretim tekniği yemlerin fermantasyonu sonucu açığa çıkan CO₂ gazı ölçümüne dayanan indirekt bir yöntemdir. Üretilen CO₂ gazı kullanılarak bu metotla birçok parametreler hesaplanmaktadır. Gaz üretim tekniğinde elde edilen parametreler ile hayvanların performansı, yem tüketimi (Blummel ve Ørskov, 1993), mikrobiyal protein sindirimi ve yemlerin *in vivo* sindirim derecesi (Khazaal ve ark., 1993) arasında önemli ve yüksek bir korelasyon bulunmuştur.

Bu çalışmada son zamanlarda yoğun bir şekilde kullanım alanı bulan *in-vitro* gaz üretim tekniği kullanılmıştır. *In-vitro* gaz üretim tekniğinde, yem örnekleri, rumen sıvısı yapay tükürükten oluşmuş bir ortamda fermantasyona tabi tutulmaktadır. Fermantasyon sonucunda oluşan gazlar zamana bağlı olarak ölçülmektedir. Bu gaz değerleri kullanılarak yeme ait sindirim derecesi ve metabolik enerji gibi parametreler hesaplanmaktadır. Yemler, rumen sıvısı ve tampon çözeltilerle anaerop ortamda inkübasyona bırakılarak karbonhidratların fermantasyonuna neden olur. Fermantasyon sonucunda kısa zincirli uçucu yağ asitleri, CO₂ ve CH₄ gazı açığa çıkar (Blummel ve Ørskov, 1993). Proteinlerin fermantasyonu sonucu açığa çıkan gaz miktarı, karbonhidratların fermantasyonu sonucu açığa çıkan gaz miktarından daha azdır. Bir mol uçucu yağ asitin ürettiği CO₂ miktarı 0,8–1,0 mmol arasında değişir ve üretilen gaz miktarı ile uçucu yağ asitleri arasında pozitif bir ilişki vardır (Blummel ve Ørskov, 1993). Suni rumen kullanılarak yemlerin sindirilmesi derecesinin tespit edilmesi Czerkowski ve Breckendridge (1977) tarafından tanımlanmıştır. Laboratuvar şartlarında rumen ortamı oluşturularak yemlerin sindirilmesi derecesi belirlenmektedir.

Menke ve Steingass (1979) tarafından önerilen formüllerle kaba yemler için 24 saatlik inkübasyon sonrası gaz üretiminden (GÜ) organik madde sindirilebilirliği (OMS) ve GÜ ile OMS'den metabolize edilebilir enerji (ME) değerleri hesaplanmaktadır.

Metabolize edilebilir enerjinin kullanım etkinliği kullanım yönüne, rasyonun dengesine, yemlerin birbiriyle etkileşimine, çevre faktörlerine bağlı olarak da

değişkenlik göstermektedir. ME kullanım etkinliğinin hesaplanmasında rasyonun metabolize edilebilirliği dikkate alınmaktadır. Yemlerin ME içeriklerinin saptanmasında, yemlere ait ham besin madde analiz sonuçları veya sindirilebilir besin madde analiz sonuçlarından yararlanılmakta ve farklı regresyon eşitlikleri ile yemlerin ME içeriklerinin belirlenmesi mümkün olabilmektedir. Kaba yemler için HS, ADL, ADF, ADF+HS değerinden ME hesaplanmaktadır (Kirchgeßner ve ark., 1977).

Son yıllarda Türkiye’de mısır üretiminin desteklenmesi nedeniyle mısır ekim alanı ve üretiminde olağanüstü artışlar olmuştur. 2013 yılında tane mısır üretimi bir önceki yıla göre %28,3 oranında artarak yaklaşık 5,9 milyon ton olmuştur (Büyük, 2016). Üretime paralel olarak ele geçen mısır samanı da yaklaşık 5,5 milyon ton civarındadır.

Kaynak taramasında samanların enzim muameleleriyle ilgili makaleler olmasına rağmen fermente mısır samanı hazırlanıp gerçek sindirilebilirliğin artırılması konusunda çalışmalara rastlanmamıştır. Enzim muamelesinde kullanılan saflaştırılmış enzimler etkin olsalar bile muamele maliyetini çok artırdığından tercih edilmemektedir. Bu tez projesi çalışmasında, mısır samanının beyaz çürükçül mantarlardan olan *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii* ve *Lentinula edodes* miselleri ile muamele edilerek sindirilebilirliklerinin *in-vitro* gaz üretim ve Daisy *in-vitro* fermentasyon teknikleriyle incelenerek en etkin lignilolitik beyaz çürükçül mantarın ve inkübasyon süresinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kaba Yemler ve Ruminant Beslemede Önemi

Hayvanların normal yaşamlarını sürdürebilmeleri ve beklenen verimi tam olarak karşılayabilmeleri için ihtiyaç duydukları besin maddelerini çeşitli yemlerle almalarını sağlamak, beslenmenin temelini oluşturur.

Kaba yemler, büyükbaş ve küçükbaş hayvanların beslenmesinde vazgeçilmez öneme sahiptirler. Hayvancılık işletmelerinde üretim maliyetlerinin %60-70'ini yem girdilerinin oluşturduğu göz önüne alınırsa, ekonomik hayvancılık yapılabilmesi için öncelikle yem maliyetlerinin azaltılması gerekmektedir. Yem maliyetlerinin azaltılması da özellikle ruminantlar için ucuz ve kaliteli kaba yem üretiminden geçer. Kaba yeme dayalı besleme yapıldığında maliyet %10-30'a düşürülebilmektedir (Taşpınar, 2013).

2.2. Alternatif Kaba Yem Kaynakları

Kaba yemler çiftlik hayvanları için hem en ucuz besin kaynağı hem de sindirim fizyolojisi bakımından önemli işlevlere sahiptir. Ayrıca ruminantlarda rumen mikroflorası için gerekli besin maddelerini içermesi nedeniyle de vazgeçilmez öneme sahiptirler (Budak, 2014).

Türkiye'de toplam 29284247 baş koyun, 9225548 keçi ve 14415257 baş sığır bulunmaktadır (TÜİK, 2016). Ülkemizde ruminant hayvanların yaşama payı gereksinimlerini karşılayabilmek için yılda 60 milyon ton kaliteli kabayeme ihtiyaç duyulmakta olup, kaliteli kaba yem üretimimiz yılda 38,6 milyon ton düzeyinde kalmaktadır (TÜİK, 2016). Buna göre araştırmalar ülkemizde yılda 21,4 milyon ton kaliteli yem açığı bulunduğunu göstermektedir. Dolayısıyla ekonomik hayvan beslemenin temelini oluşturan kaliteli kaba yem açığının kapatılması büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple de ruminant beslemeciler alternatif kaba yem kaynaklarına yönelmişlerdir.

Kaba yem denildiğinde akla ilk gelen yemler yonca kuru otu, korunga kuru otu, fiğ kuru otu, üçgül kuru otu, saman ve silajlardır. Ancak bunların yanında buğdaygil yeşil otları (buğday, arpa, yulaf, tritikale yeşil otları), sorgum, hayvan pancarı, sudan otu, yemlik kolza, yemlik lahana, mısır hasılı, ayçiçeği hasılı da alternatif kaba yem kaynağı olarak değerlendirilmektedir.

2.3. Mısır Samanı

Mısır samanı mısır saplarından koçanlar ayrıldıktan sonra geriye kalan kısım parçalanarak elde edilir. Besin maddeleri sindirimi diğer samanlara göre daha iyidir. Mineral maddelerden kalsiyum ve fosfor yönünden zengindir (Küçükersan S, 2011).

Mısır tarımı; yoğun olarak Akdeniz, Karadeniz, Marmara, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerindeki yaklaşık olarak 60 ilimizde yapılmaktadır. Son yıllarda Türkiye’de mısır üretiminin desteklenmesi sebebiyle mısır ekim alanı ve üretiminde beklenenin üstünde artışlar olmuştur. 2013 yılında tane mısır üretimi bir önceki yıla göre %28,3 oranında artarak yaklaşık 5,9 milyon ton olmuştur (Büyük, 2016). Mısır üretiminin de yan ürünü olarak 5,9 milyon ton mısır samanı elde edilmektedir.

Kaba yem sıkıntısından dolayı ruminantların beslenmesinde hububat samanlarıyla beraber mısır samanının da kullanımı artmaktadır. Bitkide dane oluşumuyla birlikte özellikle yapraklardaki besin maddelerinin danede birikmesi sonucu samanların besin değeri oldukça azalmaktadır. Samanın besin değerinin düşük olmasının sebebi enerji ve ham protein içeriklerinin yetersiz oluşundan ve ligninle birlikte diğer hücre duvarı karbonhidratlarının arasındaki çapraz bağların mikrobiyal enzimlere karşı çok dirençli olmasından kaynaklanmaktadır (Açar ve ark., 2015).

2.4. Kaba Yemlerin Değerlendirilmesi

Kaba yemler kuru maddede %18’ den daha fazla ham selüloz içeriğine sahip olan yemlerdir. Kaba yemler ruminantların rumen mikroflorasında gerekli enzimlerin salgılanmasına yardımcı olmaları ve buna bağlı olarak da rumen gelişimini hızlandırmaları bakımından önemlidirler. Ayrıca hayvanların yaşam ve verim payı ihtiyaçlarının karşılanması ile hayvanlara vitamin ve mineral sağlamada önemlidirler (Güngör ve ark., 2008).

Hayvanların kaba yem ihtiyacının karşılandığı kaynaklar, doğal çayır ve meralar, yem bitkileri (yonca, korunga, fiğ, bakla, bezelye, sorgum, sudan otu ve hasıl mısır), harman kalıntıları (buğdaygil ve baklagil samanları, kavuzlar) ile yeşil ve su bakımından zengin (posa ve cibre) yemlerdir (Çolpan, 2011). Bu çeşitlilikten dolayı da kaba yemlerin besin madde içerikleri oldukça geniş bir değişim göstermektedir.

2.5. Kaba Yem Muamele Metotları

Samanlar elde edildikleri bitkinin sap ve yapraklarından meydana gelmesinden dolayı ham selülozca zengindir ve dolayısı ile besleyici değeri de oldukça düşüktür. Bitkinin kolay sindirilebilen besin maddeleri tohumlara taşındığından sap ve yapraklarda sindirimi zor besin maddeleri kalır. Özellikle hücre duvar yapısında bulunan lignin fiziksel ve kimyasal parçalanmaya karşı direnç gösterir.

Hayvan beslemede kullanılan kaba yemler yapısal olan (selüloz, hemiselüloz, lignin ve pektin gibi) ve yapısal olmayan karbohidratlardan (glikoz, nişasta ve organik asitler gibi) oluşur. Kaba yemlerde bulunan yapısal karbohidratlar NDF (selüloz, hemiselüloz ve lignin) ve ADF (selüloz, hemiselüloz) olarak iki gruba ayrılır. Yapısal karbohidratların hayvan beslemede kullanımı, ruminatlarda yemden yararlanmanın artırılması ve rumen sağlığının korunması için önemlidir (Tekçe ve Gül, 2014).

Ruminantlarda bulunan sindirim enzimleri ile rumen mikroorganizmaları tarafından üretilen mikrobiyal enzimler lignin sindiriminde etkin değildirler. Sindirilemeyen lignin ise yemlerin hem sindirilme derecelerini hem de yemden yararlanmayı azaltmaktadır (Naser ve ark., 2011).

Samanların hücre duvarında bulunan lignoselüloz kompleksini parçalamak, selüloz ve hemiselüloz gibi hücre duvarı unsurlarının yararlanılabilirliğini artırmak için yüzyıllardır araştırmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemler üzerinde yoğunlaşmıştır.

2.5.1. Fiziksel Yöntemler

Doğrama, öğütme, nemlendirme, kaynatma, otoklava etme, peletleme, ısıtma ve radyasyon yeme uygulanan fiziksel yöntemlerdir. Ancak fiziksel yöntemleri sınırlayan bazı faktörler mevcuttur. Bunlar uygulama sırasında enerji sarfiyatı buna bağlı olarak ortaya çıkan ekonomik nedenler ve uygulama sonrasında sonuçların yetersiz kalması gibi faktörlerdir.

2.5.2. Kimyasal Yöntemler

Samanın alkol, hidrojen peroksit, kalsiyum klorür, formik asit, ferroklorür, biüre, organik klor ve sodyum hidroksit ile muamelesidir. Ancak bu yöntem çevre kirliliği, uygulama zorluğu ve uygulana kimyasalın samandan uzaklaştırılması sırasında

oluşan kayıplardan dolayı pratikte uygulama alanını çok ta fazla bulamamıştır. Ancak samanın organik madde sindirilebilirliğini artırmak için çeşitli kimyasal maddelerle muamele edilmesi sağlanmıştır.

Yapılan bir çalışmada, NaOH samanının kimyasal yapısına ve arpa samanının *in-vivo*, *in-vitro* ve *in-situ* sindirimine olan etkisi araştırılmış ve muamele edilmemiş arpa samanının kuru madde, kül, ham yağ, protein, selüloz, hemiselüloz ve lignin değerleri sırasıyla %92.6, %5.18, %2.06, %3,57, selüloz %40.2, hemiselüloz %31 ve lignin %6 olarak bulunmuştur. NaOH muamelesinden sonra ise KM %26.6, HK %13.9, HY %2.06, HP %3, HS % 42, hemiselüloz %19 ve lignin %7 olarak bulunmuştur. Kuru madde sindirilebilirliği NaOH muamelesi ile birlikte %54.35'ten, %71.25'e çıkmıştır. *In-vitro* organik madde sindirilebilirliği ise %45.68'ten %75.13'e çıkarak artış göstermiştir (Arisoy, 1998).

Amonyak ve üre ile muamele edilen buğday ve arpa samanlarının rumende KM ve HP parçalanabilirliklerinin naylon kese tekniği ile belirlenmesi amacıyla yapılan başka bir çalışmada ise yemler (kontrol; 10, 20 ve 30 gün süreyle üre ve amonyak ile muamele edilen saman örnekleri) 16, 24, 48 ve 72 saat süre ile rumende inkübasyona bırakılmıştır. Amonyak ve üre ile muamele samanların HP içeriklerini artırmıştır. Saman çeşidi ve inkübasyon süresi dikkate alındığında en yüksek KM ve HP parçalanabilirlik değerlerinin arpa samanından elde edildiği tespit edilmiştir. Kuru madde parçalanabilirliği açısından kontrol ile üreli gruplar (10, 20 ve 30 gün süreyle muamele) kıyaslandığında, kontrole göre üreli gruplarda % 1,4, % 2,3 ve % 0,7 şeklinde bir değişim olurken, amonyaklı gruplarda (10, 20 ve 30 gün süreyle muamele) ise % 11,8, % 13,8 ve % 14,8 şeklinde orantılı bir artış gözlenmiştir. HP parçalanabilirliğinde ise kontrol grubuna göre üre muameleli gruplarda % 22,9, 19,1 ve 19,2; amonyaklı gruplarda ise % 20,4, 22,0 ve 21,5'lük bir artış olmuştur (Turgut, 2008).

Amonyak, üre-kalsiyum hidroksit ve idrar ile muamele edilen pirinç samanının kimyasal yapısı ve kese yöntemi ile rumende parçalanabilirliğinin incelendiği bir çalışmada, muameleye maruz kalmamış samana göre yapılan tüm kimyasal muamelelerde ham proteinin belirgin bir şekilde arttığı görülmüştür. NDF ve selüloz bileşenlerinin anlamlı bir şekilde azalma görülürken ADF ve selülozda herhangi bir değişimin olmadığı görülmüştür (Elseed ve ark., 2003).

2.5.3. Biyolojik Yöntemler

Son yıllarda, kimyasal atıklarla çevrenin giderek kirlenmesini önlemek ve hayvancılığın daha ekonomik hale gelmesini sağlamak için araştırmacılar biyolojik yöntemlere yönelmiştir. Sindirilemeyen bitki hücre duvarı bileşenlerinin biyolojik olarak ayrışması mikroorganizmalar tarafından sentezlenen enzimlerle sağlanmaktadır. Biyolojik yöntemler çevre dostu olmalarından dolayı diğer yöntemlere göre tercih sebebidir.

Bakteri Muamelesi

Mycobacterium, *Arthrobacter* ve *Flavobacterium* türü bakteriler lignini parçalayabilme özelliğine sahiptir.

Pirinç samanının besleyici değerliliğini artırmak amacıyla yapılan bir çalışmada, pirinç samanı laktik asit bakterileri ile fermentasyon ve adsorbsiyon olmak üzere iki farklı şekilde muamele edilmiştir. Her iki uygulama da samanın besleyici değerliliğini artırmıştır ancak adsorbsiyon yolu ile sindirilebilirlik daha da artmıştır. Kuru madde KM ve HP konsantrasyonu artış gösterirken, NDF, ADF ve NH₃-N konsantrasyonları azalıp laktik asit üretimi ve *in-vitro* kuru madde sindirilebilirlik (IVDMD) artış göstermiştir (Liu et al., 2015).

Fasülye samanının sindirilebilirliğini ve besleyiciliğini artırmak amacıyla bakteri (*Bacillus*spp, *Ruminococcus*albus) muamelesinin yapıldığı bir çalışmaya göre, verilerin *Ruminococcus albus* ile muamele edilen fasülye samanının HP oranı bakımından en yüksek değere sahip olduğu ve HS, ADL, ADF ve selülozun ise daha düşük değere sahip olduğu görülmüştür. Fasülye samanının *Bacillus spp* ya da *Ruminococcus albus* ile muamele edilmiş örneği kontrol grubu ile karşılaştırıldığında OM, HP, HS, ADF, NDF ve selüloz sindirilebilirliğinin arttığı gözlenmiştir. Hiçbir muamele yapılmayan kontrol grubunun OM, HP, HS, NDF, ADF ve ADL değerleri sırasıyla; %90,28, %7,33, %41,94, %59,79, %42,98 ve %12,07'dir. *Bacillus spp* ile muamele edilen örneklerin değerleri ise sırasıyla; %88,91, %14,56, %30,54, %48,65, %33,72 ve %10,36'dır. *Ruminococcus albus* ile muamele edilen örneklerin değerleri sırasıyla; %87,55, %15,22, %28,35, %49,87, %30,59 ve %9,58 olarak bulunmuştur (Abd El-Galil ve Ebtehag, 2011).

Enzim Muamelesi

Enzimler, yem ham maddelerinde bulunan hem antinutrisyonel faktörleri hem de lif bakımından zengin hücre duvarını da parçalayarak, içinde kalan nişasta, protein ve mineral maddelerden yararlanmayı da artırır. Yem hammaddesi içinde yer alan ve hayvanın endojen enzimleri tarafından genellikle parçalanmayan spesifik kimyasal bağları, yeme katılan enzimler parçalamakta, böylelikle de daha fazla besin maddesi serbest hale geçmektedir.

Samanların sindirilebilirliği yapısal karbonhidratların depolimerizasyonuna bağlıdır. Makromoleküllerin enzimatik yolla parçalanmasıyla birlikte samanın sindirilebilirliği artar (Fazaeli ve ark., 2004).

Mantarlardan izole edilebilir lignoselülitik enzimleri peroxidases ve oxidases, hidrolitik enzimleri ise sellülaz, hemisellülaz , pektinaz, kitinaz, amilaz, proteaz, esteraz, ve mannaz oluşturur (Godliving, 2012).

Fibrolitik bir enzim olan sellülaz ile buğday samanının farklı kombinasyonlarda muamele edilmesinin buğday samanının besin madde kompozisyonu üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, sellülaz enzimi, hücre duvarının parçalanabilirliğini artırarak sellüloz ve hemisellüloz gibi yapısal polisakkaritlerin monosakkaritlere dönüşümü sağlanmış ve böylece buğday samanının NDF, ADF, ADL, hemisellüloz ve sellüloz içeriklerinde azalma olduğu görülmüştür. Kontrol grubundaki buğday samanının NDF, ADF, ADL, hemiselüloz ve selüloz değerleri sırasıyla; %85,54, %55,63, %12,61, %29,91, %43,02 iken enzim muamelesinin ardından bu değerler sırasıyla %73,33, %47,31, %10,73, %26,02, %36,58 olduğu görülmüştür (Kalkan ve Filya, 2011).

Çeltik samanı ile selülaz enzimi muamelesinin yapıldığı bir çalışmada ise verilere göre, araştırmada çeltik samanının en yüksek düzeyde selülazile muamele ve 40°C'de inkübe edilmesiyle $IVGS_{yem}$, $IVGKM_S$, $IVGNDF_{KM}$ ve $IVGOMS_{KM}$ değerleri sırasıyla %62,99, %60,43, %30,70 ve %63,58 olarak bulunmuştur. Sonuç olarak, elde edilen bulgular selülaz enzimi ile çeltik samanı muamelesinin gerçek sindirilebilirliği artırdığını göstermiştir (Selçuk ve ark., 2015).

Beyaz çürükçül mantarlardan izole edilen enzim ekstratının buğday samanının kimyasal kompozisyonu ve in vitro sindirilebilirliği üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada lakkaz ve peroksidazın lignolitik aktivite göstererek hücre duvarı

bileşenlerinin parçalanmasını sağladığı ve in vitro NDF sindirilebilirliğini ve gaz üretimini artırdığı görülmüştür (Rodrigues ve ark., 2008).

Ganoderma spp. türü mantarlardan izole edilen tannaz enzimi ile muamele edilen buğday samanının biyokimyasal parametreleri ve HP değerleri üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada HP oranının %1,28 oranında arttığı, ligninin yüksek oranda parçalandığı ve in vitro sindirilebilirliğin artmış olduğu buna bağlı olarak ta besleyiciliği yüksek saman eldesinin olduğu görülmüş (Raghuwanshi ve ark., 2014).

Mantar Muamelesi

Son yıllarda dünyanın atıklarla kirlenmesini önlemek vedaha ekonomik bir yarar sağlayabilmek için biyolojik metotlar uygulanmaktadır. Düşük kaliteli kaba yemlerin biyolojik metotlarla sindirilebilirliğinin artırılması ile hem kaliteli kaba yem üretimini teşvik eder hemde ekonomik hayvancılık yapılmasını sağlar. Özellikle beyaz çürükçül mantarlar lignolitik enzimleri aracılığı ile yüksek molekül ağırlığına sahip lignini depolimerize ve mineralize edebilirler (Han, 1978).

Lignoselülozik materyalleri en iyi parçalayabilen mikroorganizmalar mantarlardır. N Mantarlar beyaz, kahverengi ve yumuşak çürüme olarak üzere 3 tür çürüme oluştururlar (FAO, 2011). Kahverengi çürükçül mantarlar tercihen selüloz ve hemiselüloza saldırır, ancak lignine dokunmaz. Bu nedenle parçalanma kalıntıları kahverengiye dönüşür. Kahverengi çürükçül mantarlar ligninde sınırlı değişiklik yaparak nem oranını artırır. Ligninin aromatik halkasını etkili olarak parçalayamaz halka açılrsa bile ligninin yapısında önemli bir dekompozisyona sebep olamazlar (Mahesh ve Mohini, 2013). Örnek olarak *Agrocybeaegerita* ve *Flammulina velutipes* verilebilir. Yumuşak çürükçül mantarlar *Chaetomium cellulolyticum* gibi lignoselülotik materyali sulandırarak yumuşatırlar ve selüloz ve hemiselüloza saldırarak parçalarlar (Chahal ve Moo-Young, 1981).

Delignifikasyon ve rumen parçalanabilirliği mantar türlerine göre farklılık göstermektedir (Agasin ve ark., 1985; Akinfemi ve ark., 2010; Rahman ve ark., 2011).

Beyaz çürükçül mantarlar selüloz ve hemiselüloza etki etmeden lignini parçalayarak oluşan ürünleri beyaza dönüştürürler (Zadrazil ve Brunnert, 1982).

Beyaz çürükçül mantarlar lignin polimerine saldırarak lignol bağları ve aromatik halkayı parçalarlar. Bunun sonucu olarak ta *in-vitro* sindirilebilirlik artar. Beyaz çürükçül mantarlar selülaz, ksilanaz gibi hidrolitik enzimlerle polisakkaritleri, ve

lignin peroksidaz (LiP), manganperoksidaz(MnP) ve lakkaz gibi oksidatifligninolitik enzimlerle lignini parçalarlar.Örnek olarak *Abortiporusbiennis*, *Agaricusbisporus*, *Dichomitussqualens*, *Pleurotuseryngii*, *Pleurotussajor-caju*, *Pleurotustosreatus*, *Pleurotusflabellatus*, *Pleurotusfloridanus*, *Phanerochaetechryso sporium*, *Ganodermasp. Crinipellis*sp., *Pycnoporoussangeus*, *Coriolusversicolor*, *Lenzitesstriata*, *Poriaplascenta*, v.b.

Adamovic ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada *P ostreatus* ile muamele edilen mısır samanının inkübasyon sonrası NDF ve ADF bileşenlerinin kontrol grubuna göre %58,3 ve %73,44'e kadar azaldığı görülmüştür (Adamovic ve ark., 1998).

Yapılan bir çalışmaya göre pirinç samanının mantar ile muamele edilmiş ve hiçbir muameleye maruz bırakılmamış örneklerinin yapısal olmayan karbonhidratlar, asit deterjan fiber, nötral deterjan fiber ve ham protein üzerinde etkilerine bakılmış. Sonuç olarak selüloz sindirilebilirliğinde ve ham protein miktarında artış gözlenmiştir (Karunanandaa ve Varga, 1996).

Farklı türdeki mantar ve tarımsal artıkları inkübasyona bırakıldığı bir çalışmada, tarımsal artıkların protein içeriğinde artışların olduğunu, fakat inkübasyon ortamına ilave edilen NH_4NO_3 ' in protein artışına çok önemli bir katkı yapmadığı, yine aynı çalışmada, NH_4NO_3 ' in, buğday samanının *in vitro* sindirilebilirlik değerini 90 günlük inkübasyon sonucunda % 60 oranında arttırdığını tesbit etmişlerdir (Topal ve ark., 1993).

Yapılan bir başka araştırmada *P. ostreatus* ile mısır samanının 15 gün boyunca inkübe edilmesinin sonucunda HP'in 39.5% oranında arttığı ve kül ile NDF'nin ise azaldığı tespit edilmiştir (Ramirez-Bribiesca ve ark., 2010).

2.6. Kaba Yemlerin Kimyasal Kompozisyonlarının Belirlenmesi

Kaba yemler ham selüloz içeriği kuru maddede %18' den daha fazla olan yemlerdir. Ülkemizde kaba yemlerin kaynağını çayır ve meralarımız ile yem bitkileri tarımı olmak üzere iki önemli kaynak oluşturmaktadır. Bu çeşitliliğe bağlı olarak ta kaba yemlerin besin madde içerikleri oldukça farklılık göstermektedir (Alçiçek ve ark., 2008).

Ruminant beslemede yem tüketimi kuru madde bazında ifade edilmektedir. Bitki hücre duvarının temel bileşenlerini ruminantlar tarafından sindirilebilen selüloz, hemiselüloz, pektin ve lignin oluşturmaktadır.

Yemin ham besin maddeleri kimyasal analizler sonucunda ortaya konur. Yem değerlendirmede kullanılan kimyasal analizler ham protein (HP), ham yağ (HY), ham selüloz (HS), ham kül (HK) ve azotsuz öz madde AOAC (2006)' da bildirilen yöntemle göre hesaplanır. Ayrıca Nötral Deterjan Fiber (NDF), Asit Deterjan Fiber (ADF), Asit Deterjan Lignin (ADL) oranları kaba yemlerdeki selülozun sindirilebilirliğini belirleyen önemli bileşenlerdir ve bunların analizleri Van Soest metotuna (Van Soest ve ark.,1991) göre yapılmaktadır. NDF içindeki çözünebilir maddeler yüksek oranda sindirilebilir haldedir ve çoğunlukla nişasta, şeker, HP ve yağdan meydana gelir. Bu sebeple NDF miktarı arttıkça, NDF içinde yer alan çözünebilir maddelerin miktarı azalır. Buna bağlı olarak kaba yemin toplam NDF içeriği, kaba yemin hem genel kalitesi hemde sindirilebilirliği hakkında bilgi verir. ADF selüloz ve lignini içerir ve NDF içerisinden hemiselüloz çıkartılarak elde edilir. Yemin sindirilebilirliğine ek olarak hayvanın enerji alımı hakkında da bilgi verir. Yem içerisindeki nişasta ve şeker gibi kolay çözünebilir karbonhidratlardan oluşun kısım azotsuz öz madde adını alır ve HP, HY, HS toplamının organik maddeden çıkarılması ile elde edilir.

2.7. Kaba Yemlerin Sindirilebilirliklerinin *İn-vitro* Gaz Üretim Metodu ile Belirlenmesi

Hayvanlar yedikleri yemlerin besin maddelerinin sadece sindirilebilir kısmından yararlanabilirler. Bu sebeple yemlerin içerdiği besin maddelerinin hayvan tarafından kullanılabilirliğinin ve yararlanılabilirliğinin ortaya konmasında, yemlerin sindirilebilirliklerinin belirlenmesi önem taşır.

Kaba yemlerin besleme değerlerinin belirlenmesinde birçok yem değerlendirme metotları mevcuttur. Yemlerin sindirilebilirliklerinin değerlendirilmesinde kullanılan bu metotlar, klasik *in-vivo* sindirim denemeleri, *in-vivo* (çift kanüllü hayvan), *in-situ* ve *in-vitro* metotlardır (Singh ve ark, 2010).

İn-vitro sindirim yöntemlerinin uygulanmasında, taze rumen sıvısı temini için cerrahi operasyonla hayvanlara rumen kanülü takılması, olası sağlık problemlerini de yanında getirmektedir. Ayrıca uzun süreli bakım masrafları ve bu hayvanların kullanımı ile ilgili etik ve hayvan refahı gibi faktörlerin bulunması bu konuda çalışanlar için dezavantaj olmaktadır. Dolayısı ile bu durum araştırmacıları, ruminant beslemede kullanılan yem maddelerinin enerji ve sindirim değerlerinin belirlenmesi konusunda *invitro* yöntemlere yöneltmiştir (Canbolat, 2011).

Yem maddelerinin *in-vitro* sindirim değerlerinin belirlenmesinde mikrobiyal fermentasyon için taze rumen sıvısına ihtiyaç duyulmaktadır (Williams, 2000).

İn-vitro yöntemde, suni rumen ortamı oluşturularak yemlerin sindirilebilirliğinin tespiti sağlanmaktadır. *İn-vitro* yöntemlerde en sık kullanılanların başında Tilley-Terry metodu (Tilley ve Terry, 1963) ile *in-vitro* gaz üretim metodu gelir. Bu metotlardan *in-vitro* gaz üretim metodu (Menke ve Steingass, 1988) diğer *in-vitro* metotlarla karşılaştırıldığında kaba yemlerin enerji değerinin tespit edilmesi ve *in-vivo* çalışmalarla elde edilen sindirilebilirlik değerlerine yakın sonuçlar vermesine bağlı olarak daha avantajlıdır. Günümüzde yemlerin besin değerlerinin belirlenmesinde hem uygulama kolaylığı, hem tekrarlanabilirlik hem de hayvan kullanımının en aza indirilmesi ile *in-vivo* yem değerlendirme metotlarının maliyetine göre bu yöntemlerin daha ucuz olması gibi sebeplerin *in-vitro* metotları en sık kullanılan metotlar haline getirmiştir (Singh ve ark., 2010).

2.7.1. *İn-vitro* Gaz Üretim Metodu ile Kaba Yemlerin Organik Madde Sindirilebilirliği (OMS) ve Metabolize Edilebilir Enerji (ME) Değerlerinin Hesaplanması

Menke ve Steingass (1988) tarafından kaba yemler için 24 saatlik inkübasyon sonrası gaz üretiminden (GÜ) organik madde sindirilebilirliği (OMS) ve GÜ ile OMS'den metabolize edilebilir enerji (ME) değerlerinin hesaplanmasında kullanılan formüller aşağıda verilmiştir (Singh ve ark., 2010).

$$\text{OMS (\%)} = 14,88 + 0,889 \text{ GÜ} + 0,45 \text{ HP} + 0,0651 \text{ HK}$$

$$\text{ME}_{\text{GÜ}} \text{ (MJ/kg KM)} = 2,2 + 0,136 \text{ GÜ} + 0,057 \text{ HP} + 0,0029 \text{ HY}$$

$$\text{ME}_{\text{OMS}} \text{ (MJ/kg KM)} = 0,16 \text{ OMS}$$

2.7.2. Kimyasal Kompozisyon Kullanılarak Metabolize Edilebilir Enerjinin Hesaplanması

Yemlerin ME içeriklerinin belirlenmesinde, yemlere ait ham besin madde analiz sonuçları veya sindirilebilir besin madde analiz sonuçlarından yararlanılmakta ve farklı regresyon eşitlikleri ile yemlerin ME içeriklerinin belirlenmesi mümkün olabilmektedir. Kaba yemler için HS, ADL, ADF, ADF-HS değerinden ME hesaplanırken aşağıdaki formüllerden yararlanılmaktadır (Kirchgeßner ve ark., 1977).

HS'a göre ME hesaplama:

$$ME_{HS}, \text{ kcal/kg KM} = 3309,5 - 35,64 \times HS$$

ADL'ye göre ME hesaplama:

$$ME_{ADL}, \text{ kcal/kg KM} = 2764 - 102,73 \times ADL$$

ADF ve HS'a göre ME hesaplama:

$$ME_{ADF+HS}, \text{ kcal/kg KM} = 3464,7 - 58,10 \times ADF + 27,99 \times HS$$

ADF'ye göre ME hesaplama:

$$ME_{ADF}, \text{ MJ/kg KM} = 14,60 - 0,13 \times ADF$$

2.7.3. *In-vitro* Gaz Üretim Metodu ile Yapılan Araştırmalar

Ruminant beslemede sık kullanılan dört farklı kaba yeme (buğday samanı, arpa samanı, yonca kuru otu, yonca silajı) ait gaz üretim parametreleri, ME ve OMS değerleri *in-vitro* gaz üretim metodu kullanılarak belirlenmiş ve fermentasyon sonucu açığa çıkan gaz miktarları 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96. saatlerde ölçülmüştür. NDF (%56,7, %72,7) ve ADF (%54,3, %53,23) bakımından zengin ancak HP bakımından fakir (%3,14, %4,22) olan buğday ve arpa samanının *in-vitro* fermentasyonu sonucu elde edilen gaz değerleri 0. ve 96. saat aralığında sırasıyla 13,50-45,33 mL, 13,33-47,00 mL olarak belirlenmiş. Saptanan bu değerler, NDF (%42,40, %43,72) ve ADF (%27,36, %33,44) bakımından fakir fakat protein bakımından zengin (%18,37, %16,41) olan yonca kuru otu ve silajının fermentasyonu sonucu elde edilen gaz değerlerinden (16,67-63,67 mL, 20,97-68,17 mL) anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Gaz üretim değerleri kullanılarak hesaplanan ME değerleri sırasıyla $ME_{\text{buğday samanı}} (7,04) < ME_{\text{arpa samanı}} (7,15) < ME_{\text{yonca kuru otu}} (10,41) < ME_{\text{yonca silajı}} (10,79)$ MJ/kg KM bulunmuştur. OMS bakımından sıralaması yapıldığında, yonca kuru otu (%64,90) = yonca silajı (%67,90) > buğday samanı (%46,76) = arpa samanı (%46,21) şeklinde bulunmuştur (Kamalak, 2005).

Üç farklı fındık çeşidi iç meyve zarının in-vitro gaz üretim metodu ile ölçülen gaz üretiminden hesaplanan OMS (% 22,04; 22,40 ve 22,74) ve MEGÜ değerleri (3,69; 3,75 ve 3,79 MJ/kg KM) değerleri arasında da istatistiksel farklılığa rastlanmamıştır(Çetinkaya ve Kuleyin, 2016).

Bazı kaba yemlere (mısır silajı, yonca kuru otu ve buğday samanı) değişik oranlarda ilave edilen akasya, biberiye, okaliptus ve asma yapraklarının metan gazı üretiminde etkisini belirlemek için yapılan bir araştırmada *in-vitro* gaz üretim metodu kullanılmış ve ruminant beslemede yaygın olarak kullanılan mısır silajı, yonca kuru otu ve buğday samanına ilave edilen çeşitli bitki yapraklarının *in-vitro* metan gazı üretimini azalttığı belirlenmiştir (Denek ve ark., 2014).

Ruminant yemi olarak ta kullanılabilen elma ağacı yapraklarına polietilen glikol (PEG) ilavesi yapılmış ve bu durumun elma ağacı yapraklarının kimyasal kompozisyonu ile ME ve OMS'nin in-vitro gaz üretimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Kimyasal kompozisyon bileşimi KM %92,5, HP %10,8, HY %9,0, HK %8,6, NDF %23, ADF %15,4 olarak belirlenmiştir. Gaz üretim değerleri ise 24 ve 96 saatlikte sırasıyla 52,4 mL ve 62,6 mL, gaz üretiminden hesaplanan OMS'i %74,9 ME değeri ise 11.4 MJ/kg KM olarak bulunmuştur (Nahand ve ark., 2010).

Yapılan başka bir araştırmada *Juncus acutus*'un ruminant beslemede alternatif bir kaba yem kaynağı olarak tavsiye edilmesi için *in-vitro* gaz üretim metodu ile sindirilebilirliğinin ve real-time PCR ile rumendeki selüloolitik bakteriler üzerine etkileri araştırılmıştır. *Juncus acutus* örneklerinin ham besin madde miktarları incelendiğinde OM (%93,57), HP (%9,77), NDF (%73,76), ADF (%46,08) ve ADL (%12,01) olarak bulunmuştur. *Juncus acutus*'un 24 saatlik inkübasyonlarından hesaplanan OMS değerleri %42,64; ME_{OMS} ve ME_{GÜ} değerleri sırasıyla 6,78 ve 5,26 MJ/kg KM olarak bulunmuştur. Çalışma sonunda *Juncus acutus*'un %HP değeri tahıl samanlarından yüksek, düşük kaliteli kuru yonca ve kuru çayır otuna yakın olduğu bildirilmiştir. Rumen selüloolitik bakterileri *F. Succinogenes*, *R.flavefaciens* ve *R. albus*'un miktarlarında artışa neden olan *Juncus acutus*'un %OMS, ME_{GÜ} ve ME_{OMS} değerleri açısından tahıl samanlarına, %HP yönünden ise orta kaliteli kaba yemlere alternatif bir kaba yem kaynağı olabileceği bildirilmiştir (Erdem, 2014).

Yonca, adi fiğ, bezelye, gazal boynuzu ve kolza baklagil kuru otlarının kimyasal kompozisyonları, *in-vitro* gaz üretimleri, ME, SOM, mikrobiyal protein

üretimleri karşılaştırılmıştır. Kimyasal kompozisyonları bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Yemlerin kimyasal bileşenlerinden HP% 162-20,79, HY %3,46-5,16, HK %5,74-8,37, NDF %36,05-46,00, ADF %26,60-37,79 ve ADL %7,41-13,23 aralığında bulunmuştur. Toplam gaz üretiminin 68,37-75,40 mL/200 mg KM, SOM %71,77-78,29, ME 10,68-11,22 MJ/kg KM ve mikrobiyal protein üretiminin ise 110,89-124,31 g/kg KM arasında bulunduğu bildirilmiştir (Canbolat ve ark., 2013).

On bir farklı mantar türünün buğday samanında rumen fermentasyon parametreleri üzerine etkilerinin araştırıldığı bir diğer çalışmada; buğday samanına 11 farklı mantar inokulasyonu sonrasında kimyasal kompozisyonları değerlendirilmiş ve HP'nin %19,1-37,9, NDF'nin %68,9-80,1, ADF'nin %46,0-55,6 ve ADL'nin %37,0-94,0 arasında değiştiği bulunmuştur. Buğday samanının özellikle *Ceriporiopsis subvermispora* mantar türü ile 49 günlük inkübasyonu sonrasında organik madde sindirilebilirliğinin 200 mL/g' dan 309 mL/g'a yükseldiği gösterilmiştir. Sonuç olarak hayvan yemi olarak kullanılacak olan buğday samanının besin değerinin artırılmasında özellikle ligninin parçalanması üzerine olumlu etkileri bulunan bazı mantar türleri ile inkübe edilerek kullanımının uygun olacağı bildirilmiştir (Tuyen ve ark., 2012).

Dimetilsülfoksit ilavesi ile farklı şekillerde dondurulmuş rumen sıvısının *in vitro* sindirim denemelerinde kullanım olanaklarının araştırıldığı bir çalışmada rumen sıvısı kaynağı olarak; taze rumen sıvısı, sıvı azot içerisinde dimetilsülfoksit (DMSO) katkısız ve katkılı (%5), derin dondurucuda DMSO katkısız ve katkılı (%5) dondurulmuş rumen sıvısı kullanılmıştır. Kaba yem olarak mısır silajı, yonca kuru otu, mercimek samanı, buğday samanı ek olarak 4 farklı karma yem (sığır besi yemi, sığır süt yemi, toklu besi yemi ve buzağı büyütme yemi) ve 4 farklı yem hammaddesi (arpa, mısır, pamuk tohumu küspesi, soya küspesi) kullanılmış. Gaz üretim yönteminde yemlerin tamamı için %5 DMSO katkısı ile sıvı azot içerisinde dondurulmuş rumen sıvısından elde edilen IVOMS değerleri taze rumen sıvısından elde edilen değerler ile benzer ($P>0,05$) bulunmuştur (Denek ve ark., 2016).

2.8. Daisy İnkübatörü ile *İn-Vitro* Sindirilebilirlik Analizleri

İn vitro gerçek organik madde sindirilebilirliğinin belirlenmesinde kaba yemler 39⁰C'de 48 saat süreyle tampon çözeltisi ve rumen sıvısı içeren sindirim ünitelerinde anaerobik koşullarda inkübe edilir. Ardından tampon çözeltisi ve rumen sıvısı

uzaklaştırılarak ADF, NDF ve ADL prosedürleri uygulanarak hesaplamalar yapılır. Bunun dışında bu metotla *in vitro* gerçek kuru madde sindirilebilirliği ve *in vitro* gerçek organik madde sindirilebilirliği hesaplamalarla belirlenebilir (Hoffman ve ark., 2001).

2.8.1. Daisy İnkübatörü ile *İn-Vitro* Sindirilebilirlik Analizleri ile Yapılan Araştırmalar

Farklı katkı maddeleri ilavesiyle peletlenen şeker pancarı baş ve yapraklarının (ŞPBY) hayvan beslemede kullanım olanaklarının belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada 2 farklı yem formu (pelet - toz) kullanılmış ve 4 muamele grubu (kontrol, üre (%2,5), melas (%7) ve üre+melas (%2,5+%7)) oluşturulmuş. Tüm gruplarda besin madde içerikleri, nispi yem değerleri (NYD) ve *in vitro* gerçek sindirilebilirlikler (IVGS) belirlenmiştir. Yapılan çalışmada besin madde içerikleri bakımından taze formun daha yüksek besleyici değere sahip olduğu ve bütün grupların NYD ve kaba yem kalitesi bakımından yüksek değer gösterdiği belirlenmiş. Ayrıca, melas ilave edilen pelet formun taze form dışındaki gruplardan daha yüksek kaba yem kalitesine sahip olduğu ve bütün gruplarda peletlemenin İVGS üzerine olumlu etki yaptığı ortaya konmuş. Sonuç olarak, kurutulmuş ŞPBY'nin hayvan beslemede kaba yem kaynağı olarak kullanılabileceği, katkı maddeleri ilavesinin yem değerini artırdığı saptanmış (Karabıyık, 2016).

Seçilmiş bazı ruminant yemlerinin *in-vitro* görünür KM sindirilebilirlik değerleri DAISY^{II} inkübatör (ANKOM Technology Corp., Macedon, NY) , ve Tilley ve Terry teknikleriyle belirlenmiştir. Ayrıca gerçek *in-vitro* KM sindirilebilirliği de DAISY^{II} inkübatör ile yapılmıştır. Buğdaygil hasılı silajları ve toplam rasyon (TMR) ların *in-vitro* görünür KM ve görünür Tilley ve Terry sindirilebilirlikleri benzer bulunmuştur . *İn-vitro* görünür KM değerleri görünür Tilley ve Terry sindirilebilirliklerinden dane yemler için % 9.0 daha fazla çayır otu ve baklagil yeşil yeminden % 3.4 daha az tespit edilmiştir. Yemlerin *in-vitro* gerçek KM değerleri %5,7-11 arasında değişmiş olup görünür KM sindirilebilirlik değerlerinden yemlere bağlı olarak daha yüksek bulunmuştur (Bronsve Plaizier, 2005).

Çörekotu ve kekik uçucu yağının farklı dozlarının arpa, soya fasulyesi küspesi ve buğday samanının gerçek kuru madde, organik madde ve NDF sindirilebilirliklerine

etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada ANKOM Daisy Inkubatör kullanılarak arpa ve soya fasulyesi küspesinde (SFK) 24 saat, buğday samanında 48 saatlik inkübasyon süreleri kullanılmış. Çörekotu ve kekik uçucu yağının 0, 50, 100, 150 ppm dozları denenmiş ve çörekotu ile kekik uçucu yağı, soya fasulyesi küspesi ve buğday samanının (OM), (KM) ve (NDF) sindirilebilirliklerini istatistiki olarak önemli ölçüde artırmış. Araştırma sonunda; buğday samanında kekik uçucu yağı çörekotu uçucu yağına göre KM, OM ve NDF sindirilebilirliğini önemli düzeyde düşürmüştü ve SFK'nın KM, OM, NDF sindirilebilirliği de buğday samanındaki gibikekekik uçucu yağdan olumsuz yönde etkilenmiş ve düşmüştü. Arpanın besin madde sindirilebilirlikleri ise uçucu yağ kaynaklarından etkilenmemiştir (Yılmaz ve Görgülü, 2010).

Zeytin yaprağının besleyici değeri üzerine farklı kurutma yöntemlerinin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, farklı kurutma prosedürlerinin zeytin *yaprağının* kimyasal kompozisyonu, *in-vitro* sindirilebilirliği ve ruminal parçalanabilirliği üzerine etkisine bakılmış ve *in vitro* HP sindirilebilirliğinin fırında kurutma yöntemi ile arttığı havada kurutma yöntemi ile herhangi bir değişikliğe uğramadığı görülmüştür (Martín-García ve Molina-Alcaide, 2008).

Yapılan bir diğer çalışmada *Phlebia floridensis*'in buğday samanı ile fermentasyonu süresince *in-vitro* sindirilebilirlikteki artış ve lignoselülitik enzim üretimi arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışma sonunda *Phlebia floridensis*'in lignoselülitik enzim üretiminde etkin olduğu ve buğday samanının lignin içeriğini % 27.6' dan % 14.6' ya % 50 oranında azaltarak buğday samanının *in-vitro* sindirilebilirliğini artırdığı bildirilmiştir (Sharma ve Arora, 2010).

Ruminantlar için Karamba bitkisinin nispi yem değerinin ve *in-vitro* sindirilebilirliğinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada Karamba'nın IVGSYEM değeri %82,07, IVGKMS değeri %80,45 ve IVGNDFS ise %41,55 olarak bulunmuştur (Göktepe, 2015).

Kaynak taramasında fermente mısır samanı hazırlanıp gerçek sindirilebilirliği konusunda çalışmalara rastlanmamıştır. Bu çalışmada, mısır samanının beyaz çürükçül mantarlardan olan *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii* ve *Lentinula edodes* miselleri ile muamele edilerek sindirilebilirliklerinin *in-vitro* gaz üretim ve Daisy *in-vitro* fermentasyon teknikleriyle incelenerek en etkin lignilolitik beyaz çürükçül mantarın ve inkübasyon süresinin seçilmesi amaçlanmıştır.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Hayvan Materyali

Çalışmada kullanılan rumen içeriği Florya Entegre Et Sanayi Tesisinde kesilen 400-500 kg canlı ağırlık, 2-3 yaşlı, kapalı besi yapılmış, karma yem (mısır kırması, arpa, buğday kepeği, fiğ) ve mısır samanı kullanılarak *ad-libitum* olarak beslenmiş büyükbaş hayvanlardan sağlandı. Kesimden hemen sonra bıçakla açılan rumenden özellikle alt kısımlardan rumen içeriği alındı, 39°C'ye getirilmiş ve içine karbondioksit basılmış termosaya konularak 10 dakika içinde OMÜ Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Ruminant Yem Değerlendirme ve Araştırma Ünitesi'ne transfer edildi. Rumen içeriği dört katlı tülbent kullanılarak 39°C'de CO₂'li ortamda süzüldü ve elde edilen rumen sıvısı taze olarak denemelerde kullanıldı.



Şekil 1. a,b Florya'ya getirilen sığır ve sığırdan kesim sonrası rumen sıvısının alınması

3.1.2. Yem Materyali

Mısır samanı (MS)Samsun, Bafra Doğanca Mahallesi'nden 4 mısır yetiştiricisinden temin edildi. Mısır koçanı alınmış ve kurutulmuş sap ve yapraklar 2,0 -3,0 cm boyutlarında bahçe makası ile parçalanarak biyolojik muamelede kullanıldı.



a



b

Şekil 2. a,b Mısır samanı örneklerinin toplanması ve uygun büyüklükte doğranması

3.1.3. Kullanılan Cihazlar

Projede kullanılan cihazlar ve kullanım amaçları Tablo 1. de verilmiştir.

Tablo 1. Projede Kullanılan Cihazlar ve Kullanım Amaçları

Projede Kullanılan Cihaz Listesi	Projede Kullanım Amacı
Değirmen	Yem örneklerin öğütülmesi
Hassas terazi	Örneklerin tartımı
Kül fırını	Kuru yakma
pH metre	pH ölçümü ve standart hazırlama
Protein tayin cihazı (kjeldahl sistemi)	Ham protein analizi
Yağ tayin cihazı	Ham yağ analizi
Su banyosu	Örneklerin deney süresince inkübasyonu
Etüv	Örneklerin kurutulması
Çeker ocak	Örneklerin yakılması
Distile su cihazı	Analizlerde kullanılacak saf su üretimi
ANKOM 200 Fiber Analyzer cihazı	NDF, ADF, ADL tayini
İn-vitro gaz üretim sistemi (ANKOM)	OMS tayini, ME hesaplanması
Spektrofotometre	Total antioksidan aktivitesi tespiti

3.2.METOT

3.2.1. Mısır Samanının Biyolojik Muamelesi

Hazırlanan mısır samanına 1300 g samana yaklaşık 3 litre su (%23) konulup karıştırma kazanında iyice ezildi, arada bir karıştırılarak samanın suyu iyice emmesi sağlandı. Daha sonra 100'er g örnekler tartılarak 250 mL'lik erlenlere konuldu ve kalın bagetle bastırılarak sıkıştırıldı. Mantar miselleri ile muamele edebilmek için pens ile ortalarına delikler açıldı. Ardından hava ile temasını önlemek için erlenlerin ağzı pamukla kapatıldı ve dışına 2 kat folyo sarıldı. Hazırlanan örnekler 1 atm basınçta 121⁰C'de 1 saat otoklavda steril edildi.



a



b



c



d



e

Şekil 3. a,b Hazırlanan mısır samanının su ile muamele edilerek karıştırılması. c, d ve e Islatılan mısır samanı örneklerinin erlenlere doldurulması, otoklava yerleştirilmesi

Mantar İnokülasyonu

Mantar inokülasyonu OMÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Laboratuvarlarında yapıldı. Aşı makası OMÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı'ndan temin edilen *Pleurotus ostreatus* (PO), *Pleurotus eryngii* (PE) ve *Lentinula edodes* (LE) mantar miselleri erlenlerin ortasında önceden açılmış olan deliklerden içeri konuldu. 26°C'de 10, 20, 30 ve 40 gün süre ile inkübasyona bırakıldı. İlk 10 günlük sürede inkübasyon OMÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Laboratuvarlarında takip edildi. 10.günden sonra OMÜ Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları laboratuvarında inkübatöre konularak takip edilmeye başlandı. Her 10 günlük periyottan sonra inkübatörden alınan muamele edilmiş mısır samanları MS-PO, MS-PE, ve MS-LE kurutma fırınında 65°C'de 24 saat kurutuldu. Daha sonra cam kavanozlara konularak analiz edilinceye kadar buzdolabında saklandı. Mantar ile muamele edilen örnekler analizler için 1mm elek çapına sahip değirmenden geçirilerek küçük, ağzı kapaklı plastik kaplara konuldu.



Şekil 4. a,b mantar inokulasyonu yapılan örneklerin inkübatöre konulması ve 10 günlük inkübasyon sonucunda kurutulması



a



b

Şekil 5. a,b Biyolojik muamele yapılmış ve kurutulmuş mısır samanları



a



b

Şekil 6. a,b 20 ve 30 günlük muamele sonrası mısır samanı örnekleri



a

b

Şekil 7.a,b 40 günlük muamele sonucu mantar örnekleri

3.2.2. Biyolojik Muamele Yapılmış Mısır Samanının Kimyasal Kompozisyonunun Belirlenmesi

Kuru Madde Analizi

Analize başlamadan önce kuru madde kapları 2 saat 105 °C kurutma dolabında bekletildi sonra desikatöre aktarıldı ve oda sıcaklığına getirilerek tartıldı. Bir g yem (A) materyali darası hassas terazide alınmış (D) kurutma kaplarında tartıldı (A1). Analizi yapılan yem materyali kaba yem olduğu için önce ön kurutma yapıldı sabit ağırlığa gelene kadar 65 °C bir gece ardından 105 °C bir gece bekletildi. Süre sonunda desikatöre alınarak oda sıcaklığına geldikten sonra tartımı yapıldı (A2). Yemin yüzde kuru madde miktarı hesaplandı (AOAC, 2006).

$$\%Nem=(A2-D/A1-D)\times 100$$

$$\%KM=100-\%Nem$$

Ham Kül ve Organik Madde Analizi

Boş olarak tartımı yapılan porselen krezeler ham kül fırınında 550 °C'de 2 saat bekletildi. Ardından desikatöre alınarak oda sıcaklığına kadar soğutuldu. Bir g yem (A) materyali hassas terazide darası alınmış krezeler (D) içerisinde tartıldı (A1). Krezeler kül fırınına yerleştirilerek 550 °C de 4 saat yemin organik kısmı yakıldı. Süre sonunda desikatöre alınan krezeler oda sıcaklığına geldikten sonra hassas terazide tartıldı(A2). Gerekli

hesaplamalar yapılarak yem materyalinin yüzde ham kül ve yüzde organik madde içeriği bulundu (AOAC, 2006).

$$\%HK=(A2-D/A1-D)\times 100$$

$$\%OM= \%KM-\%HK$$

Ham Protein Tayini

Yem derişik H₂SO₄ ile yaş yakma yöntemiyle yakılarak ve yapısındaki Nönce(NH₄)₂SO₄'a sonra da NH₃'a dönüştürüldü. Son olarak da titrasyonlaNH₃'taki N miktarına karşılık HP miktarı hesaplandı (AOAC, 2006).

A. Yaş Yakma

Kjeldahl tüpüne tartımı yapılan bir g yem materyali konduktan sonra tüpe 2 adet katalizör Kjeldahl tableti ve üzerine 20 mL H₂SO₄ eklendi. Tüplerden bir tanesine ise kör tüp olarak kullanılmak üzere içine yem materyali konmadan diğer kimyasallarla işleme alındı. Kjeldahl tüplerine 200 °C'de 45 dakika ön ısıtma yapıldıktan sonra 400 °C'de 60 dakika yakma işlemi gerçekleştirildi.

B. Distilasyon

Yakma işlemi tamamlandıktan sonra örnekler distilasyon ünitesine alındı ve örneğin toplanacağı erlenmayere metil red ve bromkresol yeşilinden oluşan indikatörden (10 mLbromkresol+ 7 mL metilred ya da 0,1 g brom kreosol + 0,02 g metil red 100 mLalkolde çözünür) 8 damla damlatıldı. Distilasyon ünitesinde kullanılacak kimyasallar (H₂O: 50 mL, NaOH: 75 mL, H₃BO₃: 60 mL) hazırlandıktan sonra distilasyon ünitesi çalıştırıldı.

C. Titrasyon

Distilasyon sonrası erlende toplanan örnek 0,75 N H₂SO₄ ile titre edildi ve pembe renk oluşumu gözleendiğinde titrasyon sonlandırıldı. Kullanılan H₂SO₄ miktarı kaydedildi ve protein analiz formülünden yararlanılarak numunedeki yüzde ham protein oranı hesaplandı.

$$\% \text{ Protein} = (K) \times (V) \times (N) \times (fH_2SO_4) \times (100) / (M) \times (1000) \times (fp)$$

K: 14,007 (Azotun atom ağırlığı)

V: Kullanılan H₂SO₄ (mL)

N: H₂SO₄'nin normalitesi (0,75)

fH₂SO₄: 0,75 N H₂SO₄'nin faktörü

fp: Proteine çevirme faktörü (6,25)

M: Numune miktarı

Ham Yağ Analizi

Bir gram öğütülmüş yem, darası alınmış kartuşlara konularak tartımları yapıldı (A). Benzer şekilde cam eter beherler de kuru madde dolabında 105 0C de 2 saat tutulduktan sonra desikatöre alındı ve oda sıcaklığına gelinceye kadar bekletildi. Daha sonra tartılarak daraları alındı (B). Ardından kartuşlar soxhlet HY analiz cihazına yerleştirildi. İşlem bitince eterin uçmasını sağlamak için beherler 105 °C' de yarım saat kurumaya bırakıldı. Kurutma sonrası tartımı yapılarak (C) HY miktarı aşağıdaki formülle hesaplandı (AOAC, 2006).

$$\% \text{ HY} = (C-B/A-B) \times 100$$



a

b

Şekil 8. a,b Muamele edilmiş mısır samanı örneklerinin KM, HK ve HP analizleri

Nötral Deterjan Fiber Analizi

NDF hücre duvarının lifli karbonhidratlarını (selüloz ve hemiselüloz), lignin, ligninleşmiş ve sıcaklıkla zarar görmüş bir kısım proteinleri ve silisyum içerir. Bu fraksiyon, yemin özgül ağırlığı hakkında da fikir veren iyi bir göstergedir. Yemlerin hücre duvarı bileşenlerini oluşturan NDF, ADF ve ADL içerikleri Van Soest ve ark. (24) tarafından bildirilen yöntemlere göre ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM TechnologyCorp. Fairport, NY, USA) cihazı kullanılarak yapıldı.

NDF analizinde kullanılan solüsyon; 30 g Sodyum Lauryl Sülfat + 18,61 g EDTA-di sodyum salt dihidrat + 6,81 g sodyum tetra borat dekahidrat + 4,56 g sodyumfosfatdibazikusuz + 10 mL trietilen glikol + 1 L distile su (ısıtma ve karıştırma ile pH 6,9-7,1 arası olmalı) içerir. NDF analizinde kullanılan solüsyonun hazırlanmasında kullanılan kimyasallar ve miktarları Tablo2 'de verildi.



a



b



c



d

Şekil 9. a,b,c,d Mısır samanı örneklerinin ADF, NDF ve ADL analizleri

Numaralandırılmış torbalar önce boşken (W1) ardından 0,5 g yem konulduktan sonra tartıldı (W2). Torbaların ağzı kapatıldıktan sonra her kata 3 torba olacak şekilde plastik raflara dizilerek kompartmana yerleştirildi. Cihazın tahliye vanası kapalı konumda iken 20 g sodyum sülfid + 4 mL alfa amilazı 2000 mL ND solüsyonu içinde çözdürülerek (24 numune için) kompartmana döküldü.

Agitate+heat düğmesine basılarak kapağı kapatıldı ve 75 dakika beklendi. Süre sonunda Agitate+heat düğmesine basıldı ve cihaz kapatıldı. Vana yavaşça açılarak solüsyonun tahliyesi sağlandı. Ardından kapak açıldı ve tahliye vanası tekrar kapatıldı. 2000 mL kaynar su + 4 mL alfa amilaz dökülerek cihazın agitate düğmesi açık, heat düğmesi kapalı konuma getirildi. Beş dakika yıkama yapıldı. Vana aç kapa yapılarak bir kaç kez sıcak suyla yıkama yapıldı. En son vana kapatılarak soğuk su ile yıkama yapıldı. Torbalar süzüldü ve asetonda 3 dakika bekletildikten sonra, etüvde 105 0C de kurutuldu ve tartıldı (W3). Krozeler tartılıp darası alındı (N), içerisine yerleştirilen numuneler kül fırınına konup 550 °C de 3-4 saat yakıldıktan sonra dışarıya alınıp soğuduktan sonra tartımı yapıldı (M). Yaş yem, kuru madde ve organik madde bazında %NDF hesaplamasında kullanılan formüller Tablo 2' de gösterildi.

Tablo 2. NDF analizinde kullanılan çözeltilerin hazırlanmasında kullanılan kimyasal maddeler ve miktarları

Kimyasal Madde	Miktar
Sodyum Lauryl Sülfat	30 g
EDTA-di sodyum salt dihidrat	18,61 g
Sodyum tetra borat dekahidrat	6,81 g
Sodyum fosfatdibazik-susuz	4,56 g
Trietilen glikol	10 mL
Distile su	1 L

NDF Hesaplama:

Kül= M-N

OM (W4)= W3-kül

Tablo 3. NDF hesaplama

-Yaş yem bazında	-Kuru madde bazında	-Organik madde bazında
% NDF değeri	% NDF değeri	% NDF değeri
$(W3-(W1 \times C1)) \times 100 / W2$	$(W3-(W1 \times C1)) \times 100 / W2 \times KM$	$(W4-(W1 \times C2)) \times 100 / W2 \times KM$
W1	Torba ağırlığı	
W2	Numune ağırlığı	
W3	Ekstraksiyon sonrası ağırlık	
W4	Organik materyal ağırlığı (OM)(W3-kül) (kuru madde dolabından çıktıktan sonraki ağırlık – kül)	
C1	Boş torba düzeltme faktörü (etüvden sonraki ağırlık/boş torbanın kendi ağırlığı)	
C2	Boş torba kül düzeltme faktörü (yanma sonrası boş torba ağırlığı/ boş torbanın kendi ağırlığı)	

Asit Deterjan Fiber (ADF) ve Asit Deterjan Lignin (ADL) Analizleri

ADF ise NDF içerisinde hemiselüloz çıkartılarak elde edilir. Bu nedenle bu fraksiyon, yemin sindirilebilirliği hakkında ve hayvanın enerji alımı hakkında fikir veren iyi bir göstergedir.

ADF analizi ANKOM 200 Fiber Analyzer cihazı kullanılarak gerçekleştirildi. ADF analizinde kullanılacak solüsyon; 20g CTAB (cetyltrimethylammoniumbromide) + 1L 1N H₂SO₄ içinde çözülerek hazırlandı. Numaralandırılmış torbalar önce boşken (W1) ardından 0,5 g yem konulduktan sonra tartıldı (W2). Torbaların ağzı kapatıldıktan sonra plastik raflara konarak cihaza yerleştirildi. Cihazın vanası kapatıldıktan sonra 2000 mL (tam numune için) solüsyon eklenerek cihazın kapağı sıkıca kapatıldı. Agitate+heat düğmeleri açık konumda cihaz 60 dakika çalıştırıldı. Çalışma bitiminde agitate+heat düğmeleri kapalı konuma getirilip vana açıldı. Solüsyon boşaldıktan sonra vana tekrar kapatılarak 2000 mL sıcak su ile numuneler 5 dakika yıkandı. Son olarak soğuk su ile yıkama işlemi tamamlandı. Torbalar süzüldü ve asetonda 3 dakika bekletildikten sonra, etüvde kurutulup (105 °C 2-4 saat) tartıldı (W3). Yaş yem, kuru madde ve organik madde bazında % ADF hesaplamasında kullanılan formüller Tablo 5' de gösterildi. Üç istasyondan toplanan örneklerden bulunan % ADF, aşağıda verilen eşitlikle yerine konularak ME (MJ/kg KM) değerleri hesaplandı (Van Soest ve ark., 1991).

$$ME_{ADF}, \text{ MJ/kg KM} = 14,60 - 0,13 \times \text{ADF}$$

Asit Deterjan Lignin Analizi İçin:

ADL analizi için yukarıda bahsedildiği şekilde önce ADF analizi yapıldı. Kuruyan torbalar 500 mL (% 72 liksülfirik asit) solüsyonu içeren erlenin içine atıldı. Yarım saatte bir karıştırılarak toplam üç saat bu solüsyonda kalması sağlandı. Süre sonunda asit solüsyon uzaklaştırılarak torbalar beşer dakikadan üç kez sıcak suyla ardından bir kez de soğuk suyla yıkanarak yıkama işlemi tamamlandı. Torbalar süzülerek asetonda üç dakika bekletildikten sonra, etüvde kurutuldu (105 0C de 2-4 saat) ve tartıldı (W5). Darası alınan krozeler tartıldıktan sonra (N), kül fırınına koyularak 550 0C' de 3-4 saat yakıldıktan sonra desikatörde tutularak tartımları yapıldı (M). (Van Soest ve ark., 1991). Yaş yem, kuru madde ve organik madde bazında % ADL hesaplamasında kullanılan formüller Tablo 4'te gösterildi.

ADF hesaplama:

$$\text{Kül} = M - N; W4 = W3 - \text{kül}$$

Tablo 4. ADF hesaplama

-Yaş yem bazında % ADF	-KM bazında % ADF	-OM bazında % ADF
$(W3-(W1 \times C1)) \times 100 / W2$	$((W3-(W1 \times C1)) \times 100 / W2 \times KM)$	$((W4-(W1 \times C2)) \times 100 / W2 \times KM)$
W1	Torba darası	
W2	Numune ağırlığı	
W3	Ekstraksiyon sonrası ağırlık	
W4 OM	W3-kül	
C1	Boş torba düzeltme faktörü (etüvden sonraki ağırlık/boş torbanın kendi ağırlığı)	
C2	Boş torba kül düzeltme faktörü (yanma sonrası boş torba ağırlığı/ boş torbanın kendi ağırlığı)	

ADL hesaplama:

Kül= M-N; W6=W5-kül

Tablo 5. ADL hesaplama

-Yaş yem bazında % ADL	KM bazında % ADL	-OM bazında % ADL
$(W5-(W1 \times C1)) \times 100 / W2$	$((W5-(W1 \times C1)) \times 100 / W2 \times KM)$	$((W6-(W1 \times C2)) \times 100 / W2 \times KM)$
W1	Torba darası	
W2	Numune ağırlığı	
W5	Ekstraksiyon sonrası ağırlık	
W6 OM	W5-kül	
C1	Boş torba düzeltme faktörü (etüvden sonraki ağırlık/boş torbanın kendi ağırlığı)	
C2	Boş torba kül düzeltme faktörü (yanma sonrası boş torba ağırlığı/ boş torbanın kendi ağırlığı)	

3.2.3. Biyolojik Muamele Yapılmış Mısır Samanının *İn-vitro* Gaz Üretiminin Belirlenmesi

Yem ham maddelerinin *in-vitro* koşullarda sindirilebilirlik özelliklerinin değerlendirilmesinde Menke ve Steingass (18) tarafından bildirilen gaz üretim metodunu esas alan ANKOMRF gaz üretim sistemi kullanıldı (Şekil. 10).

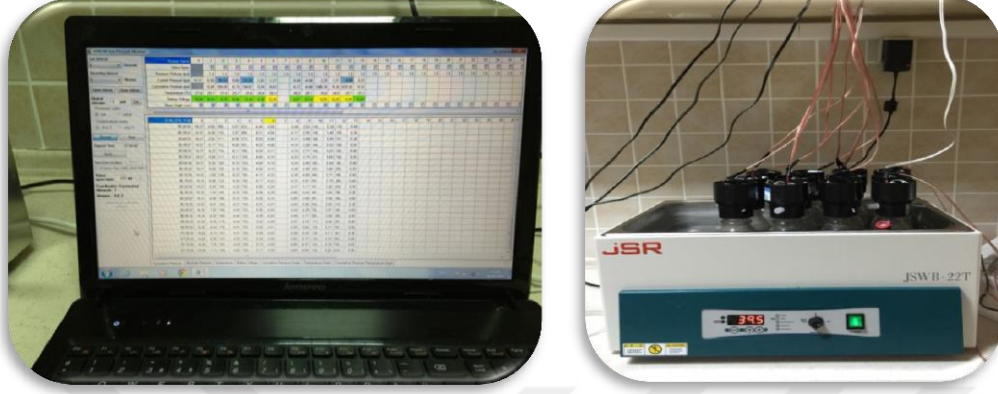
Yapay tükürüğün hazırlanması: Yapay tükürük, 499,3 mL distile su, 250 mL makro mineral çözeltisi, 0,12 mL mikro mineral çözeltisi, 250 mL tampon çözeltisi, 1,25 mL resazurin çözeltisi ve 24 mL redüksiyon çözeltisi kullanılarak hazırlandı (12 şişe için hesaplanan miktar).

Yapay tükürüğün hazırlanmasında kullanılan çözeltiler ve hazırlanış şekilleri Tablo 6'da verildi.

Tablo 6. Yapay tükürüğün hazırlanmasında kullanılan kimyasal maddeler ve miktarları

Hazırlanacak Solüsyon	Kimyasal Madde	Miktar
Makro Mineral Çözeltisi	Na ₂ HPO ₄	1,55 g
	MgSO ₄ .7H ₂ O	0,15 g
	Na ₂ HPO ₄	1,425 g
	Distile su	250 mL
Mikro Mineral Çözeltisi	CaCl ₂ .2H ₂ O	0,66 g
	MnCl ₂ .4H ₂ O	0,5 g
	CoCl ₂ .6H ₂ O	0,05g
	FeCl ₂ .6H ₂ O	0,49 g
	Distile su	5 mL
Tampon Çözeltisi	NaHCO ₃	8,75 g
	(NH ₄) HCO ₃	1 g
	Distile su	250 mL
Resazurin Çözeltisi	Resazurin	1,25 mg
	Distile su	1,25 mL
Redüksiyon Çözeltisi	1.0 N NaOH	1 mL
	Na ₂ S.7H ₂ O	156,25 mg
	Sistein-HCl	156,25 mg
	Distile su	24 mL

İn-vitro gaz üretim sisteminde kullanılan modüller ve modüllerden gelen verilerin kablosuz dizüstü bilgisayarda kaydedilmesi Şekil 10’ da gösterildi.



Şekil 10. *İn-vitro* gaz üretim sisteminde kullanılan modüller ve modüllerden gelen verilerin kablosuz dizüstü bilgisayarda kaydedilmesi

Yöntemde yemlerin gaz üretimini saptayabilmek için 250 mL hacimli modüller (cam şişeler) kullanıldı. 1 g kuru yem örnekleri iki tekerrürlü olarak cam şişeler içerisine konuldu. Gaz oluşumunu sağlamak amacıyla şişelerin içerisine pH’ ları ölçülüp 20 mL rumen sıvısı ve 80 mL çözelti karışımından eklendi. Rumen sıvısıyla birlikte kullanılacak çözelti 499.3mL saf su + 250 mL makro mineral + 0.12 mL mikro mineral çözeltisi + 250 mL tampon çözelti + 1.25 mLresazurin ve 24 mL redüksiyon çözeltilerinden oluşmaktadır. Bu işlemden sonra tüpler 39 °C’deki su banyosunda inkübasyona bırakıldı. Fermantasyon sonucu tüpler içinde açığa çıkan gaz değerleri 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96 saatlerde belirlendi. Üretilen gaz miktarları, Ørskov ve McDonald (1979), yemlerin ME değerleri Blümmel ve Ørskov (1993), SOMD ise Menke ve ark. (1979) tarafından geliştirilen metotlar ile belirlendi.

Gaz üretiminin mL olarak hesaplanmasında 39 °C’de ölçülen gaz basıncı (Ppsi) kullanıldı. ANKOMRF gaz üretim sistemi konfigürasyonu psi veya mbar biriminde gaz basınç ölçümlerine dayanmaktadır.

Ölçülen gaz basınçları aşağıda verilen ideal gaz kanunu eşitliği kullanılarak mol’e çevrildi. Sonra aşağıda verilen Avagadro kanunu eşitliği kullanılarak mL olarak üretilen gaz hacmi (GÜ) hesaplandı.

İdeal Gaz Kanunu;

$$n = P \left(\frac{V}{RT} \right)$$

n: Gaz üretimi (mol)

P= Basınç [kilopascal (kPa)]

V= Gaz ölçümü yapılan şişe içindeki gaz hacmi (L)

T: Sıcaklık (°K)

R: Gaz sabiti (8,314472 L kPa K⁻¹mol⁻¹)

Avagadro Kanunu;

Avagadro kanununun kullanılmasıyla, atmosferik basınç psi olarak ölçüldü

(1 psi= 6.894757293 kPa).

1 mol 273,150 °K'de ve 101,325 kPa standart koşullarda 22,4 L yer kaplar. Böylece mol olarak ölçülen gaz mL'ye aşağıdaki eşitlik ile çevrildi.

Üretilen gaz (mL) = nx22,4x1000

ANKOM^{RF} gaz üretim sistemi-gaz şişe hacim kapasitesi

ANKOM^{RF} gaz üretim sistemi-gaz şişe hacim kapasitesi:

Her bir şişenin gerçek hacim kapasitesi, kullanılan derecelenmiş hacim kapasitesinden büyüktür. Çalışmada kullanılan 250 mL özel inkübasyon şişeleri için gerçek hacim kapasitesi 310 mL olarak alındı.

Örnek Hesaplama

- ANKOM gaz üretim sistemi ile ölçülen kümülatif basınç 39°C'de 10 psi
- Çalışmada kullanılan derecelenmiş cam şişe hacmi 250 mL (gerçek hacim kapasitesi 310 mL)
- Cam şişeye konulan toplam sıvı(örnek+çözelti+rumen sıvısı) 102 mL
- Gazın şişenin üst kısmında kaplayacağı hacim

$$310-102=208 \text{ mL}=0,208 \text{ L}$$

$$P_{\text{ölçülen}}=4,5 \text{ psi}$$

$$1 \text{ psi}=6,894757293 \text{ kPa}$$

$$P= 4,5 \times 6,894757293$$

$$P= 31,026 \text{ kPa}$$

$$V= 0,208 \text{ L}$$

$$T= 273 \text{ K} + 39^{\circ} \text{ C} = 312^{\circ} \text{ K}$$

$$n= P \left(\frac{V}{RT} \right) = 31,026 \left(\frac{0,208}{312 \times 8,314472} \right)$$

$$n= 31,026 \times 0,0000802$$

$$n= 0,00248 \text{ mol}$$

Hesaplanan mL gaz üretim (GÜ) hacimlerinin beşte biri alındı.

Fermente mısır samanının SOMD'i 24 saatlik GÜ, HP ve ADL değerleri kullanılarak hesaplandı.

$$\text{SOMD (\%)} = 57,2 + 0,365 \text{ GÜ} + 0,304 \text{ HP} - 1,98 \text{ ADL}$$

Kaba yemler için önerilen aşağıdaki eşitlik kullanılarak mısır samanı örneklerinin metabolize olabilir enerji değeri $ME_{GÜ}$, ME_{SOMD} (MJ/ kg KM) aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplandı (18).

$$ME_{GÜ} = 2,20 + 0,136 \text{ GÜ} + 0,0057 \text{ HP} + 0,0029 \text{ HY}$$

$$ME_{SOMD} = 0,16 \text{ SOMD}$$



a



b

Şekil 11. *In-vitro* gaz üretim sisteminde modüllere solüsyonların eklenmesi ve her modüle ayrı başlıkların takılması

3.2.4. ANKOM Daisy *İn-Vitro* Fermentasyon Sistemi ile Gerçek Sindirilebilirlik Analizleri

10,20, 30 ve 40 gün süreyle 3 farklı Po, Pe ve Le çürükçül mantarlarla inkübasyonlara bırakılarak fermente edilen mısır samanı örneklerinin *in-vitro* gerçek besin maddeleri sindirilebilirlik (IVGS) analizleri Daisy inkübatörü ile yapılarak hesaplandı (Czerkawski ve Breckenridge, 1977).

Tampon çözelti hazırlanması

ANKOM Daisy in-vitrofermentasyon sistemi için gerekli olan tampon çözeltisi aşağıdaki Tablo 7’de verildiği şekilde hazırlandı. Hazırlanan tampon çözeltisi A ve B’nin sıcaklığı 39°C’ye getirildi. 1330 ml tampon çözeltisi A ve 266 ml tampon çözeltisi B2 bir litrelik erlende birbiri ile karıştırıldı ve pH değeri 39°C’de 6,8 olarak ölçüldü. Toplamda 1596 ml tampon çözeltisi inkübatörün sindirim ünitelerine konulmak üzere ayrıldı.

Tablo 7. ANKOM Daisy *in-vitro* fermentasyon sistemi için gerekli olan tampon çözeltilerinin bileşimi

Tampon çözeltileri	Kimyasal madde	Miktar
Tampon çözeltisi A	KH_2PO_4	10g
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0.5g
	NaCl	0.5g
	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	0.1g
	Üre	0.5g
	Distile su	1L
Tampon çözeltisi B	Na_2CO_3	15g
	$\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$	1g
	Distile su	1L

Torbaların hazırlanması

In-vitro gerçek sindirilebilirlik analizi için Ankom F57 filtre torbalar kullanıldı. Öncelikle torbalar asetonda 3 dakika yıkandı. Ardından asetonun uçması için torbalar oda sıcaklığında bekletildi. Asit ve alkaliye dayanıklı kalemle numaralandırılan torbalar kuru madde dolabında 60°C 'de 8 saat bekletildi. Kuruyan torbalar desikatöre alındı ve oda sıcaklığına gelene kadar bekletildi. Daha sonra hassas terazide daraları alındı ve kaydedildi. Önceden öğütülmüş ve homojenize edilmiş yem örneğinden mantar türü ve inkübasyon süresi dikkate alınarak 0,5 g tartılarak torbalara kondu. Torbaların ağzı ısı ile (heatsealer) kapatıldı.

Keselerin DAISY inkübatöre konulması

Her bir sindirim ünitesi içerisine 1596 mL hazırlanan çalışma tampon çözeltisi konuldu. Inkübatöresindirim üniteleri yerleştirmeden önce sıcaklık 39°C 'ye ayarlandı. Cihazın sıcaklık ve agitate düğmeleri açılarak tampon çözeltisi içeren sindirim ünitelerinin sıcaklığının 39°C 'ye ulaşması için bir saat ön ısıtma yapıldı. Daha sonra her bir sindirim ünitesine 400 mL rumen sıvısı ve 0,5 g yem örnekleri kondu ve anaerobik ortamın devamlılığı içinde CO_2 gazı basılarak 48 saat süre ile inkübasyona bırakıldı.

İnkübasyon sonrası sindirim üniteleri inkübatörden alındı ve içersinde bulunan tampon çözeltisi ve rumen sıvısı dökülerek uzaklaştırıldı. Torbalar musluk suyu altında nazikçe berrak su akıp temizleninceye kadar yıkandı. Sonrasında torbalar kurutma dolabında 105⁰C’de 12 saat kurutulup kül fırınında 550⁰C’de 4-6 saat yakıldı ve yem örneklerinin *in-vitro* gerçek kuru madde ve organik madde sindirilebilirliği hesaplandı.

$$\%IVGSOM = 100 - \left(\frac{W3 - (W1 * C1)}{W2 * \%OMyem} \right) * 100$$

$$\%IVGSKM = 100 - \left(\frac{W3 - (W1 * C1)}{W2 * \%KMyem} \right) * 100$$

W1: Torba ağırlığı

W2: Numune ağırlığı

W3: Son ağırlık (Torba ağırlığı + Yem)

OMyem: Yemdeki %OM

KMyem: Yemdeki %KM

C1: Boş torba için düzeltme faktörü

***İn-vitro* gerçek NDF, ADF ve ADL sindirilebilirliklerinin hesaplanması**

Torbalar yıkandıktan sonra NDF, ADF ve ADL analizleri VanSoest ve ark. (1991) tarafından bildirilen yöntemlere göre ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corp. Fairport, NY, USA) cihazı kullanılarak yapıldı. Ardından torbalar kurutma dolabında 105⁰C’de 12 saat kurutuldu ve 550⁰C’de 4-6 saat yakıldı böylece KM ve OM bazında *in-vitro* gerçek NDF, ADF ve ADL sindirilebilirliği aşağıda verilen formüller kullanılarak hesaplandı.

$$IVGNDFS_{KM} = 100 * \left(\frac{(W2 * \%NDFyem) - (W3 - (W1 * C1))}{W2 * \%KMyem} \right)$$

$$IVGADFS_{KM} = 100 * \left(\frac{(W2 * \%ADFyem) - (W3 - (W1 * C1))}{W2 * \%KMyem} \right)$$

$$IVGADLS_{KM} = 100 * \left(\frac{(W2 * \%ADLyem) - (W3 - (W1 * C1))}{W2 * \%KMyem} \right)$$

$$IVGNDFS_{OM} = 100 * \left(\frac{(W2 * \%NDF_{yem}) - (W3 - (W1 * C1))}{W2 * \%OM_{yem}} \right)$$

$$IVGADFS_{OM} = 100 * \left(\frac{(W2 * \%ADF_{yem}) - (W3 - (W1 * C1))}{W2 * \%OM_{yem}} \right)$$

$$IVGADLS_{OM} = 100 * \left(\frac{(W2 * \%ADL_{yem}) - (W3 - (W1 * C1))}{W2 * \%OM_{yem}} \right)$$

W1: Torba ağırlığı

W2: Numune ağırlığı

W3: Son ağırlık (Torba ağırlığı + Yem)

OM_{yem}: Yemdeki %OM

KMyem: Yemdeki %KM

C1: Boş torba için düzeltme faktörü

%NDF_{yem} : Yemdeki %NDF

%ADF_{yem} : Yemdeki %ADF

%ADL_{yem} : Yemdeki %ADL

IVGNDFS_{KM} : Kuru madde bazında *in vitro* gerçek NDF sindirilebilirliği

IVGADFS_{KM} : Kuru madde bazında *in vitro* gerçek ADF sindirilebilirliği

IVGADLS_{KM} : Kuru madde bazında *in vitro* gerçek ADL sindirilebilirliği

IVGNDFS_{OM} : Organik madde bazında *in vitro* gerçek NDF sindirilebilirliği

IVGADFS_{OM} : Organik madde bazında *in vitro* gerçek ADF sindirilebilirliği

IVGADLS_{OM} : Organik madde bazında *in vitro* gerçek ADL sindirilebilirliği



a



b

Şekil 12. a,b Daisy inkübatöre içerisinde Rumen sıvısı, solüsyonlar ve örneklerin bulunduğu şişelerin yerleştirilmesi



a



b

Şekil 13. a,b Daisy inkübatörden şişelerin çıkarılması, solüsyonların boşaltılması ve torbaların durulanması



a



b

Şekil 14. a,b Daisy inkübatörden çıkan örneklerin kurutulması ve analizler için hazırlanması

3.2.5. İstatistiksel Analizler

Çalışmada laboratuvar analizlerinden elde edilen veriler KM, HK, OM, HP, HY, NDF, ADF, ADL, GÜ, OMS, ME, *in-vitro* gerçek sindirilebilirlik değerleri aritmetik ortalamalar ve standart hatalar şeklinde özetlendi. PO, PE ve LE ile muamele edilen MS-PO, MS-PE ve MS-LE fermente mısır samanlarının inkübasyon sürelerine göre değerleri arası istatistiksel analizler tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırıldı. Ortalamalar arası farklılıklar kimyasal analiz, *in-vitro* gaz üretim ve gerçek sindirilebilirlik değerlerinde ($p<0,01$); *in-vitro* gerçek organik madde ve kuru madde sindirilebilirlik değerlerinde ($p<0,05$) seviyelerine göre DUNCAN çoklu karşılaştırma testi uygulanarak belirlendi (SAS ,2007).

4. BULGULAR

Bu çalışmada kullanılan mısır samanı Samsun, Bafra Doğanca Mahallesiinde 4 mısır yetiştiricisinden temin edildi. Mısır koçanı alınmış ve kurutulmuş sap ve yapraklar 2.0 -3.0 cm boyutlarında bahçe makası ile parçalanarak *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii* ve *Lentinula edudes* mantar miselleri ile biyolojik muamele iki tekerrürlü yapıldı. Muamele edilen samanlar 10, 20, 30 ve 40 gün süre ile inkübasyona bırakıldı. Her inkübasyon periyodundan sonra inkübatörden alınan muamele edilmiş mısır samanları kurutma fırınında 65⁰C’de 24 saat kurutuldu. Daha sonra iki tekerrürlü olacak şekilde cam kavonozlara konularak analiz edilinceye kadar buzdolabında saklandı. Tüm analizler her bir tekerrüründen 5 örnek alınarak toplamda 10 numune ile yapıldı.

4.1. Biyolojik Muamele Yapılmış Mısır Samanının Kimyasal Kompozisyonunun Belirlenmesi

Pleurotus ostreatus, *Pleurotus eryngii* ve *Lentinula edudes* mantar miselleri ile 10, 20, 30 ve 40 gün süre ile inkübasyona bırakılan mısır samanının kimyasal kompozisyonu Tablo 8’de gösterilmiştir.

Tablo 8. *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii* ve *Lentinula edodes* mantar miselleri ile 10, 20, 30 ve 40 gün muamele edilen mısır samanının kimyasal kompozisyonu

Ham Besin Maddeleri (%)	MS-K $\bar{x} \pm SE$	MS-PO $\bar{x} \pm SE$				MS-PE $\bar{x} \pm SE$				MS-LE $\bar{x} \pm SE$			
	0	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40
	(Gün)	(Gün)	(Gün)	(Gün)	(Gün)	(Gün)	(Gün)	(Gün)	(Gün)	(Gün)	(Gün)	(Gün)	(Gün)
KM	94,4±0,68	94,3±0,75	93,8±0,53	93,3±0,55	92,8±0,87	93,7±0,81	93,3±0,76	92,4±0,85	92,1±0,69	93,0±0,71	92,7±0,69	92,5±0,85	92,1±0,65
HK	6,80±0,35	7,35±0,43	7,20±0,39	7,01±0,49	6,70±0,85	6,90±0,76	6,80±0,37	6,20±0,88	6,10±0,91	6,51±0,67	6,50±0,90	6,32±0,33	6,20±0,48
OM	87,6±0,75	86,9±0,63	86,6±0,58	86,29±0,89	86,1±0,65	86,8±0,47	86,5±0,56	86,2±0,45	86,0±0,69	86,5±0,56	86,2±0,79	86,1±0,68	85,9±0,74
HP	5,89±0,23 ^a	7,50±0,31 ^a	9,0±0,43 ^b	10,0±0,54 ^c	10,1±0,63 ^c	7,68±0,47 ^a	7,95±0,29 ^b	8,0±0,32 ^b	8,80±0,54 ^b	7,71±0,67 ^a	7,98±0,65 ^b	8,26±0,45 ^b	8,78±0,53 ^b
HY	1,17±0,03	1,22±0,02	1,25±0,06	1,24±0,03	1,22±0,01	1,18±0,02	1,17±0,03	1,18±0,05	1,16±0,01	1,17±0,04	1,21±0,05	1,16±0,03	1,19±0,07
NDF	75,6±0,67 ^a	70,0±0,58 ^a	66,4±0,69 ^a	65,5±0,55 ^b	60,8±0,71 ^b	73,4±0,52 ^b	67,6±0,64 ^a	67,0±0,41 ^b	66,8±0,18 ^b	74,4±0,63 ^a	69,3±0,74 ^b	67,8±0,63 ^b	66,7±0,48 ^b
ADF	40,2±0,17 ^a	38,6±0,21 ^a	36,7±0,15 ^b	34,7±0,34 ^b	34,4±0,45 ^b	37,6±0,32 ^b	35,8±0,28 ^a	34,6±0,31 ^b	34,2±0,26 ^b	39,8±0,43 ^a	39,7±0,29 ^a	38,8±0,33 ^b	38,4±0,30 ^b
ADL	9,90±0,11 ^a	7,5±0,10 ^b	6,50±0,11 ^c	6,4±0,12 ^c	5,77±0,13 ^c	8,15±0,15 ^a	8,01±0,15 ^a	7,10±0,14 ^b	4,62±0,10 ^c	8,81±0,13 ^a	8,21±0,12 ^a	7,11±0,11 ^b	6,51±0,10 ^c
ME _{ADF} , (MJ/Kg/KM)	9,30±0,10 ^a	9,57±0,12 ^a	9,82±0,13 ^b	10,0±0,14 ^b	10,0±0,15 ^b	9,70±0,13 ^a	9,90±0,12 ^a	10,1±0,16 ^b	10,1±0,11 ^b	9,40±0,12 ^a	9,41±0,15 ^a	9,70±0,18 ^b	9,80±0,17 ^b

^{a,b,c}Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (P< 0.01, n=10). Kuru Madde, OM: Organik Madde, HP: Ham Protein, HY: Ham Yağ, HK: Ham Kül, NDF: Nötral Deterjan Fiber, ADF: Asit Deterjan Fiber, ADL: Asit Deterjan Lignin, ME: Metabolik Enerji MS-K: Mısır Samanı Kontrol, MS-PO (Mısır Samanının *Pleurotus Ostreatus* mantar miselleri ile muamelesi), MS-PE (Mısır Samanının *Pleurotus eryngii* mantar miselleri ile muamelesi), MS-LE (Mısır Samanının *Lentinula edodes* mantar miselleri ile muamelesi),

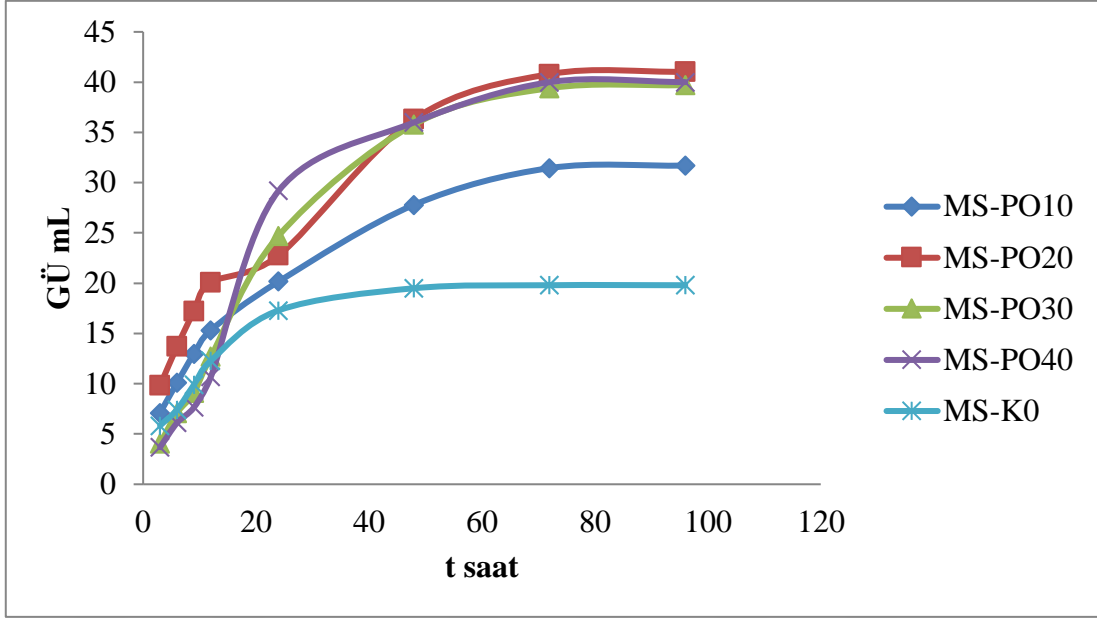
Pleurotus ostreatus, *Pleurotus erngii* ve *Lentinula edodes* mantar miselleri ile 10, 20, 30 ve 40 gün muamele edilen mısır samanının ham besin madde miktarları ile hiçbir muameleye tabi tutulmayan kontrol grubu mısır samanı (MS-K) karşılaştırıldığında MS-K ham besin madde miktarları KM (%93,3), OM (%86,5), HK (%6,8) , HP (%5,89) HY (%1,30), ADF (%40,2), NDF (%75,6), ADL (%9,90) ve ME_{ADF} (%9,30 MJ/kg/KM) olarak bulunmuştur.

MS-PO₁₀'nun KM (%94,5), OM (%87,7), HK (%6,70), HP (%9,0), HY (%1,62), ADF (%38,6), NDF (%70,0), ADL (%7,5) ve ME_{ADF} (%9,57 MJ/kg/KM) olarak bulunmuştur. MS-PO₂₀'de bu değerler sırasıyla KM(%93,8), OM (%86,6), HK (%7,20), HP (%9,0), HY (%1,65), ADF (%36,7), NDF (%65,5), ADL (%6,5) ve ME_{ADF} (%9,82 MJ/kg/KM)'dir. MS-PO₃₀'da KM (%93,3), OM (%85,8), HK (%7,50), HP (%10,0), HY (%1,24), ADF (%34,7), NDF (%65,5), ADL (%6,4) ve ME_{ADF} (%10,0 MJ/kg/KM) olarak bulunmuştur. MS-PO₄₀'da ise KM (%92,8), OM (%85,8), HK (%7,01), HP (%10,1), HY (%0,72), ADF (%34,4), NDF (%60,8), ADL (%5,77) ve ME_{ADF} (%10,0 MJ/kg/KM) olarak bulunmuştur. MS-K₀ ve MS-PO 'nun 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyonları arasında KM, OM ve HK değerleri arasında istatikselsel bir fark bulunmamıştır. Aynı şekilde MS-K₀, MS-PE, ve MS-LE'nin KM, OM ve HK yüzdeleri arasında fark gözlenmemiştir.

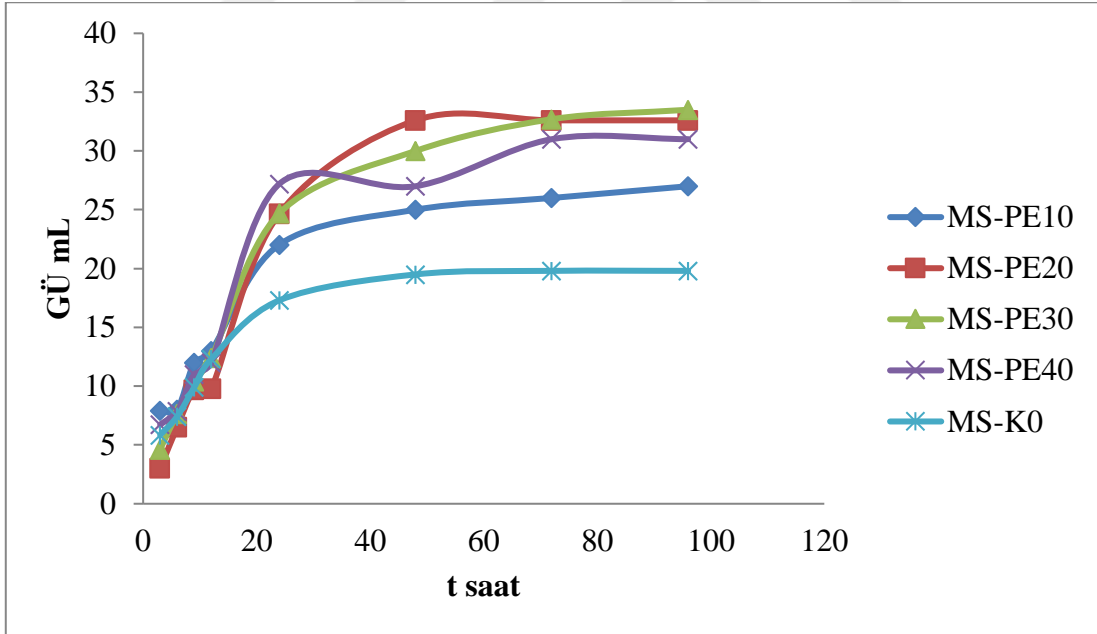
Diğer taraftan MS-K, MS-PO, MS-PE ve MS-LE'nin 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyonları arasında HP, HY, NDF, ADF, ADL ve ME_{ADF} içerikleri yönünden ise istatikselsel olarak fark bulunmuştur (p< 0,05).

4.2. Biyolojik Muamele Yapılmış Mısır Samanının *In-Vitro* Gaz Üretim Metodu ile Gaz Üretimini Belirlenmesi

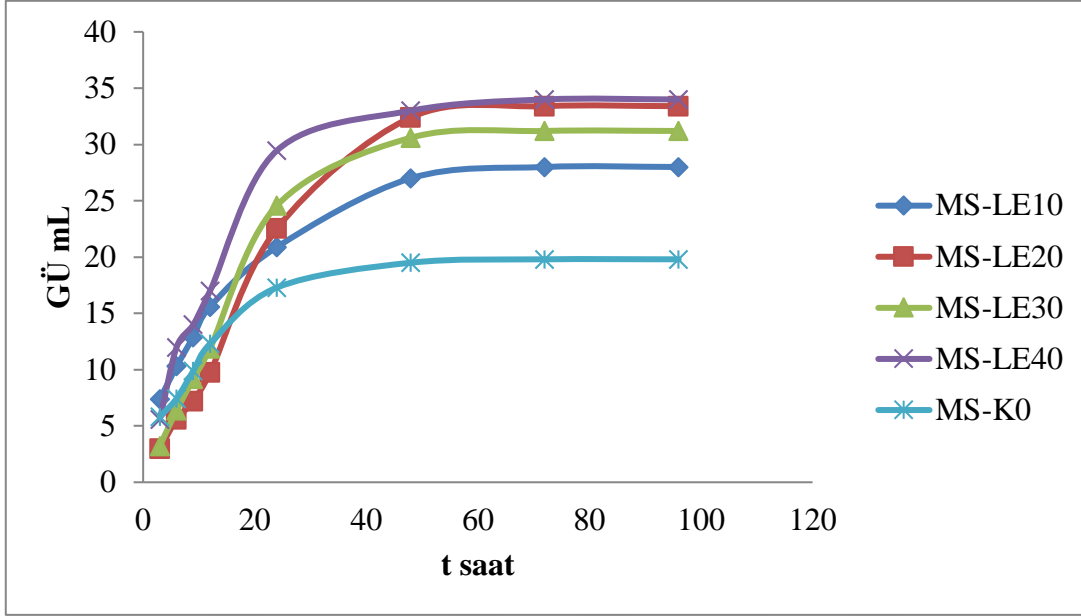
pH'sı 6.01-6.28 arasında değişen rumen sıvıları *in-vitro* gaz üretiminde kullanılmıştır. MS-K₀, MS-PO, MS-PE ve MS-LE'nin 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyonları sonrası elde edilen fermente mısır samanının 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96. saatlerdeki gaz üretim miktarları ANKOMRF gaz üretim sistemi ile basınç (psi) değeri üzerinden kaydedildi.ve materyal metottaki formüller kullanılarak mL cinsinden hesaplanan ortalama GÜ değerleri belirlendi. Her birinin mL GÜ değeri 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96 saat inkübasyon zamanlarına göre grafiğe geçirilerek Şekil 15, 16 ve 17'de gösterilmiştir.



Şekil 15. Muamele edilmemiş kontrol grubu mısır samanı (MS-K₀) ve *Pleurotus ostreatus* mantar miselleri ile muamele edilmiş (MS-PO) fermente mısır samanının 10 ,20, 30 ve 40 günlük inkübasyonları sonrası 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96. saatlerine göre mL gaz üretim (GÜ mL) değişimleri.

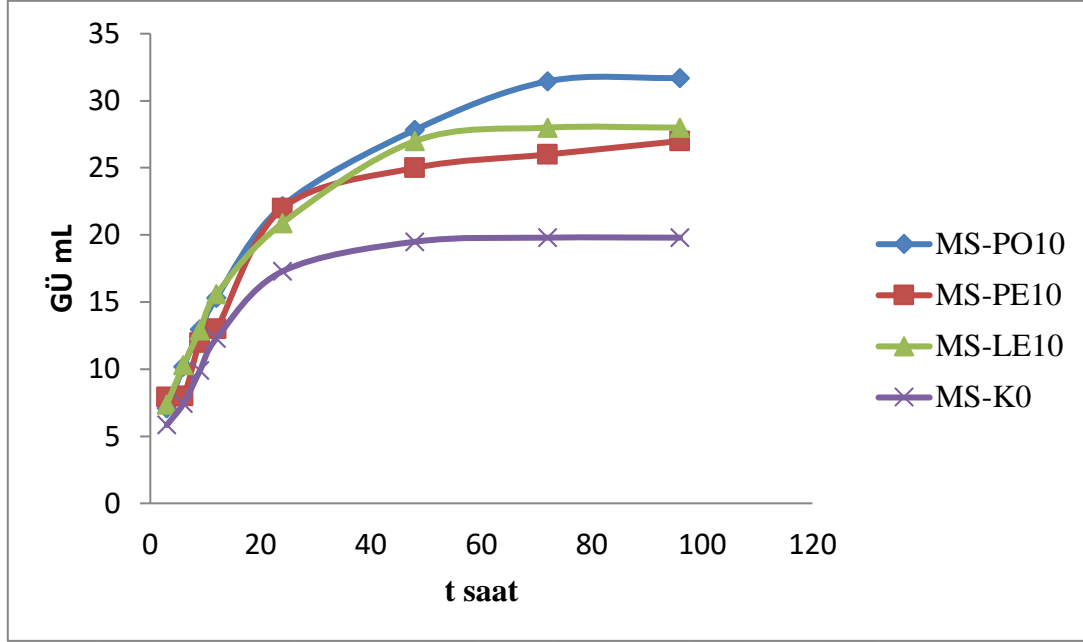


Şekil 16. Muamele edilmemiş kontrol grubu mısır samanı (MS-K₀) ve *Pleurotus eryngii* mantar miselleri ile muamele edilmiş (MS-PE) fermente mısır samanının 10 ,20, 30 ve 40 günlük inkübasyonları sonrası 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96. saatlerine göre mL gaz üretim (GÜ mL) değişimleri.

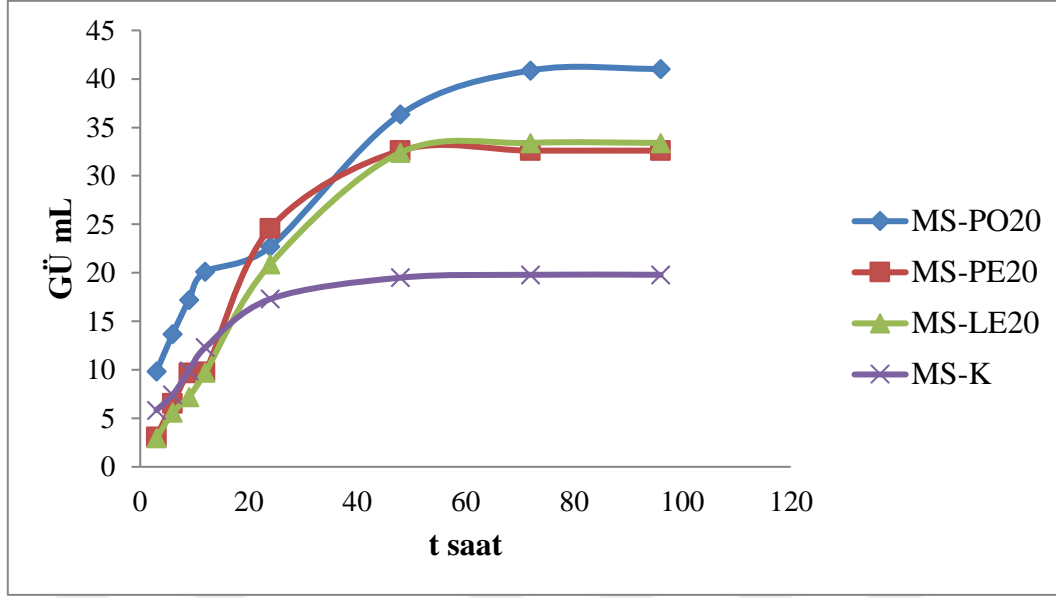


Şekil 17. Muamele edilmemiş kontrol grubu mısır samanı (MS-K₀) ve *Lentinula edudes* mantar miselleri ile muamele edilmiş (MS-LE) fermente mısır samanının 10 ,20, 30 ve 40 günlük inkübasyonları sonrası 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96. saatlerine göre mL gaz üretim (GÜ mL) değişimleri.

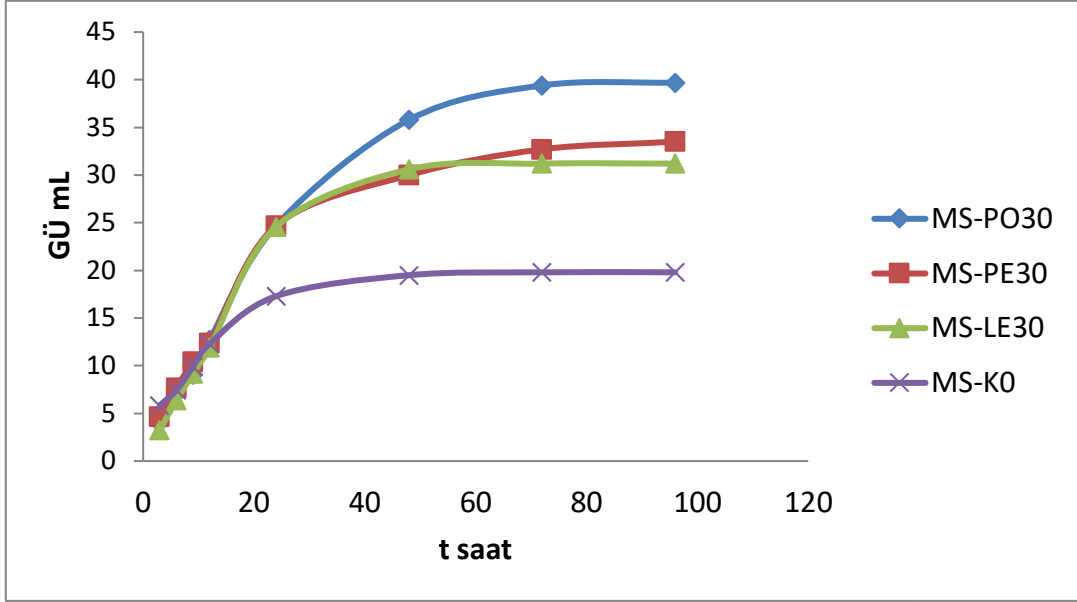
MS-K, MS-PO, MS-PE ve MS-LE'nin 10, 20, 30 ve 40 günlük muamele örneklerinin aynı günlere denk gelen fermente mısır samanlarının 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96 saatlerindeki mL gaz üretim değerlerinin inkübasyon saatlerine göre değişimi Şekil 18-21'de gösterilmiştir.



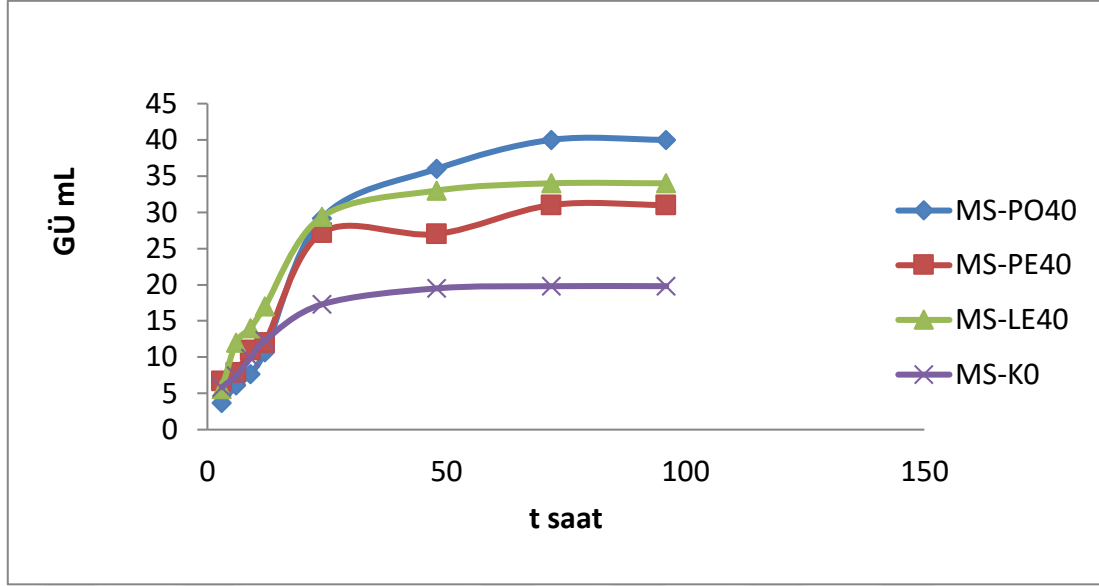
Şekil 18. Muamele edilmemiş kontrol grubu mısır samanı (MS-K), *Pleurotus ostreatus* mantar miselleri ile muamele edilmiş mısır samanı (MS-PO), *Pleurotus eryngii* mantar miselleri ile muamele edilmiş mısır samanı (MS-PE) ve *Lentinula edodes* mantar miselleri ile muamele edilmiş mısır samanı (MS-LE) örneklerinin 10günlük inkübasyon sonrasında 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96. saatlerine göre mlgaz üretim (GÜ mL) değişimleri.



Şekil 19. Muamele edilmemiş kontrol grubu mısır samanı (MS-K), *Pleurotus ostreatus* mantar miselleri ile muamele edilmiş mısır samanı (MS-PO), *Pleurotus eryngii* mantar miselleri ile muamele edilmiş mısır samanı (MS-PE) ve *Lentinula edudes* mantar miselleri ile muamele edilmiş mısır samanı (MS-LE) örneklerinin 20 günlük inkübasyon sonrasında 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96. saatlerine göre değişen mL gaz üretim (GÜ mL) değişimleri.



Şekil 20. Muamele edilmemiş kontrol grubu mısır samanı (MS-K), *Pleurotus ostreatus* mantar miselleri ile muamele edilmiş mısır samanı (MS-PO), *Pleurotus eryngii* mantar miselleri ile muamele edilmiş mısır samanı (MS-PE) ve *Lentinula edodes* mantar miselleri ile muamele edilmiş mısır samanı (MS-LE) örneklerinin 30 günlük inkübasyon sonrasında 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96. saatlerine göre mL gaz üretim (GÜ mL) değişimleri.



Şekil 21. Muamele edilmemiş kontrol grubu mısır samanı (MS-K), *Pleurotus ostreatus* mantar miselleri ile muamele edilmiş mısır samanı (MS-PO), *Pleurotus eryngii* mantar miselleri ile muamele edilmiş mısır samanı (MS-PE) ve *Lentinula edodes* mantar miselleri ile muamele edilmiş mısır samanı (MS-LE) örneklerinin 40 günlük inkübasyon sonrasında 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96. saatlerine göre mL gaz üretim (GÜ mL) değişimleri.

Pleurotus osteritus mantar miselleri ile muamele edilen mısır samanının 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyonları sonunda 24 saatlik gaz üretimi organik madde sindirilebilirliği ve metabolik enerji değerleri Tablo 9’da verilmiştir.

MS-K, MS-PO₁₀, MS-PO₂₀, MS-PO₃₀ ve MS-PO₄₀’nun GÜ_{mL} ve OMS değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur ($p < 0,01$). Aynı örneklerin 10, 20 ve 30 günlük inkübasyonlarının ME_{OMS} değerleri arasında fark yokken kontrol ve 40 günlük inkübasyonlar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). MS-K, MS-PO₁₀, MS-PO₂₀, MS-PO₃₀ ve MS-PO₄₀’nun ME_{GÜ} değerlerine bakıldığında 20 ve 30 günlük inkübasyonlarda değerler benzer diğerleri arasında istatistiksel farklılıklar önemli bulunmuştur ($p < 0,01$).

Tablo 9. *Pleurotus osteritus* mantar miselleri ile muamele edilen mısır samanının (MS-PO) 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyonları sonunda 24 saatlik gaz üretimi ($G\ddot{U}_{mL}$), organik madde sindirilebilirliği (% OMS) ve metabolik enerji (ME_{OMS} ve $ME_{G\ddot{U}}$ MJ/Kg KM) değerleri

<i>In-vitro</i> Gaz Üretim Parametreleri	MS-K ₀ $\bar{x}\pm SE$	MS-PO ₁₀ $\bar{x}\pm SE$	MS-PO ₂₀ $\bar{x}\pm SE$	MS-PO ₃₀ $\bar{x}\pm SE$	MS-PO ₄₀ $\bar{x}\pm SE$
$G\ddot{U}_{mL}$	17,34±1,20 ^e	20,17±1,35 ^d	22,77±1,17 ^c	24,73±1,50 ^b	29,20±1,33 ^a
OMS	59,43±1,99 ^e	65,29±2,13 ^d	66,66±2,44 ^c	68,70±1,84 ^b	71,41±1,43 ^a
ME_{OMS}	9,51±0,73 ^c	10,45±0,85 ^b	10,67±0,94 ^b	10,99±0,89 ^b	11,43±0,75 ^a
$ME_{G\ddot{U}}$	11,75±1,43 ^d	13,39±1,67 ^c	16,21±1,54 ^b	16,37±1,87 ^b	17,40±1,23 ^a

a,b,c,d,e Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (P<0,01, n=10).

Pleurotus eryngii mantar miselleri ile muamele edilen mısır samanının 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyonları sonunda 24 saatlik gaz üretimi organik madde sindirilebilirliği ve metabolik enerji değerleri Tablo 10'da verilmiştir.

MS-K, MS-PE₁₀, MS-PE₂₀, MS-PE₃₀ ve MS-PE₄₀'nun $G\ddot{U}_{mL}$ değerleri arasında 20 ve 30 günlük inkübasyon değerleri aynı diğerleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (p<0,01). Aynı örneklerin 10 ve 20 günlük inkübasyonlarının OMS değerleri arasında fark yokken diğerleri arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,01). MS-K, MS-PO₁₀, MS-PO₂₀, MS-PO₃₀ ve MS-PO₄₀'nun ME_{OMS} değerlerine bakıldığında 10, 20 ve 30 günlük inkübasyonlarda değerler benzer diğerleri arasında istatistiksel farklılıklar önemli bulunmuştur (p<0,01). Fermente mısır samanının 10 ve 20 günlük $ME_{G\ddot{U}}$ değerleri aynı ve de 30 ve 40 günlük $ME_{G\ddot{U}}$ değerleri de aynı bulunurken kontrole göre farklılıkları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,01).

Tablo 10. *Pleurotus eryngii* mantar miselleri ile muamele edilen mısır samanının (MS-PE) 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyonları sonunda 24 saatlik gaz üretimi ($G\ddot{U}_{mL}$), organik madde sindirilebilirliği (% OMS) ve metabolik enerji (ME_{OMS} ve $ME_{G\ddot{U}}$ MJ/Kg KM) değerleri

<i>In-vitro</i> Gaz Üretim Parametreleri	MS-K ₀ $\bar{x}\pm SE$	MS-PE ₁₀ $\bar{x}\pm SE$	MS-PE ₂₀ $\bar{x}\pm SE$	MS-PE ₃₀ $\bar{x}\pm SE$	MS-PE ₄₀ $\bar{x}\pm SE$
$G\ddot{U}_{mL}$	17,34±1,20 ^d	22,04±1,23 ^c	24,67±1,44 ^b	24,77±1,36 ^b	27,24±1,09 ^a
OMS	59,43±1,99 ^d	64,34±2,76 ^c	64,77±1,99 ^c	67,03±2,17 ^b	70,15±1,78 ^a
ME_{OMS}	9,51±0,73 ^c	10,29±0,47 ^b	10,36±0,63 ^b	10,72±0,78 ^b	11,23±0,65 ^a
$ME_{G\ddot{U}}$	11,75±1,43 ^c	14,30±1,90 ^b	14,44±1,28 ^b	15,18±1,71 ^a	15,40±1,44 ^a

a,b,c,d Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (P< 0,01, n=10).

Lentinula edudes mantar miselleri ile muamele edilen mısır samanının 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyonları sonunda 24 saatlik gaz üretimi organik madde sindirilebilirliği ve metabolik enerji değerleri Tablo 11’de verilmiştir. MS-K, MS-LE₁₀, MS-LE₂₀, MS-LE₃₀ ve MS-LE₄₀’nin GÜ_{ml} değerleri arasında 10 ve 20 günlük inkübasyon değerleri aynı diğerleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (p<0,01). OMS ve ME_{GÜ} değerlerine bakıldığında 20 ve 30 günlük aynı bulunurken diğerleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur (p<0,01). Aynı örneklerin 10, 20 ve 30 günlük inkübasyonlarının ME_{OMS} değerleri arasında fark yokken kontrol ve 40 günlük inkübasyonlar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,01).

Tablo 11. *Lentinula edudes* mantar miselleri ile muamele edilen mısır samanının (MS-LE) 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyonları sonunda 24 saatlik gaz üretimi (GÜ_{ml}), organik madde sindirilebilirliği (%OMS) ve metabolik enerji (ME_{OMS} ve ME_{GÜ} MJ/Kg KM) değerleri

<i>İn-vitro</i> Gaz Üretim Parametreleri	MS-K ₀ x̄±SE	MS-LE ₁₀ x̄±SE	MS-LE ₂₀ x̄±SE	MS-LE ₃₀ x̄±SE	MS-LE ₄₀ x̄±SE
GÜ _{ml}	17,34±1,20 ^d	20,90±1,35 ^c	22,54±1,19 ^c	24,59±1,21 ^b	29,47±1,08 ^a
OMS	59,43±1,99 ^d	64,81±1,56 ^c	65,09±2,73 ^b	65,44±2,07 ^b	70,20±1,94 ^a
ME _{OMS}	9,51±0,73 ^c	10,37±0,63 ^b	10,41±0,71 ^b	10,47±0,85 ^b	11,22±0,33 ^a
ME _{GÜ}	11,75±1,43 ^d	13,96±1,15 ^c	14,32±1,94 ^b	14,58±1,56 ^b	15,98±1,75 ^a

^{a,b,c,d} Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (P< 0,01, n=10).

4.3. Biyolojik Muamele Yapılmış Mısır Samanının ANKOM Daisy *İn-Vitro* Fermentasyon Sistemi ile Gerçek Sindirilebilirlik Değerlerinin Belirlenmesi

Pleurotus ostreatus mantar miselleri ile muamele edilen mısır samanının 10, 20, 30, ve 40 günlük inkübasyonlarının sonunda KM ve OM bazında *in-vitro* gerçek NDF, ADF ve ADL sindirilebilirlik değerleri Tablo 12’de verilmiştir. MS-K, MS-PO₁₀, MS-PO₂₀, MS-PO₃₀ ve MS-PO₄₀’nun IVGNDFS_{KM} ve IVGNDFS_{OM} değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (p<0,01). MS-K, MS-PO₁₀, MS-PO₂₀, MS-PO₃₀ ve MS-PO₄₀’nun IVGADFS_{KM} ve IVGADFS_{OM} değerleri arasında istatistiksel olarak 10 ve 20 günler aynı olurken diğerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,01). Aynı örneklerin IVGADLS_{KM} ve IVGADLS_{OM} değerleri

30 ve 40 günlük inkübasyonlar arasında fark yokken diğer inkübasyonlar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$).

Tablo 12 *Pleurotus ostreatus* mantar miselleri ile muamele edilen mısır samanının 10, 20, 30, ve 40 günlük inkübasyonlarının sonunda KM ve OM bazında *in vitro* gerçek NDF, ADF ve ADL sindirilebilirlik değerleri

Gerçek sindirilebilirlik parametreleri	MS-K ₀ $\bar{x} \pm SE$	MS-PO ₁₀ $\bar{x} \pm SE$	MS-PO ₂₀ $\bar{x} \pm SE$	MS-PO ₃₀ $\bar{x} \pm SE$	MS-PO ₄₀ $\bar{x} \pm SE$
IVGNDFS _{KM}	60,73±2,54 ^e	64,89±1,99 ^d	69,84±1,95 ^c	70,76±2,31 ^b	74,64±2,13 ^a
IVGNDFS _{OM}	65,31±2,09 ^e	68,58±1,95 ^d	73,80±2,29 ^c	74,78±1,97 ^b	78,88±1,32 ^a
IVGADFS _{KM}	35,63±1,12 ^d	36,48±1,45 ^c	36,74±1,11 ^c	38,84±1,35 ^b	40,87±1,54 ^a
IVGADFS _{OM}	36,05±1,00 ^c	38,55±1,12 ^c	38,83±1,41 ^c	41,05±1,17 ^b	43,20±1,21 ^a
IVGADLS _{KM}	-	4,47±0,16 ^c	6,33±0,07 ^b	6,37±0,98 ^b	7,40±0,45 ^a
IVGADLS _{OM}	-	4,24±0,18 ^c	6,69±0,01 ^b	6,73±0,09 ^b	7,82±0,23 ^a

^{a,b,c,d,e}Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklılıklar önemlidir ($P < 0,01$, $n=10$). IVGNDFS *in-vitro* gerçek NDF sindirilebilirliği, IVGADFS *in-vitro* gerçek ADF sindirilebilirliği, IVGADLS *in-vitro* gerçek ADL sindirilebilirliği

Pleurotus eryngii mantar miselleri ile muamele edilen mısır samanının 10, 20, 30, ve 40 günlük inkübasyonlarının sonunda KM ve OM bazında *in-vitro* gerçek NDF, ADF ve ADL sindirilebilirlik değerleri Tablo 13' de verilmiştir. MS-K, MS-PE₁₀, MS-PE₂₀, MS-PE₃₀ ve MS-PE₄₀'nun IVGNDFS_{KM} ve IVGNDFS_{OM} değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur ($p < 0,01$). MS-K, MS-PO₁₀, MS-PO₂₀, MS-PO₃₀ ve MS-PO₄₀'nun IVGADFS_{KM} ve IVGADFS_{OM} değerleri arasında istatistiksel olarak 10 20 ve 30 günler aynı olurken diğerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). Aynı örneklerin IVGADLS_{KM} ve IVGADLS_{OM} değerleri 20 ve 30 günlük inkübasyonlar arasında fark yokken diğer inkübasyonlar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0,01$).

Tablo13. Pleurotuseryngii mantar miselleri ile muamele edilen mısır 10, 20, 30, ve 40 günlük inkübasyonlarının sonunda KM ve OM bazında *in vitro* gerçek NDF, ADF ve ADL sindirilebilirlik değerleri.

Gerçek sindirilebilirlik parametreleri	MS-K ₀	MS-PE ₁₀	MS-PE ₂₀	MS-PE ₃₀	MS-PE ₄₀
	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$	$\bar{x} \pm SE$
IVGNDFS _{KM}	60,73±2,54 ^d	71,29±1,89 ^c	71,54±1,93 ^c	72,27±2,14 ^b	78,43±1,89 ^a
IVGNDFS _{OM}	65,31±2,09 ^d	75,34±2,04 ^c	75,61±1,99 ^c	76,30±2,09 ^b	82,89±1,71 ^a
IVGADFS _{KM}	35,63±1,12 ^c	36,24±1,54 ^b	36,62±1,09 ^b	38,02±1,13 ^b	39,89±1,36 ^a
IVGADFS _{OM}	36,05±1,00 ^c	38,30±1,15 ^b	38,70±1,09 ^b	38,18±1,43 ^b	45,57±1,54 ^a
IVGADLS _{KM}	-	4,24±0,03 ^c	7,07±0,05 ^b	8,13±0,13 ^a	8,21±0,05 ^a
IVGADLS _{OM}	-	4,47±0,09 ^c	7,47±0,12 ^b	8,59±0,04 ^a	8,68±0,11 ^a

^{a,b,c,d} Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (P<0,01, n=10). IVGNDFS *in-vitro* gerçek NDF sindirilebilirliği, IVGADFS *in-vitro* gerçek ADF sindirilebilirliği, IVGADLS *in-vitro* gerçek ADL sindirilebilirliği

Lentinula edudes mantar miselleri ile muamele edilen mısır samanının 10, 20, 30, ve 40 günlük inkübasyonlarının sonunda KM ve OM bazında *in-vitro* gerçek NDF, ADF ve ADL sindirilebilirlik değerleri Tablo 14’ de verilmiştir. MS-K, MS-LE₁₀, MS-LE₂₀, MS-LE₃₀ ve MS-LE₄₀’nun IVGNDFS_{KM} ve IVGNDFS_{OM} değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (p<0,01). MS-K, MS-PO₁₀, MS-PO₂₀, MS-PO₃₀ ve MS-PO₄₀’nun IVGADFS_{KM} ve IVGADFS_{OM} değerleri arasında istatistiksel olarak 10 ve 20; 30 ve 40 günler aynı olurken diğerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,01). Aynı örneklerin IVGADLS_{KM} ve IVGADLS_{OM} değerleri 20 ve 30 günlük inkübasyonlar arasında fark yokken diğer inkübasyonlar arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (p<0,01).

Tablo 14. *Lentinula edudes* mantar miselleri ile muamele edilen mısır 10, 20, 30, ve 40 günlük inkübasyonlarının sonunda KM ve OM bazında *in vitro* gerçek NDF, ADF ve ADL sindirilebilirlik değerleri

Gerçek sindirilebilirlik parametreleri	MS-K ₀	MS-LE ₁₀	MS-LE ₂₀	MS-LE ₃₀	MS-LE ₄₀
	$\bar{X} \pm SE$	$\bar{X} \pm SE$	$\bar{X} \pm SE$	$\bar{X} \pm SE$	$\bar{X} \pm SE$
IVGNDFS _{KM}	60,73±2,54 ^e	71,12±1,56 ^d	72,20±1,90 ^c	73,95±2,17 ^b	79,27±1,99 ^a
IVGNDFS _{OM}	65,31±2,09 ^e	75,16±2,27 ^d	76,30±1,87 ^c	78,16±1,65 ^b	83,78±1,32 ^a
IVGADFS _{KM}	35,63±1,12 ^c	40,79±1,15 ^b	40,99±1,21 ^b	42,07±1,41 ^a	42,31±1,32 ^a
IVGADFS _{OM}	38,05±1,00 ^c	43,11±1,37 ^b	43,32±1,11 ^b	44,46±1,09 ^a	44,71±1,28 ^a
IVGADLS _{KM}	-	6,82±0,05 ^c	7,96±0,16 ^b	8,22±0,09 ^b	9,14±0,08 ^a
IVGADLS _{OM}	-	6,49±0,08 ^c	8,41±0,12 ^b	8,69±0,15 ^b	9,23±0,06 ^a

^{a,b,c,d,e}Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (P<0,01, n=10). IVGNDFS *in-vitro* gerçek NDF sindirilebilirliği, IVGADFS *in-vitro* gerçek ADF sindirilebilirliği, IVGADLS *in-vitro* gerçek ADL sindirilebilirliği

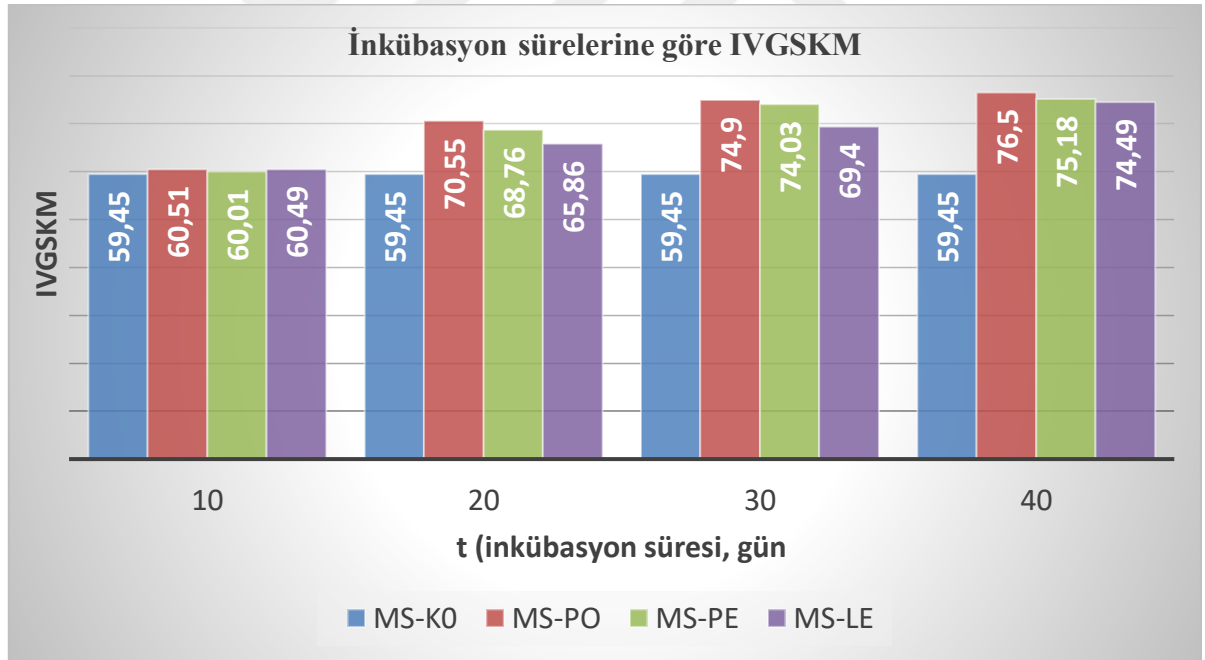
Pleurotus ostreatus, *Pleurotus eryngii* ve *Lentinula edudes* mantar miselleri ile 10, 20, 30 ve 40 gün muamele edilen mısır samanının kuru madde bazında *in-vitro* gerçek sindirilebilirlik değerleri Tablo 15’ de verilmiştir. MS-K, MS-PO, MS-PE ve MS-LE’nin IVGSKM değerlerinin 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyon süreleri arasında istatistiksel olarak bulunan fark anlamlıdır (p<0,05). Mantar çeşitlerinin aynı inkübasyondaki değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur (p<0,05). *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii* ve *Lentinula edudes* mantar miselleri ile muamele edilen mısır samanının 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyon sürelerine karşı kuru madde bazında *in-vitro* gerçek sindirilebilirlik (IVGSKM) değerlerinin değişimi Şekil 22’de gösterilmiştir

Tablo 15. *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii* ve *Lentinula edodes* mantar miselleri ile muamele edilen mısır samanlarının 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyonları sonrası kuru madde bazında *in-vitro* gerçek sindirilebilirlik değerleri (IVGSKM)

İnkübasyon sürelerine göre IVGSKM değerleri (%)	MS-K ₀	MS-PO	MS-PE	MS-LE
	$\bar{X} \pm SE$	$\bar{X} \pm SE$	$\bar{X} \pm SE$	$\bar{X} \pm SE$
IVGSKM ₁₀	59,45±1,11 ^b	60,51±0,98 ^a	60,82±1,00 ^a	60,18±1,41 ^a
IVGSKM ₂₀	59,45±2,29 ^d	70,55±1,98 ^c	67,18±1,34 ^b	66,96±1,77 ^a
IVGSKM ₃₀	59,45±1,56 ^d	74,90±1,19 ^c	69,18±1,63 ^a	69,28±1,54 ^a
IVGSKM ₄₀	59,45±2,03 ^d	76,50±1,99 ^c	71,24±1,88 ^b	73,04±1,92 ^a

^{a,b,c,d}Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (p<0,05, n=10)

MS-K₀: Mısır samanı kontrol, MS-PO: *Pleurotus ostreatus* ile muamele edilmiş mısır samanı, MS-PE: *Pleurotus eryngii* ile muamele edilmiş mısır samanı, MS-LE: *Lentinula edodes* ile muamele edilmiş mısır samanı.



Şekil 22. *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii* ve *Lentinula edodes* mantar miselleri ile muamele edilen mısır samanının 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyon sürelerine göre kuru madde bazında *in-vitro* gerçek sindirilebilirlik (IVGSKM) değerlerinin değişimi.

Pleurotus ostreatus, *Pleurotus eryngii* ve *Lentinula edudes* mantar miselleri ile 10, 20, 30 ve 40 gün muamele edilen mısır samanının organik madde bazında *in-vitro* gerçek sindirilebilirlik değerleri Tablo 16’da verilmiştir. MS-K, MS-PO, MS-PE ve MS-LE’nin IVGSOM değerlerinin 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyon süreleri arasında istatistiksel olarak bulunan fark anlamlıdır ($p<0,05$). Mantar çeşitlerinin aynı inkübasyondaki değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

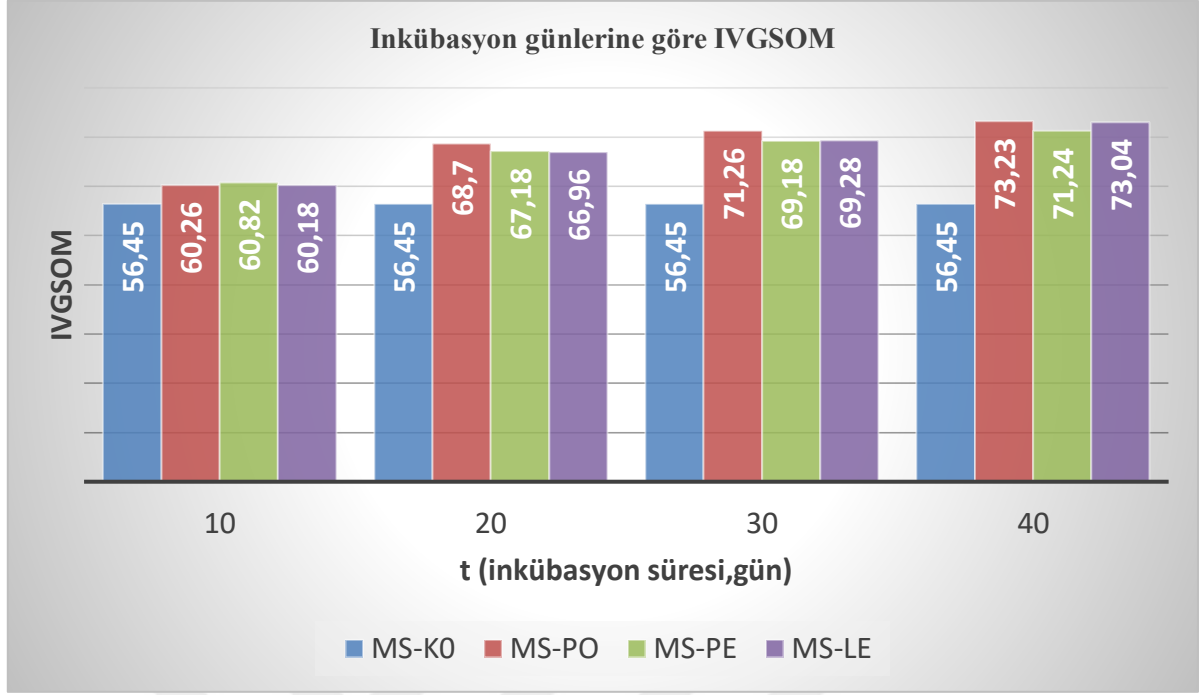
Tablo 16. *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii* ve *Lentinula edudes* mantar miselleri ile muamele edilen mısır samanlarının 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyonları sonrası organik madde bazında *in-vitro* gerçek sindirilebilirlik değerleri (IVGSOM).

İnkübasyon sürelerine göre IVGSKM değerleri (%)	MS-K ₀ $\bar{X}\pm SE$	MS-PO $\bar{X}\pm SE$	MS-PE $\bar{X}\pm SE$	MS-LE $\bar{X}\pm SE$
IVGSOM ₁₀	56,45±1,11 ^b	60,26±0,99 ^a	60,82±1,00 ^a	60,18±1,41 ^a
IVGSOM ₂₀	56,45±2,29 ^d	68,70±1,89 ^a	67,18±1,34 ^b	66,96±1,77 ^c
IVGSOM ₃₀	56,45±1,56 ^c	71,26±1,47 ^a	69,18±1,63 ^b	69,28±1,54 ^b
IVGSOM ₄₀	56,45±2,03 ^c	73,23±2,00 ^a	71,24±1,88 ^b	73,04±1,92 ^a

^{a,b,c,d} Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklılıklar önemlidir ($P<0,05$, $n=10$)

MS-K₀: Mısır samanı kontrol, MS-PO: *Pleurotus ostreatus* ile muamele edilmiş mısır samanı, MS-PE: *Pleurotus eryngii* ile muamele edilmiş mısır samanı, MS-LE: *Lentinula edudes* ile muamele edilmiş mısır samanı.

Pleurotus ostreatus, *Pleurotus eryngii* ve *Lentinula edudes* mantar miselleri ile muamele edilen mısır samanının 10, 30 ve 40 günlük inkübasyon sürelerine göre organik madde bazında *in-vitro* gerçek sindirilebilirlik (IVGSOM) değerlerinin değişimi Şekil 23’de gösterilmiştir.



Şekil 23. *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii* ve *Lentinula edudes* mantar miselleri ile muamele edilen mısır samanının 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyon sürelerine göre organik madde bazında *in-vitro* gerçek sindirilebilirlik (IVGSOM) değerlerinin değişimi

Pleurotus ostreatus, *Pleurotus eryngii* ve *Lentinula edudes* mantar miselleri ile 10, 20, 30 ve 40 gün muamele edilen mısır samanının organik madde bazında *in-vitro* gerçek sindirilebilirlik değerleri Tablo 16' da verilmiştir. MS-K,MS-PO, MS-PE ve MS-LE'nin IVGSOM değerlerinin 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyon süreleri arasında istatistiksel olarak bulunan fark anlamlıdır ($p<0,05$). Mantar çeşitlerinin aynı inkübasyondaki değerleri arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p<0,05$).

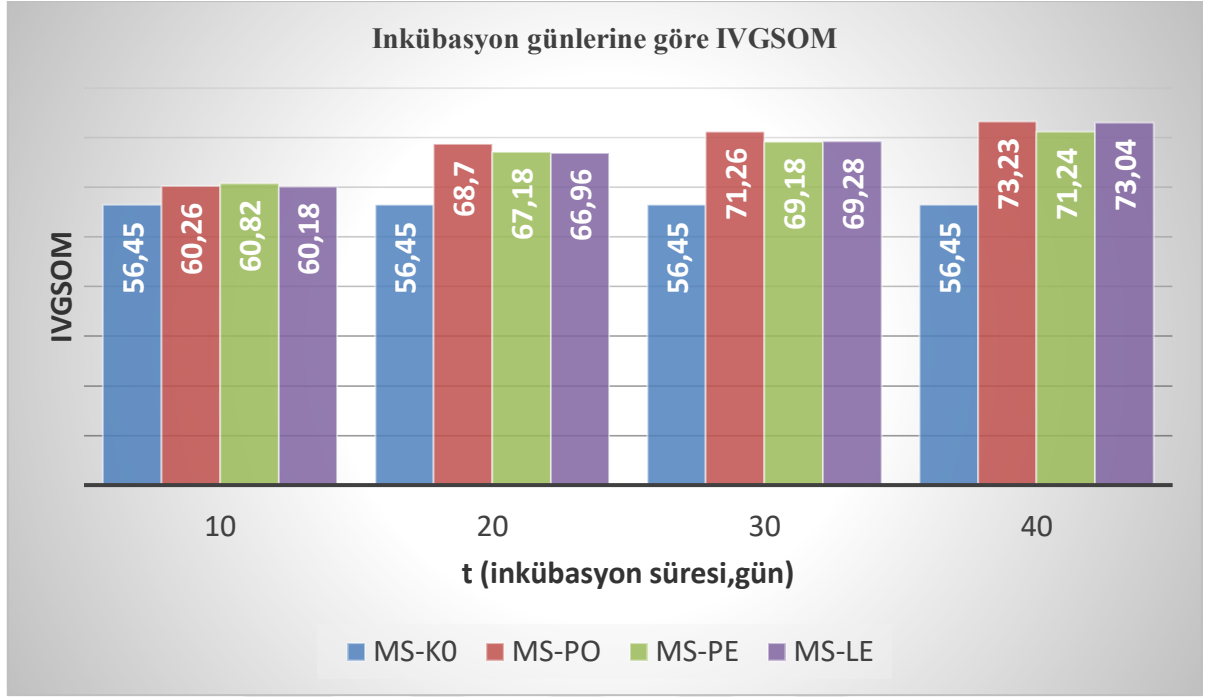
Tablo 16. *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii* ve *Lentinula edudes* mantar miselleri ile muamele edilen mısır samanlarının 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyonları sonrası organik madde bazında *in-vitro* gerçek sindirilebilirlik değerleri (IVGSOM)

İnkübasyon sürelerine göre IVGSOM değerleri (%)	MS-K ₀	MS-PO	MS-PE	MS-LE
	$\bar{X} \pm SE$	$\bar{X} \pm SE$	$\bar{X} \pm SE$	$\bar{X} \pm SE$
IVGSOM ₁₀	56,45±1,11 ^b	60,26±0,99 ^a	60,82±1,00 ^a	60,18±1,41 ^a
IVGSOM ₂₀	56,45±2,29 ^d	68,70±1,89 ^a	67,18±1,34 ^b	66,96±1,77 ^c
IVGSOM ₃₀	56,45±1,56 ^c	71,26±1,47 ^a	69,18±1,63 ^b	69,28±1,54 ^b
IVGSOM ₄₀	56,45±2,03 ^c	73,23±2,00 ^a	71,24±1,88 ^b	73,04±1,92 ^a

^{a,b,c,d}Aynı satırda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklılıklar önemlidir (P< 0,05, n=10)

MS-K₀: Mısır samanı kontrol, MS-PO: *Pleurotus ostreatus* ile muamele edilmiş mısır samanı, MS-PE: *Pleurotus eryngii* ile muamele edilmiş mısır samanı, MS-LE: *Lentinula edudes* ile muamele edilmiş mısır samanı.

Pleurotus ostreatus, *Pleurotus eryngii* ve *Lentinula edudes* mantar miselleri ile muamele edilen mısır samanının 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyon sürelerine göre organik madde bazında *in-vitro* gerçek sindirilebilirlik (IVGSOM) değerlerinin değişimi Şekil 23'de gösterilmiştir.



Şekil 23. *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii* ve *Lentinula edodes* mantar miselleri ile muamele edilen mısır samanının 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyon sürelerine göre organik madde bazında *in-vitro* gerçek sindirilebilirlik (IVGSOM) değerlerinin değişimi

5. TARTIŞMA

5.1 Biyolojik Muamele Yapılmış Mısır Samanının Kimyasal Kompozisyonunun Belirlenmesi

Kaba yem kaynağı olarak kullanılan mısır samanının sindirilebilirliğini artırmak için *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus eryngii* ve *Lentinula edodes* mantar miselleri ile biyolojik muamele yapılmıştır. Tablo 8’de görüldüğü gibi MS-K₀, MS-PO₁₀, MS-PO₂₀, MS-PO₃₀ ve MS-PO₄₀;MS-PE₁₀ MS-PE₂₀, MS-PE₃₀ ve MS-PE₄₀;MS-LE₁₀ MS-LE₂₀, MS-LE₃₀ ve MS-LE₄₀ nin ham besin maddeleri arasında %KM, %HK, %HY ve %OM değerleri arasında istatistiksel olarak önemli görünmeyen ama matematiksel olarak farklı görünen sonuçlar bulunmuştur. Muamele görmemiş mısır samanı MS-K₀’ nı ham besin madde değerleri Feedipedia’da verilen değerlere benzer bulunmuştur (Feedipedia, 2016). MS-K₀; MS-PO_{10,20,30,40}; MS-PE_{10,20,30,40} ve MS-LE_{10,20,30,40} fermente mısır samanlarının %KM, %HK, %HY ve %OM içerikleri sırasıyla %92,10-94,40; %6,10-7,35; %1,16-1,25 ve %87,60-85,90 arasında değişmiştir. Bambu ve mısır samanı ile yapılan bir çalışmada 0-90 gün inkübasyonda %KM, %HK, %HY ve %OM değerlerinde inkübasyon süreleri ile değişim olduğu bildirilmiştir (26). Bulunan sonuçların farklı olması uygulanan muamele metodu ve 90 günlük uzun inkübasyon süresinden kaynaklanmış olabilir.

Langar ve ark. (1980)’nin yaptığı bir çalışmada buğday samanı *Agaricus bisporus* mantar türü ile 26-30 gün, *Volvariella diplasia* ile 28-30 gün inkübe edilmiş ve elde edilen fermente samanının kimyasal kompozisyonuna bakıldığında HP yüzdesinin arttığı çözünebilir hücre duvarı bileşenlerinin, ligninin ve hemiselüloz ile selülozunda azaldığı ortaya konmuş ve bizim çalışmamızla paralellliği görülmüştür.

PO, PE ve LE mantar miselleri ile 10, 20, 30 ve 40 gün süre ile inkübasyona bırakılan mısır samanının kimyasal kompozisyonuna göre mantar türleri karşılaştırıldığında (Tablo 5) MS-K ‘da %75,6 olan NDF, PE ve LE’ye göre PO’da daha düşük bulunmuş ve bu değer % 60,8 olduğu gözlenmiştir. *Pleurotus ostreatus* mantar türünün 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyon sürelerinin NDF üzerine etkisi karşılaştırıldığında ise en etkili günlerin 10 ve 20.günlere göre 30 (%65,5) ve 40. (%60,8) günler olduğu saptanmıştır.

Ramirez-Bribiesca ve ark.(2010) tarafından bildirilen araştırma sonuçlarına göre *P. ostreatus* ile 15 gün muamele edilen mısır samanında HP’nin %39,5 oranında

arttığı çözülebilir karbonhidrat, kül ve NDF'nin ise anlamlı bir şekilde azaldığı görülmüş. Bu sonuç ise bizim araştırmamız ile paralellik göstermektedir.

Mısır koçanı, mısır samanı ve sapı ile yer fıstığı kabuklarının oluşturduğu bir karışıma besiyerinde sadece su bulunan ortam ile besiyeri bileşimine mineral tuzların da ilavesinin yapıldığı ortamda gelişen mikorganizmalarla 14 ve 28 günlük muamele yapılmış ve her ikisinde de NDF yüzdesinin bizim araştırmamızda olduğu gibi artan gün sayısı ile orantılı olarak azaldığı görülmüş (Lynch ve ark., 1977).

Tuyen ve ark. (2013) tarafından yapılan bir araştırmada, pirinç samanı, mısır koçanı, palmye yaprakları ve şeker kamışının beyaz çürükçül mantarlardan *Ceriporiopsis subvermispora*, *Lentinula edodes*, *Pleurotus eryngii*, ve *Pleurotus ostreatus* ile 24⁰ C de 0-6 hafta boyunca inkübe edilerek kimyasal kompozisyon ve gaz üretimi üzerine etkilerine bakılmış. 6 haftalık inkübasyonlarda tüm mantar türlerinin seçilen kaba yemlerde HP yüzdesinin artırdığı belirtilmiştir. ADF ve NDF yüzdesinde de tüm mantar türlerinin seçilen kaba yemlerde azaltıcı etki gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Çalışmamızda bulunan sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Pirinç samanı ve şeker kamışında tüm mantar türleri ADL'de azalmaya sebep olurken mısır samanının ADL'sinde sadece *P. eryngii* ve *P. ostreatus* azalmaya sebep olmuştur. *C. subvermispora* ve *L. edodes* ise mısır koçanının ADL bileşiminde herhangi bir değişime sebep olmadığı görülmüş, ancak sonuçlarımıza göre *L. edodes* ile mısır samanının muamelesinde 0. günde % 9,90 olan ADL yüzdesini 40.günde % 6,51'e kadar düşürmüştür. Mısır koçanı, pirinç samanı ve şeker kamışında *P. eryngii* lignin parçalanmasında diğer mantarlar ile karşılaştırıldığında en etkin tür olarak bulunmuştur. Bizim sonuçlarımıza göre mısır samanı için en etkin tür *P.ostreatus* olarak bulunmasına rağmen *Peryngii* ve *L.edudes* mantar türlerinin de *P.ostreatus*'a yakın etkilerinin olduğu görülmüştür.

Díaz-Godínez ve Sánchez (2002) mısır samanında yenilebilir (*P. ostreatus*) mantar üretimi sonrasında NDF sindirimi arttığından dolayı daha az oranda NDF kaldığını, protein, su ve çözünebilir karbonhidratlarla birlikte *in-situ* sindirilebilirliğin de arttığını bildirmişlerdir.

PO, PE ve LE mantar miselleri ile 10, 20, 30 ve 40 gün süre ile inkübasyona bırakılan mısır samanının kimyasal kompozisyonuna göre mantar türleri karşılaştırıldığında (Tablo 5) MS-K 'da % 40,2 olan ADF, PE ve LE'ye göre PO'da

daha düşük bulunmuş ve bu değerin %34,4 olduğu gözlenmiştir. *Pleurotus ostreatus* mantar türünün 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyon sürelerinin ADF üzerine etkisi karşılaştırıldığında ise en etkili günlerin 10 ve 20.günlere göre 30 (%34,7) ve 40. (%34,4) günler olduğu saptanmıştır.

PO, PE ve LE mantar miselleri ile 10,20,30 ve 40 gün süre ile inkübasyona bırakılan mısır samanının kimyasal kompozisyonuna göre mantar türleri karşılaştırıldığında MS-K 'da %9,90 olan ADL , PE ve LE'ye göre PO'da daha düşük bulunmuş ve bu değerin %5,77 olduğu gözlenmiştir. PO mantar türünün 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyon sürelerinin ADL üzerine etkisi karşılaştırıldığında ise en etkili günlerin 10 ve 20.günlere göre 30 (%6,4) ve 40. (%5,77) günler olduğu saptanmıştır.

Ceratocystis culmi, *Tyromyces palustris* ve *Aspergillus terries* gibi kahverengi çürükçül mantarlarla muamele sonunda elde edilen fermente ragi (paramak) darısı (Eleusine coracana) samanının kimyasal kompozisyonuna bakıldığında en anlamlı değişimin lignin bileşiminde (% 6. 68'den %3.68'e) olduğu saptanmış. (Sridhar ve Senani, 2007). Lignin bileşiminin azalması yönünden yaptığımız araştırma ile uyum içerisindedir.

Martinez ve Martinez'in yaptığı bir araştırmaya göre *Trametes versicolor* ve *P. Ostreatus* ile muamele edilen çeşitli kaba yem artıklarının lignin bileşimlerinin bizim çalışmamızda olduğu gibi bir azlama olduğu tespit edilmiş.

PO, PE ve LE mantar miselleri ile 10, 20, 30 ve 40 gün süre ile inkübasyona bırakılan mısır samanının kimyasal kompozisyonuna göre mantar türleri karşılaştırıldığında MS-K 'da % 9,30 olan ME_{ADF} (MJ/Kg/KM), PO'de en yüksek LE göre PO'ya göre daha yüksek bulunmuş ve bu değerin %10,1 olduğu gözlenmiştir. PO mantar türünün 10, 20, 30 ve 40 günlük inkübasyon sürelerinin ME_{ADF} (MJ/Kg/KM) üzerine etkisi karşılaştırıldığında ise en etkili günlerin PE'nin 20 (%10,1) ve 30. (%10,1) günleri olduğu görülmüş ancak PO_{30} (%10.0) ve PO_{40} 'a (%10,1)göre ise aralarındaki fark önemli bulunmamıştır. Bulunan sonuçlar beyaz çürükçül mantarlarla farklı samanların muame edilmesinin lignin sindirimini artırdığını belirten çalışmalara benzer bulunmuştur (Mahesh ve Mohini, 2013).

5.2. Biyolojik Muamele Yapılmış Mısır Samanının *In-Vitro* Gaz Üretiminin Belirlenmesi

PO, PE ve LE mantar miselleri ile 10, 20, 30 ve 40 gün süre ile inkübasyona bırakılan mısır samanının 24 saatlik *in-vitro* gaz üretim sonuçlarına göre (Tablo 6-8; Şekil 15-21) değerlendirme yapıldığında en yüksek $G\ddot{U}_{ml}$ değeri LE_{40} (29,47mL) da bulunmuş, diğer mantar türlerinin aynı günlük inkübasyonlarında bu sonuç PO_{40} 29,20 mL ve PE_{40} 27,24 mL olarak bulunmuştur.

PO, PE ve LE mantar miselleri ile 10, 20, 30 ve 40 gün süre ile inkübasyona bırakılan mısır samanının organik madde sindirilebilirliği ve metabolik enerji sonuçlarına (Tablo 6-8) göre değerlendirme yapıldığında en yüksek OMS ve ME_{OMS} değerleri sırasıyla PO_{40} %71,41 , PO_{40} 11,43 MJ/Kg KM bulunmuş, diğer mantar türlerinin aynı günlük inkübasyonlarında bu sonuç PE_{40} %70,15 , PO_{40} 11,23 MJ/Kg KM ve LE_{40} %70,20 LE_{40} 11,22 MJ/Kg KM olarak bulunmuştur.

PO, PE ve LE mantar miselleri ile 10, 20, 30 ve 40 gün süre ile inkübasyona bırakılan mısır samanının *in-vitro* gaz üretim metabolik enerji sonuçlarına (Tablo 6-8) göre değerlendirme yapıldığında en yüksek $ME_{G\ddot{U}}$ değeri PO_{40} (17,40 MJ/Kg KM) da bulunmuş, diğer mantar türlerinin aynı günlük inkübasyonlarında ise bu sonuç PE_{40} 15,40 ve LE_{40} 15,98 MJ/Kg KM olarak bulunmuştur. $ME_{G\ddot{U}}$ değeri PO_{30} da ise 16,37 MJ/Kg KM olarak bulunmuş ve PE ve LE 'ye göre de yüksek olduğu saptanmıştır. Karunanandaa ve Varga (1996)'nın yaptıkları bir çalışmada pirinç samanının mantar ile muamele edilmiş ve hiçbir muameleye maruz bırakılmamış örneklerinin rumende azot metabolizması, yapısal olmayan karbonhidratlar, asit deterjan fiber, nötral deterjan fiber ve ham protein üzerinde etkilerine bakılmış. Sonuç olarak selülozun sindirilebilirliği artırılmıştır.

Tuyen ve ark. (2013) mısır koçanının beyaz çürükçül mantarlardan *Ceriporiopsis subvermispora*, *Lentinula edodes*, *Pleurotus eryngii*, ve *Pleurotus ostreatus* ile muamele edip 0-42 gün inkübasyon aralığında *in-vitro* gaz üretim metodu ile hesapladıkları organik madde sindirilebilirliğini ruminant yemi olarak kullanılacak ölçüde iyileştirmediğini ortaya koymuşlardır.

5.3. Biyolojik Muamele Yapılmış Mısır Samanının ANKOM Daisy *İn-Vitro* Fermentasyon Sistemi ile Gerçek Sindirilebilirlik Değerlerinin Belirlenmesi

PO, PE ve LE mantar miselleri ile 10, 20, 30 ve 40 gün süre ile inkübasyona bırakılan mısır samanının KM ve OM bazında *in-vitro* gerçek NDF, ADF ve ADL sindirilebilirlik değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($p<0,01$). tespit edilmiştir (Tablo 12-14). Tarımsal artıkların beyaz çürükçül mantarlarla 20, 40 ve 60 gün sürelerle inkubasyonları sonucunda, ham selüloz, nötral deterjan fiber ve lignin içeriklerinde orijinal örnekleriyle karşılaştırıldığında sırasıyla %37.92, % 28.20 ve % 58'e varan oranlarda sindirilebilirliğinde artışlar tesbit edilmiştir (Bayram, 1997). Pamuk samanının *Pleurotus norida* ile 21 gün boyunca yapılan inkubasyonunda substratta kuru madde kaybının % 18 olarak gerçekleştiği, lignin içeriğinin orijinal lignin miktarına göre % 33 oranında azaldığı ve kuru madde sindirilebilirliğinin ise %26'dan %38'e çıktığı tesbit edilmiştir (Müller ve Rosh, 1986).

PO, PE ve LE mantar miselleri ile 10, 20, 30 ve 40 gün süre ile inkübasyona bırakılan mısır samanının KM ve OM bazında *in-vitro* gerçek KM sindirilebilirlik değerleri karşılaştırıldığında (Tablo 15 ve 16; Şekil 22 ve 23) etkin tür PO olarak bulunmuştur. PO'nun inkübasyon sürelerine göre sonuçları karşılaştırıldığında ise bu sürenin 40 olduğu saptanmıştır. Seçilmiş bazı ruminant yemlerinin *in-vitro* görünür KM sindirilebilirlik değerleri DAISY^{II} inkübatör (ANKOM Technology Corp., Macedon, NY), ve Tilley ve Terry teknikleriyle belirlenmiştir. Ayrıca gerçek *in-vitro* KM sindirilebilirliği de DAISY^{II} inkübatör ile yapılmıştır. Buğdaygil hasılı silajları ve toplam rasyon (TMR) ların *in-vitro* görünür KM ve görünür Tilley ve Terry sindirilebilirlikleri benzer bulunmuştur. *İn-vitro* görünür KM değerleri görünür Tilley ve Terry sindirilebilirliklerinden dane yemler için %9,0 daha fazla çayır otu ve baklagil yeşil yeminden %3,4 daha az tespit edilmiştir. Yemlerin *in-vitro* gerçek KM değerleri %5,7-11 arasında değişmiş olup görünür KM sindirilebilirlik değerlerinden yemlere bağlı olarak daha yüksek bulunmuştur (Bronsve Plaizier, 2005). Selçuk ve ark. (2015) çeltik samanının enzimlerle muamelesinin *in-vitro* gerçek KM ve OM sindirilebilirliklerini artırdığını bildirmişlerdir.

PO, PE ve LE mantar miselleri ile 10, 20, 30 ve 40 gün süre ile inkübasyona bırakılan mısır samanının OM bazında *in-vitro* gerçek sindirilebilirlik değerleri karşılaştırıldığında etkin tür PO, inkübasyon süresi ise 30 gün olarak bulunmuştur. Mısır

samanının PO ile 30 günlük inkübasyonu yapılırsa samanın sindirilebilirliği yaklaşık %17 artırılabilir. PO'nun inkübasyon sürelerine göre sonuçları karşılaştırıldığında 40 günlük inkübasyon en yüksek saptanmıştır. Ancak bu sürenin sonunda samanda istenmeyen fiziki görünümün (koku, renk, tekstür gibi) oluştuğu göz önüne alınarak sekonder metabolitlerin üremiş olabileceği düşünülmektedir.



6. SONUÇ VE ÖNERİLER

PO, PE ve LE mantar miselleri ile 10, 20, 30 ve 40 gün muamele edilen mısır samanının kimyasal kompozisyon, *in-vitro* gaz üretim ve daisy inkübatör ile *in vitro* gerçek sindirilebilirlik analizleri sonucunda etkin türün *Pleurotus ostreatus* olduğu belirlenmiştir. PO'un 10, 20, 30 ve 40 günlük değerleri arasında ise uygun sürenin 40 olduğu gibi görünse de ancak bu sürenin sonunda samanda istenmeyen fiziki görünümünün (koku, renk, tekstür gibi) oluştuğu göz önüne alınarak sekonder metabolitlerin üremiş olabileceği varsayılabilir. Bu nedenle fermente mısır samanı hazırlamak için en etkin sürenin 30 gün olduğuna karar verilmiştir. Sonuç olarak her bir mantar türü PO, PE ve LE muameleleri 20 veya 30 günlük inkübasyonlarında fermente mısır samanı hazırlanarak ruminant beslemede kullanılabilir.

Türkiye'de ortalama yıllık 5,5 milyon ton mısır üretilmekte ve yan ürünü olarak ta 5,5 milyon ton mısır samanı ele geçmektedir. Bu samanın PO ile 30 günlük inkübasyonu yapılırsa sindirilebilirliği %17 artırılabilir. Neticesinde fermente mısır samanı hazırlamakla ruminant hayvanlar için 935 bin ton yüzde yüz sindirilebilir kaba yem kaynağı sağlama potansiyeli bulunmaktadır.

Fermente mısır samanı ile ruminant hayvanlarda yedirme denemeleri yapılarak canlı ağırlık artışı, süt ve yavru verimi gibi üretkenlik parametreleri üzerine etkilerine bakılmalıdır.

Uzun süreli inkübasyonlarda sekonder metabolit oluşma olasılığı olduğundan uzun süreli fermente mısır hazırlamada sekonder metabolitler oluşabileceği dikkate alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- Açar Z, Öztürk M, Keleş G. Buğday, mısır, karabuğday samanları içeren rasyonlarla beslenen dişi tokluların performanslarının belirlenmesi. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknol Derg* 2015;3(2):59-62.
- Ad El-Galil Etab., Ebtehag R, Role of bacterial treatments for upgrading nutritive value of bean straw and native goats performance. *J Am Sci* 2011;7(5):502–510.
- Adamovic M, Grubic G, Milenkovic I, Jovanovic R, Protic R, Sretenovic L, Stoicevic L The biodegradation of wheat straw by *Pleurotus ostreatus* mushrooms and its use in cattle feeding. *Anim Feed Sci Technol* 1998;71:357–362.
- Adenipekun CO, Okunlade OA. Biodegradation of rattan wood and maize stovers by *Plurotus ostreatus*. *Nature and Sci* 2012;10(5):49-57.
- Agosin E, Daudin JJ, Odier E. Screening of white-rot fungi on (14C) lignin labelled and (14C) whole-labelled wheat straw. *Appl Microbiol and Biotechnol* 1985;22(2):132–138.
- Akinfemi A, Adu OA, Doherty F. Conversion of sorghum stover into animal feed with white-rot fungi: *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus pulmonarius*. *Afr J Biotechnol* 2010;9(11):1706–1712.
- Arisoy M. The Effect of sodium hydroxide treatment on chemical composition and digestibility of straw. *Tr J Vet Anim Sci* 1998;22:165–170.
- AOAC. Official Methods of Analysis, 18th edn. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington, VA., 2006;3(2): 59-62.
- Anonim. TÜİK, Bitkisel Üretim İstatistikleri, TÜİK Haber Bülteni Sayı:13656 27 Aralık 2013.
- Bayram, İ. Bazı tarımsal artıkların beyaz çürükçül mantarlarla delignifiye edilerek yem değerlerinin artırılma olanaklarının araştırılması. *Ankara Üniv Vet Fak Derg* 1997;44:1-9.
- Blummel, M, Ørskov. ER. Comparison of in vitro gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting of food intake in cattle. *Animl Feed Sci and Technol* 1993;40:109-119.
- Brons E, Plaizier JC. Comparisons of methods for *in-vitro* dry matter digestibility of ruminant feeds. *Canadian J Anim Sci* 2005;85(2):243-245.
- Budak F. Yem bitkilerinde kalite ve yem bitkileri kalitesini etkileyen faktörler. *Türk Bilim Derlemeler Derg* 2014;7(1).10-17.

- Büyük O. Marmara bölgesi mısır ıslah araştırmalarında geliştirilen genotiplerin sap ve koçan çürüklüğü hastalığına (*Fusarium moniliforme*) karşı reaksiyonlarının belirlenmesi. Bitki.Koruma Bülteni 2016;56(1):97-113.
- Canbolat Ö. Bazı buğdaygil kaba yemlerinin *in-vitro* gaz üretimi, sindirilebilir organik madde, nispi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması. Kafkas Univ Vet Fak Derg 2012;18: 571-577.
- Canbolat Ö. Farklı olgunlaşma dönemlerinin kolza otunun (*Brassicanapus L.*) potansiyel besleme değeri üzerine etkisi. Ankara Üniv Vet Fak Derg 2013; 60: 145-150.
- Chahal DS, Moo-Young. Bioconversion of lignocellulosics in animal feed with *Cheatomium cellulolyticum*. Dev Ind Microbiol 1981;23:143–159.
- Czerkawski JW, Breckenridge G. Design and development of long-term rumen simulation technique (RUSITEC). Br J Nutr 1977;38:271–384.
- Çetinkaya N, Kuleyin S. Evaluation of Hazelnut Hulls as an Alternative Forage Resource for Ruminant Animals. WASET Int J Biol Biomolecular Agric Food and Biotechnol Engin 2016;10(5):282-285.
- Çolpan İ . Kaba yemler, Ergün A, Tuncer şD, Çolpan İ, Yalçın S, Yıldız G, Küçükersan KM, Küçükersan S, şehu S, Saçaklı P, Editörler. Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi Kitabı 4.Baskı, Ankara, Baskı yayım, 2011, 105-112.
- Denek N, Avcı M, Can A, Daş B, Aydın SS, Savrunlu M. Kimi kaba yemlerde farklı bitki yapraklarının *in-vitro* metan üretimi üzerine etkisi. Harran Üniv Vet Fak Derg 2014; 3(2):59-66.
- Denek N, Can A, Avcı M. Dimetilsülfoksit ilavesi ile farklı şekillerde dondurulmuş rumen sıvısının *in-vitro* sindirim denemelerinde kullanım olanaklarının araştırılması. Kafkas Univ Vet Fak Derg 2016;22(2):265-271.
- Díaz-Godínez G, Sánchez C. In situ digestibility and nutritive value of maize straw generated after *Pleurotus ostreatus* cultivation. Can J Anim Sci 2002;82:617–619.
- Erdem F. *Juncusacutus*'un *in-vitro* gaz üretim metodu ile sindirilebilirliğinin ve real-time PCR ile selülitik rumen bakterileri üzerine etkilerinin incelenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Doktora Tezi, 2014.
- Elseed F, Sekine AMA, Hishinuma JM, Hamana, K. Effects of ammonia, urea plus calcium hydroxide and animal urine treatments on chemical composition and in sacco degradability of rice straw. Asian Aust J Anim Sci 2003;16(3), 368–373.
- FAO. Successes and failures with animal nutrition practices and technologies in developing countries. Proceedings of the FAO Electronic Conference, 1-30 September 2010, Rome, Italy. Edited by Harinder PS Makkar. FAO Animal Production and Health Proceedings.2011. No. 11. Rome, Italy.

- Fazaeli H, Mahmudzadeh H, Jalan ZA, Rouzbenhan Y, Liang JB, Azizi A. Utilization of fungal treated wheat straw in the diet of late lactating cow. *Asian Aust J Anim Sci* 2004; 17:467-472.
- Feedipedia, Animal Feed Resources Information System INRA CIRAD AFZ and FAO © 2012-2016. <http://www.feedipedia.org/node/11490>. Erişim Tarihi: 11.12.2016.
- Godliving YS, Mtui. Lignocellulolytic enzymes from tropical fungi: Types, substrates and applications. *Sci Research and Essays* 2012;7(15):1544-1555.
- Göktepe AE. Ruminantlar için karamba bitkisinin nispi yem değerinin ve *in-vitro* sindirilebilirliğinin belirlenmesi Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Samsun, Yüksek Lisans Tezi, 2015; 32-33.
- Güngör T, Başalan M, Aydoğan İ. Kırıkkale yöresinde üretilen bazı kaba yemlerde besin madde miktarları ve metabolize olabilir enerji düzeylerinin belirlenmesi. *Ankara Üniv. Vet Fak Derg* 2008;(11):111-115.
- Han YW. Microbial utilization of straw: A review. *Advances in Appl Microbiol* 1978;23: 119-153.
- Han, YW. Microbial utilization of straw: A review. *Advances in Appl Microbiol* 2001;23: 119-153.
- Hoffman C, Shaver RD, Combs DK, Undersander DJ, Bauman LM, Seeger TK. Understanding NDF digestibility of forages. *Focus on forage* 2001;3(10):1-3.
- Kamalak A. Bazı kaba yemlerin gaz üretim parametreleri ve metabolik enerji içerikleri bakımından karşılaştırılması. *KSU J Sci Engin* 2005; 8(2):116-120.
- Kalkan H, Filya İ. Sellüloz enziminin buğday samanının beslenme değeri, *in-vitro* sindirimi ve mikrobiyal protein üretimi üzerine etkileri. *Kafkas Üniv Vet Fak Derg* 2011;17(4):585-594.
- Karabıyık A. Şeker pancarı baş ve yapraklarının farklı katkı maddeleri ilavesiyle peletlenmesinin kaba yem üzerine etkileri. *Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu, Yüksek Lisans Tezi*, 2016;25-28.
- Karunanandaa K, Varga, GA, Colonization of rice straw by white rot fungi (*Cyathusstercorius*): Effect on ruminal fermentation pattern, nitrogen metabolism, and fiber utilization during continuous culture. *Anim Feed Sci and Technol* 1996;61:1-16.
- Khazaal, K, Markantonatos, X, Nassis, A, Orskov, ER. Changes with maturity in fibre composition and levels of extractable polyphenols in Greek browse: effect on *in-vitro* gas production and in sacco dry matter degradation. *J Sci Food and Agric* 1993; 63:237-244.

- Kılıç, A. Kaba yem üretimi ve sorunları. Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi, Ankara, Özet Kitabı, 2008; 845-858.
- Kirchgesener M, Kellner RJ, Roth FX. Zur Schätzung des Futterwertes mittels Rohfaser und der Zellwandfraktionen der Detergentienanalyse. Landwirtsch. Forsch 1977;30:245-250.
- Küçükersan S. Dolgu maddesine zengin yemler, Ergün A, Tuncer ŞD, Çolpan İ, Yalçın S, Yıldız G, Küçükersan KM, Küçükersan S, Şehu S, Saçaklı P, Editörler. Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi Kitabı, 4. Baskı, Ankara, Baskı yayım, 2011, 105-112.
- Langar PN, Sehgal JP, Garcha HS. Chemical changes in wheat and paddy straw after fungal cultivation. Indian J Anim Sci 1980;50:942-946.
- Liu JJ, Liu XP, Ren JW, Zhao HY, Yuan XF, Wang XF, Cui ZJ. The effects of fermentation and adsorption using lactic acid bacteria culture broth on the feed quality of rice straw. J Integrative Agric 2015;14(3):503-513.
- Lynch GP, Smith DF, Jackson ED, Cope RC, Simpson ME. Fungal degradation and nutritional value of cellulolytic wastes. J Anim Sci 1977;44:883-888.
- Mahesh MS, Mohini M. Biological treatment of crop residues for ruminant feeding: A review Afr J Biotechnol 2013;12(27):4221-4231.
- Martín-García, AI, Molina-Alcaide, E. Effect of different drying procedures on the nutritive value of olive (*Olea europaea* var. *europaea*) leaves for ruminants. Anim Feed Sci and Technol 2008;142(3-4):317-329.
- Martinez MJ, Martinez AT. Kinetics of wheat straw solid-state fermentation with *Trametes versicolor* and *Pleurotus ostreatus* lignin and polysaccharide alteration and production of related enzymatic activities. Evr Appl Microbiol Biotechnol 1991;35:817-823.
- Mehrez AZ, Orskov, ER. A study of artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. J Agric Sci 1977;88:645-650.
- Menke KH, Raab L, Salewski A, Steingass, H, Fritz, D, Schneider, W. The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor. J Agric Sci 1979;93:217-222.
- Menke KH, Steingass H. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in-vitro* gas production using rumen fluid. Anim Res Dev 1988;28:7-55.
- Muller, HW, Rosh, W. Screening of white-rot fungi for biological pretreatment of wheat straw for biogas production. Appl Microbiol Biotechnol 1986;180-185.
- Nahand MK, Nobar RSD, Maheri-Sis N, Lotfi A. Effect of polyethyleneglycol (peg) on *in-vitro* gas production, metabolisable energy and organic matter digestibility of apple tree leaves as ruminant feed. Global Veterinaria 2010;4(6):587-591.

- Naser M, Bayaz A, Ramin S, Alireza A, Abolfazı A, Mehdi M. Determining nutritive value of soybean straw for ruminants using nylon bags technique. Pak J Nutr 2011;10:838-841.
- Orskov ER, McDonald I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurement weighed according to rate of passage. J Agric Sci 1979;92: 49.9-503.
- Rahman MM, Lourenço M, Hassim HA, Baars JJP, Sonnenberg ASM, Cone JW, De Boever, Fievez V.. Improving ruminal degradability of oil palm fronds using white rot fungi. Anim Feed Sci and Technol 2011;169(3-4):157-166.
- Raghuwanshi, S, Misra, S, Saxena, R K. Treatment of wheat straw using tannase and white-rot fungus to improve feed utilization by ruminants. J Anim Sci and Biotechnol 2014;5(1):13-20.
- Ramirez-Bribiesca JE, Soto-Sanchiez A, Hernandez-calva LM, Salinas- Chavira J, Galaviz-Rodriguez JR, Cruz-Monterrosa RG, Vargas- Lopez S .Influence of *Pleurotus ostreatus* spent corn straw on performance and carcass characteristics of feed lot Pelibuey lambs. Indian J Anim Sci 2010;80:754-757.
- Rodrigues, MAM., Pinto, P, Bezerra, RMF, Dias, AA, Guedes, CVM, Cardoso, VMG, Sequeira, C. A. Effect of enzyme extracts isolated from white-rot fungi on chemical composition and in vitro digestibility of wheat straw. Anim Feed Sci and Technol 2008;141(3-4),326-338.
- SAS. SAS istatistic software, SAS campus DRIVE. Cary NC, USA. 2007.
- Selçuk Z, Salman M, Çetinkaya N. Sellülaz enzimi muamelesinin çeltik samanı sindirilebilirliği üzerine etkisi. Kafkas Univ Vet Fak Derg 2015;22(1):43-48.
- Sharma RK, Arora DS. Production of lignocellulolytic enzyme sand enhancement of *in- vitro* digestibility during solid state fermentation of wheat straw by *Phlebia floridensis*. Bioresour Technol 2010;101(23):9248-53.
- Singh B, Tomar SK, Kundu SS. *In-vitro* gas production technique for feed evaluation.1. Baskı, Karnal-132 001, Haryana, India in tech Printers and Publishers No.353, Mughal Canal Market. 2010;1-115.
- Sridhar M, Senani S. Nutritional profile of ragi (*Eleusine coracana*) straw fermented using brown rot fungi. In: International tropical animal nutrition conference (volume II), held at National Dairy Research Institute, 2007;103-104.
- Taşpınar Ö. Büyükbaş ve küçükbaş hayvan yetiştiriciliğinde kaba yemle beslemenin önemi. Hakimiyet Tarım Fuarı eki <http://www.zmo.org.tr/genel/bizden-detay.php/2013>.
- Tekçe E, Gül M. Ruminantlarda ADF ve NDF'nin önemi. Atatürk Üniv Vet Bil Derg 2014; 9(1):63-73

- Tilley JMA, Terry RA. A two stage method for the *in-vitro* digestion of forage crops. J Brit Grassl Soc 1963;18:104-111.
- Topal Ş, Kıral E, Alikışıfoğlu K, Buğday samanının mikrobiyal delignifikasyonunda amonyum nitrat fortifikasyonunun etkileri. Anim Enform 1993;85:58-71.
- Turgut, L. The determination of ruminal degradability of wheat and barley straws chemically treated, OMÜ Zr Fak Derg 1998;23(3):183–189.
- Tuyen VD, Cone JW, Baars JJP, Sonnenberg ASM, Hendriks WH. Fungal strain and incubation period affect chemical composition and nutrient availability of wheat straw for rumen fermentation. Bioresource Tech 2012;111:336-342.
- Tuyen DV, Phuonga HN, Conea JW, Baarsb JJP, Sonnenbergb ASM, Hendriks WH. Effect of fungal treatments of fibrous agricultural by-products on chemical composition and *in-vitro* rumen fermentation and methane production. Bioresource Technol 2013;129:256–263.
- Van Soest, PJ, Robertson, JD, Lewis, BA. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J Dairy Sci 1991; 74:3583-3597.
- Williams BA, Cumulative gas production techniques for forage evaluation. In, Givens DI, Owen E, Axford RFE, Omed HM (Eds): Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. 2000;189-213.
- Widyastuti, Y, Terade, F, Kojikawa, H, Abe, A. Digestion of rice straw cell wall constituents in various rumen conditions. Jpn Agric Res Quart 1987;21:59-64.
- Yılmaz Y, Gorgülü M. Kekik (*origanumvulgare*) ve çörekotu (*nigellasativa*) uçucu yağı ile arpa, soya fasulyesi küspesi ve buğday samanının gerçek kuru madde, organik madde ve NDF sindirilebilirliğine etkileri. ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü 2010;22(2):39-48.
- Zadrazil F, Brunnert H. Solid-state fermentation of lignocellulose containing plant residues with *Sporotrichum pulverulentum* and *Dichomitus squalens*(Karst). Reid Eur Appl Microbiol Biotechnol 1982;16:45–51.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Aydan ATALAR

Doğum Yeri: Akpınar

Doğum Tarihi: 23/02/1986

Medeni Hali: Evli

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):

Küçükçekmece Anadolu Lisesi	2000-2004
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi	2006-2011

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

Öz-şen Sakatat Entegre Sanayi A.Ş	2011-2012
Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Kırıkkale Delice İlçe Müd.	2013- 2013
Bülent Ecevit Üniversitesi/ AESHMYO	2013-

İletişim Bilgileri:

Adres:

Bülent Ecevit Üniversitesi AESHMYO
Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü
İbni Sina Kampüsü/Kozlu /ZONGULDAK

E-posta:

aydantlr@gmail.com

