



**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ZOOTEKNİ ANA BİLİM DALI**

**FARKLI DEĞİRMENCİLİK YAN ÜRÜNLERİ İLAVELİ
BUĞDAY VEYA ÇELTİK SAMANINDAN OLUŞAN
KULLANILMIŞ MANTAR KOMPOSTLARININ BESİN
MADDELERİ İÇERİĞİ VE KABA YEM KALİTE
PARAMETRELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Berat BİLİK

Danışman
Prof. Dr. Nuh OCAK

SAMSUN
2022

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ZOOOTEKNİ ANA BİLİM DALI



**FARKLI DEĞİRMENCİLİK YAN ÜRÜNLERİ İLAVELİ
BUĞDAY VEYA ÇELTİK SAMANINDAN OLUŞAN
KULLANILMIŞ MANTAR KOMPOSTLARININ BESİN
MADDELERİ İÇERİĞİ VE KABA YEM KALİTE
PARAMETRELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Berat BİLİK

Danışman
Prof. Dr. Nuh OCAK

SAMSUN
2022

TEZ KABUL VE ONAYI

Berat BİLİK tarafından, Prof. Dr. Nuh OCAK danışmanlığında hazırlanan “FARKLI DEĞİRMENCİLİK YAN ÜRÜNLERİ İLAVELİ BUĞDAY VEYA ÇELTİK SAMANINDAN OLUŞAN KULLANILMIŞ MANTAR KOMPOSTLARININ BESİN MADDELERİ İÇERİĞİ VE KABA YEM KALİTE PARAMETRELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından .../.../2022 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. XXXX XXXX Ondokuz Mayıs Üniversitesi Anabilim Dalı		<input type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret

Üye (Danışman)	Dr. Öğr. Üyesi XXXX XXXX Ondokuz Mayıs Üniversitesi Anabilim Dalı		<input type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret

Üye	Prof. Dr. XXXX XXXX Ondokuz Mayıs Üniversitesi Anabilim Dalı		<input type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret

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

ONAY
... / ... / ...
Prof. Dr. Ali BOLAT
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Yüksek Lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığımı taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi ?

Evet (Gerekli ise ekler kısmına ekleyiniz)

Hayır

İmza
23 / 06 / 2022
Berat BİLİK

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı : FARKLI DEĞİRMENCİLİK YAN ÜRÜNLERİ İLAVELİ BUĞDAY VEYA ÇELTİK SAMANINDAN OLUŞAN KULLANILMIŞ MANTAR KOMPOSTLARININ BESİN MADDELERİ İÇERİĞİ VE KABA YEM KALİTE PARAMETRELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 23.06.2022 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 6

Tek kaynak oranı : % 1 çıkmıştır.

İmza
23 / 06 / 2022
Prof. Dr. Nuh OOCAK

ÖZET

FARKLI DEĞİRMENCİLİK YAN ÜRÜNLERİ İLAVELİ BUĞDAY VEYA ÇELTİK SAMANINDAN OLUŞAN KULLANILMIŞ MANTAR KOMPOSTLARININ BESİN MADDELERİ İÇERİĞİ VE KABA YEM KALİTE PARAMETRELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Berat BİLİK

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Zootekni Anabilim Dalı

Yüksek Lisans, Haziran/2022

Danışman: Prof. Dr. Nuh OCAK

Kral istiridye mantarı (KİM, *Pleurotus eryngii*) kompostlarında esas malzeme (EM) olarak buğday (BS) ve çeltik (ÇS) samanlarına, bir adsorban ve besin kaynağı olarak (ikincil malzeme, İM) buğday kepeği (BK), arpa unu (AU), pirinç kepeği (PK), razmol (RM) veya bonkalit (BK) ilavesinin kullanılmış mantar kompostunun (KMK) ham protein (HP), ham yağ (HY), ham selüloz (HS), nitrojensiz öz maddeler (NÖM), nötral deterjanda (NDF) ve asit deterjanda (ADF) çözünmeyen lifli maddeler ve lignin (ADL), selüloz (SEL), hemiselüloz (HSEL), lif olmayan karbonhidrat (LOK), *in vitro* gerçek sindirim (IVGS), nispi yem değeri (NYD), göreceli kaba yem kalitesi (GKK), metabolize edilebilir enerji (ME), net enerji laktasyon (NEL), tahmini net enerji (TNE) ve toplam sindirilebilir besin maddeleri (TSBM) gibi parametrelerinin iyileştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Bu çalışmada, bir KİM denemesinden sağlanan KMK'lar, 2 EM (BS ve ÇS)×5 İM (AU, BK, PK, RM veya BA) faktöriyel düzenleme (BS-BK, BS-BA, BS-AU, BS-RM, BS-PK, ÇS-BK, ÇS-BA, ÇS-AU, ÇS-RM ve ÇS-PK olarak adlandırılan 10 KMK), temel bileşen (TBA) ve kümeleme (KM) analizleri ile değerlendirilmiştir. KMK'ların tüm besin maddeleri, ADL hariç tüm karbonhidrat fraksiyonları ve KMT, İVGS, NYD ve GKK EKM×İKM interaksyonuna, ADF, SKM, ME, TNE ve TSBM EKM'ye ve ADL ve NEL ise İKM'ye bağlı olarak önemli varyasyona sahip olduğu belirlenmiştir. TBA, sırasıyla 9.936 ve 5.215 öz değerlerli TB1 ve TB2, toplam varyasyonun %55.20 ve %28.97'sini açıklamıştır. TBA'nın yükleme skorlarına göre, BS-BK, BS-BA, BS-RM ve BS-PK grupları, LOK, SKM, TSBM, ME, TNE, Kül, NDF, ADF, SEL, HSEL ve NEL ile, ÇS-BA ise, diğer parametreler ile daha konsentre olmuştur. KA, KMK'ları 3 kümeye (Küme I BS-RM, Küme II BS-AU ve Küme III ise, sırasıyla 3 BS'li (BS-BK, BS-BA ve BS-PK) ve 5 ÇS'li (ÇS-BK, ÇS-BA, ÇS-AU, ÇS-RM, ÇS-PK) iki alt gruba sahip) ayırmıştır. Sonuçlar, İKM'den bağımsız BS'li, EKM'den bağımsız olarak da AU ve RM'li KMK'ların iyi yem kaynakları olabileceğini göstermiştir.

Anahtar Sözcükler: Tarımsal Atıklar, Mantar Yan Ürünleri, Mantar Kompostu, Kaba Yem, Yem-Besin Değeri, Yem Kalite Parametreleri

ABSTRACT

COMPARISON OF NUTRIENT CONTENTS AND FORAGE QUALITY PARAMETERS OF SPENT MUSHROOM COMPOSTS COMPOSED OF WHEAT OR PADDY STRAW SUPPLEMENTED WITH DIFFERENT MILLING BY-PRODUCTS

Berat BİLİK

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Animal Science

Master, June/2022

Supervisor: Prof. Dr. Nuh OCAK

As an adsorbent and nutritional source (secondary material, SM), wheat bran (WB), barley flour (BF), rice bran (RB), wheat red dog (RD) or shorts (SH) supplementation to mushroom (*Pleurotus eryngii*) composts having wheat (WS) or paddy straws (PS) as primary material (PM) could have contributed to improving some parameters (crude protein (CP), ether extract (EE), crude cellulose (HS), nitrogen-free extracts (NFE), neutral detergent (NDF) and acid detergent (ADF) fibers and lignin (ADL), cellulose (CEL), hemicellulose (HCEL), non-fiber carbohydrate (NFC), in vitro true digestion (IVTD) relative feed value (RFV) and forage quality (RFQ), metabolizable energy (ME), net energy lactation (NEL), estimated net energy (TNE) and total digestible nutrients (TDN)) of spent mushroom compost (SMC). The SMCs from a king oyster mushroom experiment were evaluated with 2 PM (WS and PS)×5 SM (WB, AF, RB, RD or BC) factorial arrangement (ten SMCs named as WS-WB, WS-BF, WS-RD, WS-SH, WS-RB, PS-WB, PS-BF, PS-RD, PS-SH ve PS-RB), principal component (PCA) and cluster (CA) analyses. There were significant variations due to the interaction of ECM×IKM among all nutrients and carbohydrates (except for ADL), the DMT, IVTD, RFV and RFQ of SMCs. The ADF, DDM, ME, ENE and TSBM had significant variation depending on PM, whereas the ADL and NEL depended on SM. Based on PCA, PC1 and PC2 with high eigenvalues explained 55.20% and 28.97% of the total variation, respectively. Based on the score loading, WS-WB, WS-HS, WS-RD, and WS-RB groups was more related to NFC, DDM, TDN, ME, ENE, ash, NDF, ADF, CEL, HCEL and NEL, while PS-SH was concentrated with other parameters. The SMCs are divided into 3 clusters based on CA (Cluster I WS-RD, Cluster II WS-BF and Cluster III had two subgroups with 3 WSs (WS-WB, WS-SH and WS-RB) and 5 PSs (PS-WB, PS-SH, PS-BF, PS-RD and PS-RB). In conclusion, SMCs with WS independent of SM and with AU and RM independent of PM can be good feed sources.

Keywords: Agricultural Wastes, Mushroom By-Products, Mushroom Compost, Forage, Feed-Nutritive Value, Feed Quality Index

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Çalışmamın belirlenmesi ve yürütülmesinde olduğu gibi yazım ve değerlendirme aşamalarında bilgileri ve tecrübeleri esirgemeyen değerli danışman hocam Prof. Dr. Nuh OCAK'a ve yazım ve değerlendirme aşamalarında, yardımını ve desteğini gördüğüm değerli abim Arş. Gör. Ahmet AKDAĞ'a ve Arş. Gör. İbrahim Cihangir OKUYUCU'ya teşekkürlerimi bir borç bilirim. Kullanılmış mantar kompost materyalini sağlayan Prof. Dr. Aysun PEKŞEN'e teşekkürlerimi sunarım. Lisansüstü eğitimim sırasında yanımda olan, desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Eğitimimin ve hayatımın her döneminde maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, aldığım her kararın arkasında duran aileme sonsuz teşekkür ederim.

2022

Berat BİLİK
Ziraat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

TEZ KABUL VE ONAYI.....	i
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....	ii
TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI.....	iii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	iv
1. GİRİŞ	1
2. KURUMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ.....	6
2.1. Kullanılmış (Atık) Mantar Kompostu Üretimi	6
2.2. Kullanılmış Mantar Kompostunun Bileşenleri	10
2.2.1 Materyal İçeriği	10
2.2.2. Besin Maddeleri İçeriği, Yem Değeri ve Kaba Yem Kalitesi	11
2.2.3. Kaba Yem Kalite Parametrelerinin Önemi	15
2.3. Hipotez ve Amaç	19
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	23
3.1. Materyal	23
3.1.1. Kullanılmış Mantar Kompostu	23
3.1.2. Örnekleme ve Muhafaza	23
3. 2. Yöntem	24
3.2.1. Besin Madde Analizleri	24
3.2.2. Kalite Tahmin Edicileri	25
3.2.2. Kalite Göstergeleri.....	25
3.2.2. Enerji Değeri	25
3.2.3. <i>İn Vitro</i> Gerçek Sindirilebilirlik.....	26
3.2.5. İstatiksel Analiz	26
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	28
4.1. Bulgular	28
4.1.1. Besin Madde İçerikleri	28
4.1.2. Karbonhidrat Fraksiyonları.....	29
4.1.3. Kaba Yem Kalite Göstergeleri.....	30
4.1.4. Enerji Değeri	32
4.2. Tartışma	37
5. SONUÇ.....	45
KAYNAKLAR	46
ÖZ GEÇMİŞ.....	57

SİMGELER VE KISALTMALAR

AÇÇ	:Asit Çözücüde Çözülebilir
ADF	:Asit Deterjanda Çözünmeyen Lifli Maddeler
ADL	:Asit Deterjanda Çözünmeyen Lignin
AU	:Arpa Unu
BA	:Bonkalit
BK	:Buğday Kepeği
BM	:Besin Maddeleri
BS	:Buğday Samanı
BSAU	:Buğday Samanı Arpa Unu
BSBA	:Buğday Samanı Bonkalite
BSBK	:Buğday Samanı Buğday Kepeği
BSPK	:Buğday Samanı Pirinç Kepeği
BSR	:Buğday Samanı Razmol
CHO	:Karbonhidrat
ÇS	:Çeltik Samanı
ÇSAU	:Çeltik Samanı Arpa Unu
ÇSBA	:Çeltik Samanı Bonkalite
ÇSBK	:Çeltik Samanı Buğday Kepeği
ÇSPK	:Çeltik Samanı Pirinç Kepeği
ÇSRM	:Çeltik Samanı Razmol
EKM	:Esas Kompost Materyali
EKM×İKM	:Esas ve İkincil Kompost Materyali Arasındaki İnteraksiyon
GKK	:Göreceli Kaba Yem Kalitesi
HL	:Hücrel Lokasyon
HP	:Ham Protein
HS	:Ham Selüloz
HSEL	:Hemiselüloz
HY	:Ham Yağ
IVG	:İn Vitro Gerçek Kuru Madde Sindirimi
İKM	:İkincil Kompost Materyali
KA	:Cluster Analysis
KF	:Karbonhidrat İçeriği ve Fraksiyonları
KİM	:Kral İstiridye Mantarı
KK	:Kaba Yem Kalite Parameddeleri
KM	:Kuru Madde
KMK	:Kullanılmış Mantar Kompostu
KMT	:Kuru Madde Tüketimi
L	:Lignin
LOK	:Yapısal Olmayan Karbonhidrat
ME	:Metabolize Edilebilir Enerji
N	:Nişasta
NÇÇ	:Nötral Çözücüde Çözünebilir
NÇÇF	:Nötral Çözücüde Çözünebilir Lifli Maddeler
NDF	:Nötral Deterjanda Çözünmeyen Lifli Maddeler
NEL	:Net Enerji Laktasyon
NÖM	:Nitrojensiz Öz Maddeler
NYD	:Nispi Yem Değeri
Ohçb	:Alkalide Çözünebilir

Ohçm	:Alkalide Çözünmez
OM	:Organik Maddeler
PK	:Pirinç Kepeği
PONB	:Protein Olmayan Nitrojenli Bileşikler
RM	:Razmol
SEL	:Selüloz
SKM	:Sindirilebilir Kuru Madde
TB	:Temel Bileşen
TBA	:Principal Component Analysis
TNE	:Tahmini Net Enerji
TSBM	:Toplam Sindirilebilir Besin Maddeleri
YK	:Yapısal Karbonhidratlar
YOK	:Yapısal Olmayan Karbonhidratlar
C	:Karbon
N	:Azot

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Lignoselülozik atıkların biyodönüşüm sürecinin aşamaları.....	7
Şekil 2.2. Bir selüloz mikrofibrilinin tam enzimatik hidrolizinde yer alan işlemlerin basitleştirilmiş temsili gösterim.....	8
Şekil 2.3. Mantar üretim süreci ve kullanım alanları	9
Şekil 2.4. Mantar endüstrilerindeki kullanılmış mantar kompostlarının yönetim süreci ve kullanım alanları	10
Şekil 2.5. Yem kuru maddesinin besin maddeleri ve karbonhidrat fraksiyonları	19
Şekil 4.1. Besin maddeleri içeriği ve kaba yem kalite değişkenleri arasındaki ilişkiyi açıklayan ilk iki temel bileşen (TB) yükleme vektörünün grafiği.....	34
Şekil 4.2. TB yükleme vektörleri içindeki her bir deneysel kullanılmış mantar kompostunun sınıflandırmasını açıklayan ilk iki TB skor vektörünün grafiği.....	36
Şekil 4.3. Esas ve ikincil kompost materyali farklı kral ıstırtıye mantar üretiminden elde edilen kullanılmış mantar kompostların (KMK) Öklid ölçütüne ve ortalama yöntemine dayalı üç KMK kümesini (K1, K2 ve K3) gösteren hiyerarşik kümeleme dendrogramı. Y eksenindeki yükseklik, kümeler arasındaki ikili mesafelerin ortalamasıdır	37

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Orijinal buğday samanı ve kullanılmış mantar kompostunun besin maddeleri (BM) içeriği (KM'nin %'si)	13
Tablo 2.2. Orijinal çeltik samanı ve kullanılmış mantar kompostunun besin maddeleri (BM) içeriği (KM'nin %'si)	13
Tablo 2.3. T <i>Pleurotus</i> sp cinsi mantarların KMK'da meydana getirdiği değişiklikler.....	14
Tablo 2.4. Buğday ve çeltik samanının besin maddeleri (BM) içeriği, karbonhidrat içeriği ve fraksiyonları (KF) ve kaba yem kalite parametreleri (KKP).....	16
Tablo 2.5. Kaba yem kalitesi sınıflandırma sisteminde kullanılan kategoriler ve nispiyem değeri (NYD) ve göreceli kaba yem kalitesi (GKK) aralığı.....	17
Tablo 2.6. Değirmencilik yan ürünlerinin kimyasal kompozisyonu (%).....	21
Tablo 3.1. Kral istiridye mantarı (<i>Pleurotus eryngii</i>) üretiminde kullanılan materyallerin kimyasal özellikleri, %	23
Tablo 4.1. Farklı değirmencilik yan ürünleri içerikli buğday veya çeltik samanından oluşan kullanılmış mantar kompostlarının besin maddeleri içeriği (KM'de %) ..	29
Tablo 4.2. Farklı değirmencilik yan ürünleri içerikli buğday veya çeltik samanından oluşan kullanılmış mantar kompostlarının hücre duvarı yapı elemanları ve yapısal olmayan karbonhidratlar içeriği (KM'de %).....	30
Tablo 4.3. Farklı değirmencilik yan ürünleri içerikli buğday veya çeltik samanından oluşan kullanılmış mantar kompostlarının kaba yem kalite parametreleri	31
Tablo 4.4. Farklı değirmencilik yan ürünleri içerikli buğday veya çeltik samanından oluşan kullanılmış mantar kompostlarının enerji içerikleri	32
Tablo 4.5. Kullanılmış mantar kompostunun besin maddelerini ve kaba yem kalite parametreleri arasındaki Pearson korelasyon katsayıları (iki yönlü test)	33
Tablo 4.6. Önemli temel bileşenler (TB) üzerindeki incelenen parametrelerin korelasyon matrisi	35

1. GİRİŞ

Günümüzde mantar üretim tesisleri de dahil bir çok tarımsal işletme, işe yaramaz atık üretimini azaltma ve hatta ortadan kaldırılması için önemli zorluk ve maliyetlerin (Kwak et al., 2008; Curran and Williams, 2012) üstesinden gelmek zorundadır. Çeşitli alanlarda üretilen atıklar maksimum düzeyde kullanılma ve hammadde olarak üretim zincirine geri dönüştürülmelidir (Singh et al., 2017). Artan nüfus için gıda talebinin üstesinden gelmenin uygun yollarından birisi, yeşil olmayan devrim olarak da adlandırılan mantar yetiştiriciliğidir (Eren ve Pekşen, 2016, 2019). İnsan beslenmesi ve sağlığı açısından besleyici ve tıbbi özelliklere sahip olan mantar (Song et al., 2007; Pekşen, 2013; Katya et al., 2014), ek toprağa ihtiyaç duymadan yetiştirilebildiği için, mantar üretimi tarımsal-endüstriyel atıkların geri dönüşümünde çok verimli alternatif bir üretim koludur (Souza et al., 2016). Bununla birlikte, yoğun mantar üretimi, ortadan kaldırılmasını zorunlu olan oldukça fazla miktarlarda (yılda 30-60 milyon ton) atık veya kullanılmış mantar kompostu (KMK) adı verilen bir materyalin açığa çıkmasına neden olmaktadır (Kwak et al., 2008; Atallah et al., 2021). Bu materyal (Moon et al., 2012; Phan and Sabaratnam, 2012), abiyotik maddeler ile birlikte, mantar misellerini, bakteriyel biyoması ve hücre dışı (ekstraselüler) enzimlerden oluşan biyotik bileşenleri de içermektedir (Phan and Sabaratnam, 2012; Lim et al., 2013; Pekşen ve Yamaç, 2016). Bir kg yenilebilir mantar üretimi yaklaşık 5-6 kg KMK'nın ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Lin et al., 2014; Ma et al., 2014; Zisopoulos et al., 2016). KMK'nın etkili bertarafı ve geri dönüşümü ile ilgili çevresel kaygılara rağmen, bu materyalin bertaraf veya saklanması konusundaki zorlukların üstesinden gelmenin en etkili yolunun toprak düzenleyici ve özellikle yem hammaddesi olarak kullanılmasıdır (Fazaeli and Masood, 2006; Pekşen ve Yamaç, 2016).

Tarımsal atıklar, tarımsal ürünlerin işlenmesi öncesi veya sonrası yapılan işlemlerden arta kalan materyallerden oluşmaktadır (Hanafi et al., 2018). Bu materyallerden birisi olan KMK, mantar endüstrisinin besin maddeleri açısından zengin bir organik yan üründür (Rasib et al., 2015). KMK, yüksek oranda organik maddeler yanında, makro (N, P, K, Mg, Na) ve mikro (Cu, Fe, Mn, Zn, Mo ve B) elementleri de içermektedir (Fazaeli and Masood, 2006; Jasińska, 2018). Ayrıca, KMK, benzersiz biyolojik özelliklere sahip kitinli biyopolimerler, polifenoller, protein ve melanin gibi önemli miktarda doğal biyoaktif bileşenler de içerir (Beelman et al., 2003; Cebin et al., 2018; Łopusiewicz, 2018; Antunes et al., 2020). KMK'nın ikincil

önemli kısmını oluşturan mantar miselleri, biyo-uyarıcı özelliklere sahip bir besin maddeleri kaynağı olan organik atık maddelerdir (Salachna et al., 2021), Ham KMK, nem (%72.7) ve lif bakımından nispeten yüksek, protein içeriği bakımından ise nispeten çok düşüktür (Hamza et. al., 2003; Kwak et al., 2009).

Ekonomik bir bakış açısıyla, birçok geri dönüşüm materyalleri arasında hayvan yemi olarak KMK'nın kullanımı makul ve umut verici görünmektedir (Hamza et al., 2003; Bae et al., 2006; Kim et al., 2007). KMK'nın yem değeri üretilen mantar türüne ve kompost materyallerine bağlı olarak değişmektedir (Bae et al., 2006; Paredes et al., 2009; Oh et al., 2010). Örneğin, Bae et al. (2006), pamuk yan ürünleri esaslı KMK'nın *in vitro* ve *in situ* kuru madde (KM) ve nötral deterjanda çözünmeyen lifli maddelerin (NDF) sindirilebilirliklerinin odun talaşından oluşan KMK'dan daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Paredes et al. (2009) beyaz şapkalı mantarın (*Agaricus bisporus*) KMK'sının organik maddeler içeriğinin (yüksek lignin-selülozik karaktere sahip) *Pleurotus* sp. Mantarlarının organik madde içeriğinin daha fazla olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte, Oh et al. (2010) ise kulakçık, eringi veya kayın olarak da bilinen kral istiridye mantarı (*Pleurotus eryngii*) ve istiridye (*Pleurotus ostreatus*) mantarlarının KMK'sının bazı rumen parametreleri (pH, amonyak-N, toplam ve bireysel yağ asidi konsantrasyonları) üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını bildirmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda, KMK'nın bir kaba yem kaynağı olarak kullanılması, hayvansal üretime fayda sağlama yanında, toplum için çevreyi ve doğal kaynakları korumak için potansiyel olarak ucuz bir yol olabilir (Paredes et al. 2009; Rinker, 2017). Dolayısıyla, hayvan yetiştiricileri bunun gibi alternatif yem kaynaklarını hayvanlarının beslenmesinde optimal düzeyde kullanmalıdır.

Her yıl, tarımsal üretim sonucu, düşük besin kalitesine sahip büyük miktarlarda lignoselülotik materyaller üretilmektedir. Bu materyaller, bazen mantar üretiminde besi ortamı (kompost) olarak kullanılmaktadır. Nitekim, mantar kompostlarında birincil lif kaynağı, odun talaşı, mısır sapı ve koçanı, pamuk atığı, tahıl (buğday ve çeltik) samanları veya mısır koçanıdır (Kwak et al., 2008; Kim et al., 2007, 2012). Bu materyallerin yenilebilir mantarların herhangi birinin üretim ortamlarında kullanılması, besin maddeleri içeriği ve kaba yem kalite parametrelerini geliştirilebilir (Royse, 2007; Rinker, 2017). Dünya çapında kompost ana materyali olarak en yaygın şekilde buğday samanı ve kepeği kullanılmaktadır (Eren ve Pekşen, 2016, 2019; Eren vd., 2021).

Dünyada en çok yetiştirilen mantar türlerinden birisi olan kral istiridye mantarı, büyüme ve gelişimi için polisakkaritler ve nitrojen açısından zengin materyallere ihtiyaç duyar (Paredes et al., 2009; Rinker, 2017). Düşük maliyetli tarımsal yan ürünlerin kullanımı ve bu malzemelerin işlenmesi, bu açıdan olası bir çözümdür (Moradzadeh-Somarin et al., 2021). Bu nedenle, bu mantar türünün üretiminde kompost hazırlanırken tahıl samanına ilaveten farklı tahıl değirmencilik yan ürünleri de kullanılmaktadır (Pekşen, 2019). Dolayısıyla kral istiridye mantarı KMK'si tahıl samanına ilaveten, tahıl değirmencilik yan ürünleri, kalsiyum sülfat, toprak ve inorganik besin ve pestisit kalıntılarının kompostlaştırılmış bir karışımından oluşmaktadır.

Hayvan yemi olarak düşük sindirilebilirlik değerine sahip olan çeltik samanı (Sarkar and Aikat, 2013), Türkiye de dâhil dünyanın birçok bölgesinde ucuz ve bol bulunan tarımsal atıklardan biridir. Çeltik samanının hayvan rasyonlarında kullanım oranı, diğer samanlara göre düşük olduğu için, bu saman da önemli bertaraf zorlukları ortaya çıkaran tarımsal yan ürünlerden birisidir (Sarkar and Aikat, 2013; Madzingira et al., 2021). Çeltik samanında olduğu gibi çoğu lignoselülozik atıklar yüksek oranda selüloz, hemiselüloz ve lignin içeriğinden dolayı, hayvanlar tarafından tüketimi ve sindirilmeleri oldukça düşük ve zordur (Arora and Sharma, 2009). Çevre için potansiyel bir kirletici olan böyle bir kaynak, Dünya mantar üretim döngüsünde önemli yer tutan ve yüksek miktarlarda üretilen yenilebilir kral istiridye mantarının üretimi için hazırlanan kompostlarda da kullanılmaktadır (Pekşen ve Yamaç, 2016). Kral istiridye mantarı da dâhil, *Pleurotus* sp. mantarlarının hücre dışı enzim kompleksleri (selülaz, selobiaz, hemiselülaz, ligninaz, lakkaz), tahıl samanları gibi artıklardan oluşan kompostların bozulmasını arttırmakta (Hamza et al., 2003; Kim et al., 2008) ve sonuçta besin madde kompozisyonunu olumlu etkilemektedir (Kim et al., 2012). Nitekim bu kompostların içerdiği mantar misellerine (Antunes et al., 2020) bağlı olarak başlangıç materyaline kıyasla daha fazla kül, serbest şeker ve protein içerdiği, buna karşın daha az selüloz ve lignin içerdiği bildirilmiştir (Bae et al., 2006; Kim et al., 2007). Gerçekten de mantar enzimleri tarafından selüloz ve hemiselülozların parçalanması nedeniyle kompostu oluşturan samanların kalitesi iyileştirilmiş (Adamović et al., 1998) ve böylece, KMK'nın geviş getiren hayvanlar tarafından daha kolay sindirilebilir hale geldiği gösterilmiştir (Hadizadeh et al., 2015). Tipik olarak hızla çürümeye yatkın ve yaklaşık %60 nem içeren KMK'nın (Kim et al., 2007),

hayvan yemi olarak etkin kullanımının, koruyucu kalitesinin iyileştirilmesine bağlı olduğu bildirilmiştir (Kwak et al., 2008; Kim et al., 2012).

Ticari düzeyde, yenilebilir mantar üretim süreci çeltik ve buğday samanları gibi lignoselülozik malzemelerden oluşan bir materyal üzerinde ya tek başına ya da besin eksikliklerini gidermek için takviyelerle kombinasyon halinde gerçekleşir (Zhang, 2002; Sanchez and Royse, 2009; Kumar et al., 2021). Bu nedenle, buğday ve çeltik samanı gibi lignoselülozik yan ürünlerin mantar üretiminde kullanımının bu materyallerin yem değeri üzerindeki ve geniş getiren hayvanların beslenmesindeki etkinlikleri araştırılmaktadır (Fazaeli et al., 2006; Fazaeli, 2007; Sarnklong et al. 2010; Amido et al., 2021). Gerçekten de, yenilebilir mantar gibi mikroorganizmaların kullanıldığı biyolojik ön arıtma, lignoselülozun sert kimyasallar ve yüksek sıcaklıklar kullanmadan şekerlere veya diğer ürünlere dönüştürülmesini kolaylaştırabilmektedir (Madadi and Abbas 2017).

Değirmencilik yan ürünü ilaveli mantar üretim ortamından elde edilen KMK'nın yem hammaddesi olarak kimyasal kompozisyonu yanında nötral deterjan lif (NDF), asit deterjan lif (ADF), sindirilebilir kuru madde (SKM), kuru madde tüketimi (KMT), metabolize edilebilir enerji (ME), nispi yem değeri (NYD, relative feed value) ve göreceli kaba yem kalitesi (GKK, relative forage quality) gibi kaba yem kalite parametrelerinin bilinmesi çok önemlidir (Royse and Sanhchez, 2007; Hanafi et al., 2018). Nitekim şitaki mantarı (*Lentinula edodes*) üretim ortamına meşe hızar talaşı yerine öğütülmüş buğday samanı ilavesi KMK'nın NYD'sini önemli düzeyde arttırmıştır (Royse and Sanchez, 2007). Dolayısıyla, KMK'nın besin maddeleri kompozisyonu ve yem değeri, kompostu oluşturan ana materyal kadar, kompost yapımında kullanılan tahıl yan ürünleri gibi yapısal olmayan karbonhidrat kaynaklarından da etkilenebilir. Bununla birlikte, kolay çözünebilir karbonhidrat ve bazı minerallerin yanı sıra, protein, yağ ve lif bakımından zengin farklı tahıl değirmencilik yan ürünlerinin (Biel et al., 2020) kullanıldığı mantar kompostlarının KMK'sının besin maddeleri içeriği ve kaba yem kalite parametreleri açısından farklılık gösterip göstermediği hakkında bilgi bulunmamaktadır. Buğday samanı (BS) veya çeltik samanından (ÇS) oluşan mantar kompostuna arpa unu (AU), razmol (RM), pirinç kepeği (PK) ve bonkalit (BA) ilavesi, KMK'nın besin maddeleri içeriğini ve kaba yem kalite parametrelerini buğday kepeğine (BK) göre daha olumlu etkileyebilir. Dolayısıyla, bu çalışmanın birinci amacı, BK, AU, RM, PK ve BA ilaveli BS veya ÇS

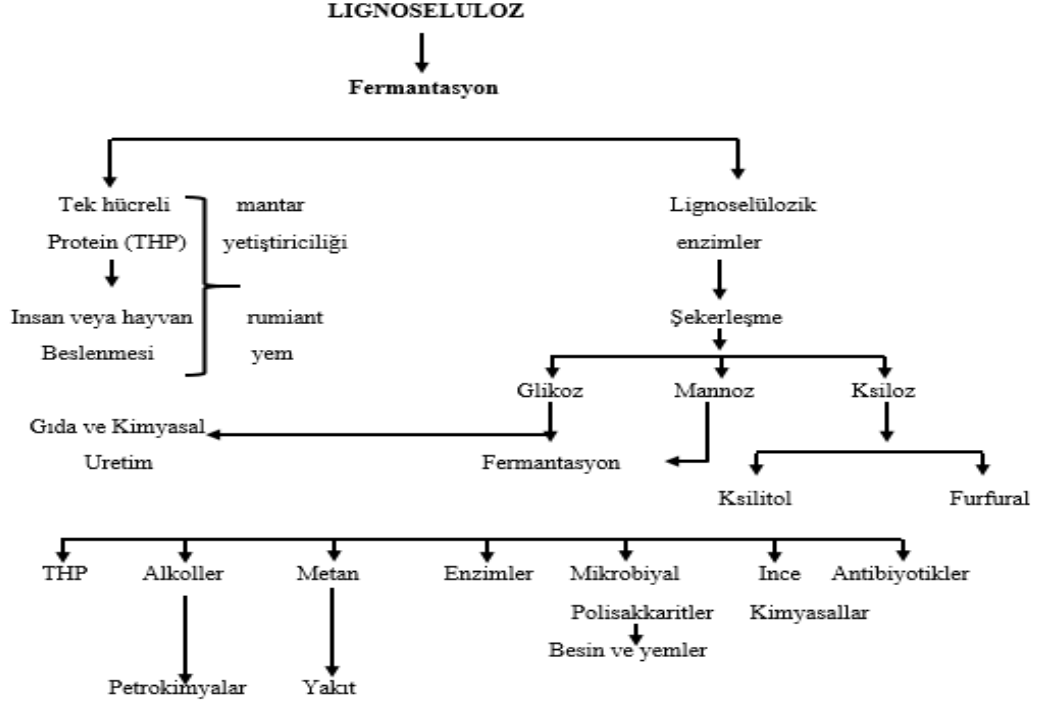
esaslı kral istiridye mantarı KMK'sının yukarıda belirtilen parametrelerindeki belirgin farklılıklarını test etmektir. İkinci ve daha önemli olan amaç ise, bir yem hammaddesi olarak KMK'nın tercih edilen parametreleri bakımından değirmencilik yan ürünlerinin katkısını kemometrik yaklaşımlar (temel bileşen analizi [TBA, principal component analysis] ve kümeleme [KA, kümeleme analizi] analizleri) kullanarak daha net bir şekilde açıklayabilmektir.

2. KURUMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Kullanılmış (Atık) Mantar Kompostu Üretimi

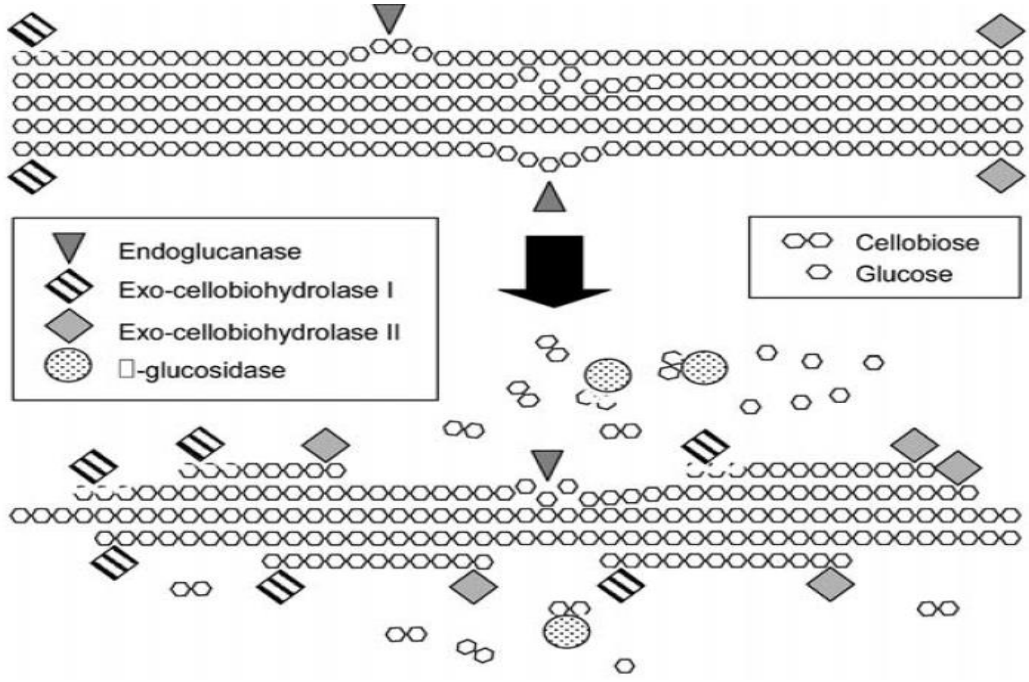
Türkiye’de 2020 yılında kültür mantarı işletmelerinde üretilen kompost ve satılan misel miktarlarına göre 70.000 ton/yıl düzeyinde mantar üretiminin olduğu tahmin edilmektedir (Eren vd., 2021). Bir kg yenilebilir mantar üretimi sonucu yaklaşık 5-6 kg KMK’nın ortaya çıktığı (Ma et al., 2014; Zisopoulos et al., 2016) dikkate alınırsa, Türkiye’de yılda ortalama 420,000 ton/yıl KMK açığa çıkmaktadır. Son on yılda, küresel yenilebilir mantar endüstrisinin hızlı gelişimi, yıllık 60 milyon tondan fazla KMK üretimi ile sonuçlanmıştır (Atallah et al., 2021).

Ekolojinin döngüsel ekonomisinin önde gelen ilkesi, yeni ürün ve uygulamaların geliştirmesinde tarımsal-endüstriyel atıkları hammadde olarak kullanılmasıdır (Mirebella et al., 2014). Yenilebilir mantar üretimi, bir nevi birincil katı-hal fermantasyon sürecidir (Socol and Vandenberghe, 2008; Antunes et al., 2020). Bu nedenle, tarımsal-endüstriyel üretimin sonucu oluşan kalıntıların etkin bir şekilde değerlendirilmesi için biyoteknolojik bir süreç olarak mantar yetiştiriciliği öne çıkmaktadır (Hamza et al., 2003; Antunes et al., 2020). Lignoselülozik tarımsal-endüstriyel atık malzemelerin ana bileşenlerini selüloz, hemiselüloz ve lignin oluşturmaktadır. Selüloz, α -1,4-bağları ile bağlanmış doğrusal bir glikoz polimeri olup genellikle, doğal koşullar altında çözülmesi veya hidroliz edilmesi çok zordur. Hemiselüloz ise, selüloza göre daha fazla çözünebilir özellikte olup heksozlar, pentozlar ve glukuronik asitten oluşan bir heteropolisakarittir. Kepek ve tahıl samanlarında bulunan en yaygın hemiselüloz bileşeni ksilandır. Lignin, fenilpropanoid alt birimlerinden oluşan oldukça düzensiz ve çözünmeyen bir polimerdir. Selüloz veya hemiselülozdan farklı olarak, tekrarlayan alt birimler içermediğinden, bu polimerin enzimatik hidrolizi son derece zordur (Malherbe and Cloete, 2002; Sánchez, 2009). Tarımsal yan ürün olarak üretilen selüloz, hemiselüloz ve ligninin sadece küçük bir miktarı etkin şekilde (yenilebilir mantar yetiştiriciliği için kompost yapımı, doğrudan hayvan yemi olarak) kullanılmaktadır (Pérez et al., 2002). Dolayısıyla, lignoselülozik atıkların biyobozunmasının ve kullanımının uygun yönetimi (Şekil 2.1), çevrenin kalitesini, insanın evreni daha iyi anlamasını ve nihayetinde yerel ekonomileri ve toplulukları değiştirmeye hizmet edebilir (Malherbe and Cloete, 2002; Sánchez, 2009).



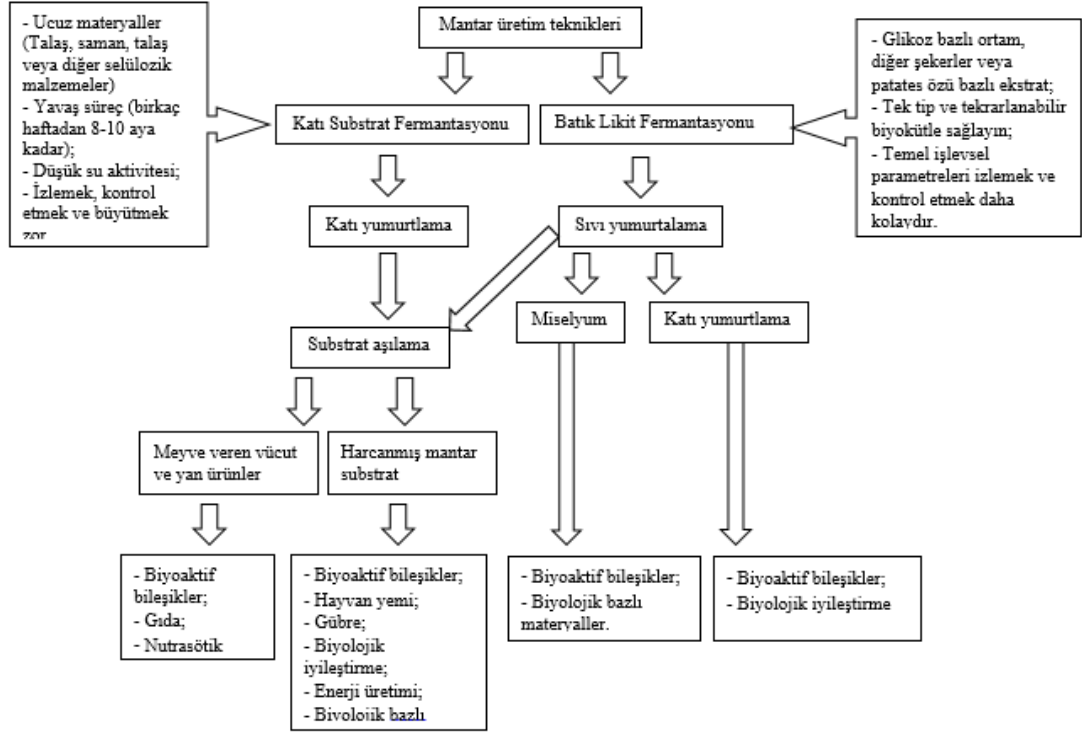
Şekil 2.1. Lignoselülozik atıkların biyodönüşüm sürecinin aşamaları (Sánchez, 2009).

Çok çeşitli lignoselülozik kalıntılarda, yani önemli bir selüloz bileşenine sahip hemen hemen her lignoselülozik materyalde başarılı bir şekilde yetiştirilebilen yenilebilir mantar türleri (Zhang et al., 2002; Kalm and Sargın, 2004; Eren ve Pekşen, 2019) de dâhil, çoğu mantarlar, yetenekli selüloz bozucudurlar (Pérez et al., 2002). Şekil 2.2’de görüldüğü gibi, selülozun verimli hidrolizi, en az üç enzimin uyumlu eylemi ile gerçekleşmektedir (Malherbe and Cloete, 2002). 1) Endoglukanazlar (endoglucanases) intermonomer bağlarını rastgele parçalar, 2) eksoglukanazlar (exoglucanases) mono- ve di-merleri glikoz zincirinin sonundan uzaklaştırır ve 3) β -glukosidazlar (β -glucosidase) glukoz dimerlerini hidrolize ederler. Mantarlar, kompost içine birkaç hücre dışı enzim (selülaz, selobiaz, hemiselülaz, ligninaz, lakkaz) salgılamaktadır (Hamza et al., 2003; Kim et al., 2008). Bu enzimler, kompost ana materyallerinin (tarımsal-endüstriyel atıkların) ana bileşenleri olan ve biyolojik bozulmaya en yüksek düzeyde direnç gösteren organik maddelere (selüloz, hemiselüloz ve hatta lignin) doğrudan saldırmakta ve bozmaktadır (Kim et al., 2012; Hanafî et al., 2018). Yenilebilir kültür mantarları, tipik olarak lignoselülotik materyaller (kompost) üzerinde yetiştirilmektedir. Dolayısıyla, selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi lignoselülozik bileşenlerinin kimyasal özellikleri, onları yenilebilir mantar üretimi için önemli değere sahip bir materyal yapmaktadır (Malherbe and Cloete 2002).



Şekil 2.2. Bir selüloz mikrofibrilinin tam enzimatik hidrolizinde yer alan işlemlerin basitleştirilmiş temsili gösterimi (Malherbe and Cloete, 2002).

Dünyada çok farklı mantar türleri yetiştirilmekte olup (Royse, 2014; Rinker, 2017), üretime %85-90 oranında *Agaricus bisporus*, *Pleurotus* sp., *Lentinula edodes*, *Auricularia* sp., *Flammulina velutipes* ve *Volvariella volvacea* türleri katkıda bulunmaktadır (Royse, 2014; Eren ve Pekşen, 2019). *Lentinula*, *Pleurotus* ve *Agaricus* cinsleri dünyanın tüm kıtalarında, diğer 3 tür ise sadece Asya kıtasında yetiştirilmektedir (Royse, 2014). Diğer taraftan, Royse (2014) *Agaricus* sp., *Pleurotus* sp., *Lentinula* sp., *Auricularia* sp. ve *Flammulina* sp. gibi türlerin dünya mantar üretimine katkısının sırasıyla %30, %27, %17, %6 ve %5 düzeyinde olduğunu bildirmiştir. *Lentinula* sp. (%3), *Agaricus brunnescens* (%7), *Pleurotus* sp. (%14) ve *Agaricus bisporus* (%75) gibi yenilebilir mantarlar türleri Türkiye’de de yetiştirilmektedir (Eren ve Pekşen, 2016). Bununla birlikte, son yıllarda *Agaricus Bisporus*’un toplam mantar üretim oranı içindeki payı azalırken, *Pleurotus* sp. türlerinin oranı artmaktadır (Eren ve Pekşen, 2019). *Pleurotus* sp. türlerinin üretimi sonunda mantar misellerini de içeren önemli miktarda KMK (1 kg mantar üretimi başına yaklaşık 5-6 kg KMK, Ma et al., 2014) oluşmaktadır. Mantar endüstrilerindeki KMK’nın yönetim sürecini Şekil 2.3’deki gibi özetlenebilir.

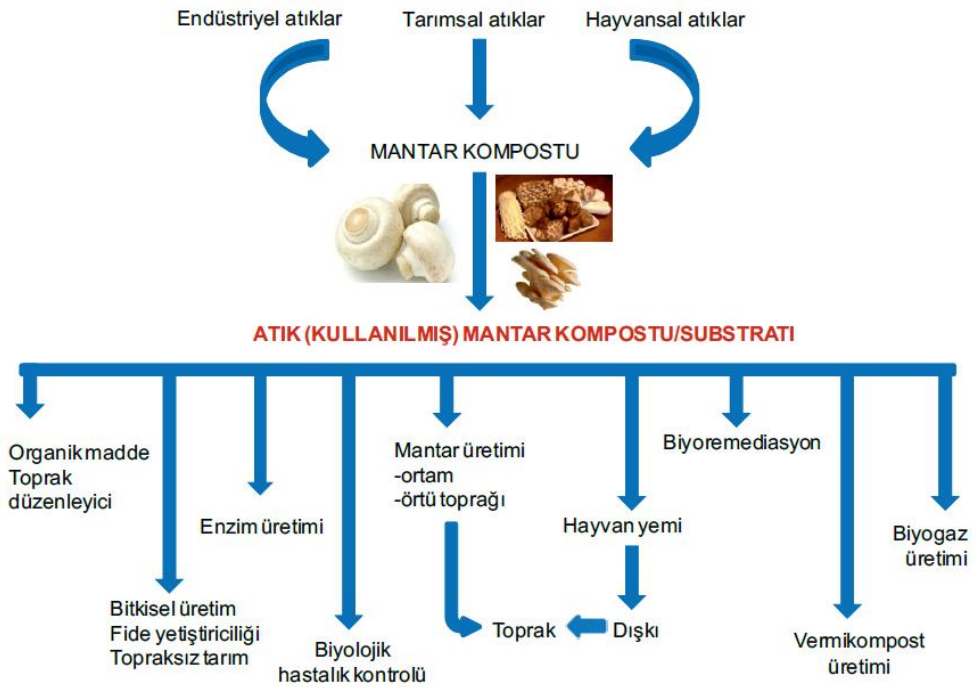


Şekil 2.3. Mantar üretim süreci ve kullanım alanları (Hanafı et al., 2018).

Şekil 2.3’de görüldüğü gibi, kompozit malzemenin geliştirilme süreci kültür oluşturma, sardırma, kalıplama ve fırınlama olmak üzere temel olarak dört aşama içermektedir (Fazenda et al., 2008; Giavasis, 2014; Antunes et al., 2020). Başka bir ifade ile kompozit malzemeler başlangıçta, biri yüksek sıcaklıkta (85 °C’ye kadar) ve diğeri pastörizasyon ve şartlandırma için (60 °C’de başlayıp yaklaşık 45 °C’ye kadar) olmak üzere iki aşamalı bir kompostlaştırma işleminden geçmektedir. Daha sonra yenilebilir mantar misellerin kompost içerisine ekimi yapılır ve bunların kolonizasyon aşamasını, kolonize kompostun (veya muhafazanın) yüzeyinin bir turba tabakası (üst toprak veya meyve vermek için diğer uygun malzeme) ile kaplanması takip eder.

Nitekim dünyanın birçok bölgesinde buğday ve çeltik samanı gibi tarımsal lignoselülozik artıklar, mantar üretim ortamlarının ana materyalini oluşturmaktadır (Baldrian and Gabriel 2003; Sarnklong et al., 2010). Bu nedenle, biyo-çözünürlülüğü yüksek olan tarımsal-endüstriyel atıkların hammadde olarak değerlendirilmesi ve böylece sürdürülebilirlik bakımından yenilenebilir kaynak kullanımı, mantar üretimi açısından büyük önem arz etmektedir. Yıllık bazda yenilenebilir tarımsal atıkların mantar üretiminde kompozit olarak kullanılması, bunların malzeme döngüsüne dâhil edilmesini sağlamaktadır (Adebayo et al., 2015). Böylece yenilebilir mantar üretimi sağlanırken, hasat sonrası kalan besi ortamı da atık materyal (KMK) olarak ortaya

çıkılmaktadır. Çevreye duyarlı devletler, üreticileri ve araştırmacıları KMK'nın farklı amaçlar, özellikle bir yem kaynağı olarak potansiyel kullanımını ele almaya sevk etmiştir (Rinker, 2017). Şekil 2.3 (Hanafi et al., 2018) ve Şekil 2.4'de görüldüğü gibi (Pekşen ve Yamaç, 2019), yenilebilir mantar üretimi sonucu elde edilen KMK'lardan bazıları kaba yem, atık ve/veya gübre materyali olarak kullanılmaktadır (Soccol and Vandenberghe, 2008, Adebayo et al., 2015). Gerçekten de, çevre kirliliğini önlemek için, bu tarımsal atıkların değerlendirilmesi, alternatif değerlendirme yöntemlerine bağlıdır (Hanafi et al., 2018).



Şekil 2.4. Mantar endüstrilerindeki kullanılmış mantar kompostlarının yönetim süreci ve kullanım alanları (Pekşen ve Yamaç, 2019).

2.2. Kullanılmış Mantar Kompostunun Bileşenleri

2.2.1 Materyal İçeriği

Tarımsal ürünlerin hasat ve/veya endüstriyel işlenmesi sonucu ele geçen kalıntılardan oluşan atıklar (Akyüz ve Kirbağ, 2009; Liang et al., 2011), üç önemli polimerden (selüloz, hemiselüloz ve lignin) oluştuğu için, bu materyaller lignoselülozikler olarak adlandırılmaktadır (Hanafi et al., 2018; Treuer et al., 2018). Türkiye'de bu lignoselülozik materyallerin en yaygın olanları, tahıl samanları (buğday, çeltik, arpa vb.), mısır sap ve koçanı, boş tohum kes ve kavuzları, pamuk tohumu kabukları, fındık zurufu, kuru ot ve çay atığı gibi tarımsal atıklar ile hızar talaşı

gibi sanayi ürünlerdir (Akyüz ve Kirbağ, 2009; Pekşen ve Yamaç, 2019). Dünya çapında da KMK'nın esas bileşenlerini hızar talaşı yanında çeltik, buğday ve arpa samanları, mısır koçanı, buğday ve pirinç kepeği, pancar posası vb. tarımsal malzemeler oluşturmaktadır (Park et al., 2012; Ehtesham and Vakili, 2015; Baziuon et al., 2020).

2.2.2. Besin Maddeleri İçeriği, Yem Değeri ve Kaba Yem Kalitesi

Lignoselüloz, yenilenebilir organik maddenin ana kaynağını temsil eden bitkilerin temel yapısal bileşenidir (Jafari et al. 2007). Buğday ve özellikle çeltik samanı gibi çeşitli lignoselülozik biyokütle türleri, geviş getiren hayvanların sindirim sistemine uygun yem hammaddeleri olmasına rağmen, besin maddeleri içeriği ve sindirilebilirlikleri oldukça düşüktür (Jami and Mizrahi, 2012; Sarkar and Aikat, 2013). Bu nedenle, bu tür materyaller geviş getiren hayvanlar için düşük kaliteli yem kaynaklarıdır. Bununla birlikte, artan yem maliyeti ve çevre sorunları, hayvan beslemede tarımsal yan ürünlerin kullanımını zorunlu kılmaktadır (Park et al., 2012; Kim et al., 2015).

Kültür mantarı üretimi için hazırlanan yatak, genellikle buğday kepeği olmak üzere, buğday ve çeltik samanı, pancar posası, soya peyniri gibi ek materyalleri içermesi halinde geviş getiren hayvanlar için daha uygun olmaktadır (Sarnklong et al., 2010; Van Wyngaard et al., 2015). Bu durum, geviş getiren hayvanları sindirim sistemi (Jami and Mizrahi, 2012) ve KMK'nın orijinal komposta göre daha yüksek HP ve daha düşük yapısal karbonhidratlardan oluşan organik maddeler içeriği ile ilgili bulunmuştur (Hanafi et al., 2018). Mantar yetiştiriciliği sırasındaki enzimatik dönüşüm süreçleri sayesinde KMK, geviş getiren hayvanlar tarafından daha kolay sindirilebilmektedir (Adamović et al., 1998; Baziuon et al., 2020). Ancak, Zhu et al. (2012) mantar üretmek için hazırlanan büyüme ortamının, selüloz, lignin ve az miktarda protein içermesi nedeniyle uygun bir yem maddesi olmadığını bildirmiştir. Bazı KMK'lar, düşük besin maddeleri içeriğine sahip olduğu için geviş getiren hayvanların karmalarında bile kullanılmaya uygun bulunmamıştır (Estrada et al., 2009; Zhu et al., 2012; Hanafi et al., 2018). Diğer taraftan, KMK'nın kaba yem olarak kullanılabilirliğini sınırlayan bazı dezavantajlara (geviş getirme ve çiğneme aktivitesini azaltması gibi) sahip olduğunu belirlenmiştir (Kim et al., 2015). Ayrıca,

Avrupa yönetmeliğine göre, bileşiminde hayvan gübresi içeren beyaz şapkallı mantar KMK'sının hayvan yemi olarak kullanımı kısıtlanmıştır (Antunes et al., 2020).

Hayvansal üretimde verimliliği artırmak ve yem kaynaklı ek maliyeti azaltmak, ticari işletmeler için oldukça önemlidir (Van et al., 2015). Bu nedenle, KMK gibi yan ürünlerin yem değerindeki iyileşme, yem kıtlığı olduğunda özellikle bazı kaba yemler için uygun bir alternatif olabilir (Canacuan et al., 2016). Mantar besi ortamında kullanılan birçok materyal hayvan yemi olarak da kullanıldığı için, bu materyallerin geri dönüşüm yöntemlerinden biri de yine hayvan yemi olarak kullanılmasıdır. Bu nedenle, KMK'nın farklı yaş ve türdeki geviş getiren hayvanların bazı rumen parametreleri üzerindeki etkilerine ilişkin araştırmalar (Kim et al., 2011b; Oh et al., 2010; Hanefi et al., 2018) da yapılmıştır. Geviş getiren hayvanlar için potansiyel bir kaba yem kaynağı olan KMK'nın karmada kullanımının, kompost materyali, karamadaki düzeyi, hayvan türü, mantar türleri, KMK'nın besin maddeleri içeriği, hücre duvarı bileşenleri, KMS ve istekli KMT gibi birçok faktöre bağlıdır (Adamovic et al. 1998; Okano et al. 2004, 2006; Kwak et al., 2009; Ayala et al., 2011). Fazaeli et al. (2004), buğday samanının *Pleurotus* mantarları ile muamele edilmesinin KMK'nın sindirilebilirliğini %10'dan fazla artırdığını ve sığırlarda daha yüksek KM, OM ve SKM alımına neden olduğunu bildirmiştir. İvesi kuzularının büyütme karmasında arpa yerine %15 oranında KMK kullanımı büyüme performansını iyileştirmiştir (Aldoori et al., 2015).

Başta çeltik samanı olmak üzere buğday samanı, mısır sapı ve koçanları geviş getiren hayvanlar için yem olarak kullanılabilen oldukça düşük kaliteli yem hammaddelerdir. Bu materyallerdeki yüksek lignin içeriği karbonhidratların depolimerizasyonu nedeniyle engellenmektedir. Bu nedenle, *Pleurotus* sp türü mantarlar buğday (Tablo 2.1) ve çeltik (Tablo 2.2) samanının besi ortamı olarak kullanımı sonucu elde edilen KMK'nın kalitesini iyileştirmektedir.

Geviş getiren hayvanlar için, fermente edilmiş lignoselülozun gerçek protein içeriğindeki artışın büyük bir önemi yoktur, çünkü rumen mikroorganizmaları protein olmayan nitrojen kaynaklarını kullanabilir ve bunları mikrobiyal proteine dönüştürebilir. Lignoselülozun proteince zengin hayvan yemine biyolojik olarak dönüştürülmesi için yürütülen çalışmaların çoğunda, fermente ürün, fermente edilmemiş lignoselülozdan daha düşük sindirilebilirliğe sahiptir (Kurata and Koh, 2017).

Tablo 2.1. Orijinal buğday samanı ve kullanılmış mantar kompostunun besin maddeleri (BM) içeriği (KM'nin %'si)

BM	Buğday samanı				Kullanılmış mantar kompostunun				
	1	2	3	5	1	2	4	3	5
OM	-	90.8	92.8	-	-	65.0	92.5	65.0	-
Kül	8.6	9.9	7.2	10.0	13.5	35.1	8.3	35.0	37.0
HS	41.8	42.9	42.9	44.0	33.3	17.8	-	13.3	6.3
HP	3.1	3.1	2.3	4.2	3.9	11.0	3.5	12.9	12.8
HY	-	1.0	0.9	-	-	1.3	-	1.3	-
NÖM	-	43.2	46.7	-	44.5	34.9	-	37.5	-
NDF	76.1	78.2	83.3	85.0	66.4	27.8	82.0	27.8	28.2
ADF	47.1	53.8	53.8	50.0	46.8	21.0	55.5	21.0	9.7
ADL	-	9.5	-	-	-	20.8	7.5	-	-
L	5.8	-	-	-	5.10	-	-	-	-
SEL	37.3	42.3	42.6	-	32.5	7.0	37.0	5.9	-
HSEL	29.0	24.4	29.5	-	19.9	6.8	26.5	6.9	-
Literatür	1	2	3	5	1	2	4	3	5

1:Kakkar ve Dhanda (1998), 2: Fazaeli and Talebian Masoodi (2006), 3: Fazaeli et al., (2014), 4: Oh et al., 2010, 5: Ehtesham and Vakili (2015).

OM: organik maddeler, HS: ham selüloz, HP: ham protein, HY: ham yağ, NÖM: nitrojensiz öz maddeler, NDF: nötral deterjanda çözünmeyen lifli maddeler, ADF: asit deterjanda çözünmeyen lifli maddeler, ADL: asit deterjanda çözünmeyen lignin, L: lignin, SEL: selüloz, HSEL: hemiselüloz.

Tablo 2.2. Orijinal çeltik samanı ve kullanılmış mantar kompostunun besin maddeleri (BM) içeriği (KM'nin %'si)

BM	Çeltik samanı			Kullanılmış mantar kompostu				
	1	2	4	1	2	2	3	4
OM	-	83.3	80.1	-	90.4	85.1	84.3	76.7
Kül	16.5	16.5	19.9	27.0	9.6	14.9	15.3	23.6
HS	30.4	34.6	38.3	23.3	47.8	43.0	-	35.9
HP	3.42	4.8	4.4	6.18	6.7	7.51	4.92	5.34
HY	-	1.3	1.3	-	2.6	0.9	-	1.4
NÖM	48.4	42.8	-	42.5	33.4	35.7	-	-
NDF	68.5	60.1	71.3	66.4	67.9	59.5	76.0	69.3
ADF	54.2	41.6	59.8	53.9	54.8	55.3	52.0	60.5
ADL	-	-	10.5	-	-	-	-	9.8
L	5.9	-	-	5.2	-	-	-	-
SEL	31.4	-	49.3	29.1	-	-	34.0	50.7
HSEL	14.3	-	11.6	12.6	-	-	24.0	8.8
Literatür	1	2	4	1	2	2	3	4

1:Kakkar ve Dhanda (1998), 2: Oh et al. (2010); 3: Kaur et al. (2012); 4: Amido et al. (2021).

OM: organik maddeler, HS: ham selüloz, HP: ham protein, HY: ham yağ, NÖM: nitrojensiz öz maddeler, NDF: nötral deterjanda çözünmeyen lifli maddeler, ADF: asit deterjanda çözünmeyen lifli maddeler, ADL: asit deterjanda çözünmeyen lignin, L: lignin, SEL: selüloz, HSEL: hemiselüloz.

Kullanılmış mantar kompostu (KMK), geviş getiren hayvanların beslenmesine yönelik olduğunda biyolojik dönüşüm sürecinin amacı lignoselülozun sindirilebilirliğinde bir iyileştirmenin sağlanmasıdır (Villas-Bôas et al., 2002). *Pleurotus ostreatus* mantarının BS esaslı KMK'sının KM, kül, HY, HP, NDF ADF ve net enerji içeriklerinin sırasıyla 26, 4, 13, 485, 412 g ve 1.30 g MJ/kg olduğu belirlenmiştir (Adamovic et al., 1998). Saman esaslı KMK'nın, orijinal samana göre

en dikkate değer değişikliklerinin hemiselüloz (%17), selüloz (%15), lignin (%4) ve besinsel olmayan bileşenlerde (%60) meydana geldiği bildirilmiştir (Zhu et al., 2012). Bu, tüm hücre duvarı bileşenlerinin, miselyum büyümesi ve mantar üretimi sırasında salgılanan enzimler tarafından bozulduğunu göstermektedir. Hamza et al. (2003), beş farklı mantar türünün mısır saplarından oluşan KMK'nın selüloz ve hemiselüloz içeriğini azalttığını lignin içeriğini etkilemediğini, buna karşın HP içeriği arttırdığını bildirmiştir. Yenilebilir *Pleurotus* sp türü mantar üretiminden elde edilen mısır sapı (Hamza et al., 2003; Galaviz-Rodriguez et al., 2010; Darwish et al., 2012) ve çeltik samanı (Khatab et al., 2013) esaslı KMK'nın HP, çözülebilir karbonhidrat, serbest şeker ve kül içeriği ile IVKMS'nin, orijinal komposta göre daha yüksek olduğu, buna karşın NDF, ADF, ADL, hemiselüloz ve selüloz içeriğinin ise daha düşük olduğu belirlenmiştir. Kompost işleme ve mantar büyümesi sırasındaki değişiklikler, çeltik samanının HP içeriğini ve rumende KM sindirilebilirliğini arttırdığı belirlenmiştir (Paredes al., 2009; Kim et al., 2011). Cohen et al. (2002) yaptığı bir derlemede *Pleurotus* sp cinsi mantarlar tarafından KMK'da meydana gelen değişiklikleri Tablo 2.3'de görüldüğü şekilde özetlemiştir. BS'li KMK'nın, orijinal buğday samanından önemli ölçüde daha düşük OM, HS, nitrojesiz öz maddeler (NÖM), NDF, ADF, selüloz ve hemiselüloz, buna karşın daha yüksek kül, HP ve ADL içerdiği belirlenmiştir (Fazaeli and Talebian Masoodi, 2006).

Tablo 2.3. *Pleurotus* sp cinsi mantarların KMK'da meydana getirdiği değişiklikler

Mantar türü	Kompost	Etki
<i>P. ostreatus</i>	Buğday samanı	<i>İn vitro</i> sindirilebilirlikte artış
	Çeltik samanı	Koçlarda sindirilebilirlik ve yem değerinde artış
<i>P. eryngii</i>	Buğday samanı	<i>İn vitro</i> sindirilebilirlikte artış
		Lignin içeriğinde azalış
<i>P. serotinus</i>	Buğday samanı	<i>İn vitro</i> sindirilebilirlikte artış
<i>P. sajur-caju</i>	Buğday samanı	Sindirilebilirlikte ve yem değerinde artış
	Çeltik samanı	Koçlar için yem değerinde artış

Cohen et al. (2002).

Bazı araştırmacılar (Fazaeli and Talebian Masoodi 2006; Ayala et al., 2011; Zhu et al., 2012) geniş getiren hayvanlar için bir yem hammaddesi olarak kullanılan KMK'nın mantar üretim sürecinin etkisiyle gerçek kuru madde sindirilebilirliğini (GKMS) doğrudan artıracaklarını ileri sürmüşlerdir. Kermani, et al. (2019), ligninolitik mantar olan *Pleurotus ostreatus*'un buğday samanının lignin içeriğini düşürdüğünü,

HP içeriğini artırdığını ve sindirilebilirliğini iyileştirdiğini göstermiştir. Bununla birlikte, daha önceki bir araştırmada (Zhang et al., 2002), *Pleurotus sajor-caju* üretiminde kullanılan besin maddesi ilavesiz çeltik ve buğday samanlı KMK'nın, KM kaybının %30.1 ile %44.3 arasında değiştiği belirlenmiştir. Buna rağmen, araştırmacılar, KMK lifinin, orijinal çeltik samanın lifi kadar sindirilebilir olmadığını ve bu nedenle mantar üretiminin ilgili samanların yem değerini iyileştirmediğini belirtmiştir.

Kral istiridye mantarı, geniş getirenler için kaba yemlerin bozulmasını artırabilen yüksek bir fibrolitik aktiviteye sahiptir. Bununla birlikte, lignoselülozik KMK, mantar üretim süresince tam olarak parçalanmaz. Örneğin; yenilebilir mantar türlerinin (örneğin *Lentinula edodes* ve *Pleurotus eryngii*) kompozit bozma verimliliği %40-80 arasında bulunmuştur (Estrada et al., 2009). Bu nedenle, araştırmacılar, belirli bir amaç için değerlendirmeden önce, her bir KMK'nın kimyasal bileşimini analiz etmenin çok önemli olduğunu vurgulamıştır. KMK'nın yem kalitesinin iyileştirilmesi için geleneksel kaba yemler ile birlikte kullanma veya yem katkı maddesi kullanma gibi bazı modifikasyonlara ihtiyaç olduğu bildirilmiştir (Abdollah et al., 2001). Nitekim *Termitomyces* sp., için hazırlanan kompost karışımına %5 glikoz ilavesinin KMK'nın lignin ve selüloz sindirilebilirliğini sırasıyla %27.0 ve %8.5 oranında artırdığı belirlenmiştir (Abdollah et al., 2001).

2.2.3. Kaba Yem Kalite Parametrelerinin Önemi

Karmaya bir yapı kazandıran ve rumeni dolduran balast görevi gören NDF, (selüloz, hemiselüloz ve lignin), rumen mikroorganizmaları için bir enerji kaynağıdır ve dolayısıyla özellikle geniş getiren hayvanlar için önemli bir besin maddesidir (Brzóška and Śliwiński, 2011). ADF fraksiyonu ise, selüloz, lignin ve silika gibi en az sindirilebilir karbonhidratlardan oluştuğu için günümüzde hayvan besleme sisteminde ham lif yerine NDF daha yaygın olarak kullanılmaktadır (Brzóška and Śliwiński, 2011; Stejskalova et al., 2013). Bir yemin ADF içeriğinin azaltılması, o yemin sindirilebilirliğini artırır ve bu nedenle, ADF içeriğinin, kaba yem kalitesi için iyi bir gösterge olduğu bildirilmiştir (Malinowska and Jankowski, 2021). Diğer taraftan, bir kaba yem, hayvanların üretkenlikleri ile ilgili besin madde ihtiyaçlarını karşılamalıdır. ADF ve NDF içeriği temelinde, sindirilebilirlik ve yem alımını tek bir parametrede birleştiren NYD, yem kalitesine ilişkin kapsamlı bir değerlendirme oluşturmaktadır (Aydın vd., 2019). Bir yemin NYD ve GKK'sı benzer ortalama ve eğim tepkilerine

sahip olup ekonomik değer olarak düşünöldüğünde iki değer birbirinin yerine geçebilmektedir (Aydın vd., 2019). Bununla birlikte, sindirilebilir lif ve HP bakımından ortalama değerler farklı olmakta ve dolayısıyla HP içeriğini de değerlendirmeye alan GKK, hayvan için daha iyi bir indeks olmaktadır (Undersander and Moore, 2002; Aydın vd., 2019).

Özellikle, NDF, ADF, lignin, kül, selöloz, hemiselöloz ve protein, geviş getiren hayvanlar tarafından bir yem hammaddesi olarak kullanılabilen KMK'nın temel kimyasal bileşenleridir (Fazaeli et al., 2014). Kishore and Parthasarathy (2012), NDF ve ADF'ye bağlı olarak çeltik samanının KMT ve SKM analiz sonuçlarını kullanarak toplam sindirilebilir besin maddeleri (TSBM), NYD ve GKK gibi yem kalite endekslerini sırasıyla %42.3, 65.0 ve 55.0 olarak belirlemiştir. Hayvan canlı ağılığının %1.6-1.8 oranında KMT düzeyine sahip tahıl samanlarının NYD ve GKK'sının %47-82 ve %50-85 arasında değiştiiğini belirlemiştir (Tablo 2.4). Araştırmacılar (Kishore and Parthasarathy, 2012; Kaithwas et al., 2020) belirledikleri değerlere göre tahıl samanlarının özellikle çeltik samanının düşük kaliteli bir materyal olduğunu belirtmiştir. Göreceli kabayem kalitesi (GKK) 85'ten daha az olan yemlerin besinsel olarak dengeli ve uygun maliyetli bir karma için yeterliliğinin düşük olan fayda kategorisinde olduğu bildirilmektedir (Hancock, 2011; Aydın vd., 2019). Dolayısıyla, bir yemin GKK'sı yemin hayvana verilen diyete uygun maliyetli bir temel sağlayıp sağlayamayacağına dair makul bir tahmin sağlamada kullanılması önerilmiştir (Kaithwas et al., 2020).

Tablo 2.4. Buğday ve çeltik samanının besin maddeleri (BM) içeriği, karbonhidrat içeriği ve fraksiyonları (KF) ve kaba yem kalite parametreleri (KKP)

BM	KF		KF		KKP		KKP	
	BS	ÇS	BS	ÇS	BS	ÇS	BS	ÇS
Kül	10.6	16.1	CHO	85.2	75.3	GKMS	38.2	39.0
HP	3.2	5.9	LOK	11.2	2.46	TSBM	41.4	39.6
HY	1.0	2.7	YK	74.0	72.8	ME	1.2	1.2
NDF	75.7	76.1	N	97.3	93.4	KMT	1.6	1.6
ADF	53.6	60.3				NYD	47.0	47.7
L	12.5	11.2				GKK	53.3	50.7
SEL	39.8	36.4						

Kaithwas et al. (2020).

HP: ham protein, %, HY: ham yağ, %; NDF: nötral deterjanda çözünmeyen lifli maddeler, %; ADF: asit deterjanda çözünmeyen lifli maddeler, %; SEL: selöloz, L: lignin, NDF'nin %'si; SEL: selöloz, %; CHO: karbonhidrat (KM'nin %'si); LOK: yapısal olmayan karbonhidrat (CHO'nun %'si); N: nişasta (LOK'nin %'si); GKMS: gerçek KM sindirilebilirliği, %; TSBM: toplam sindirilebilir besin maddeleri, %; ME: metabolize edilebilir enerji, Mcal/kg; KMT: kuru madde tüketimi, canlı ağılığın %'si; NDY: nispi yem değeri; GKK: göreceli kaba yem kalitesi.

Kaba yemlerin NYD ve GKK indekslerine göre değerlendirilmesi için kalite sınıfları geliştirilmiştir (Tablo 2.5). Özellikle GKK bakımından geliştirilen kalite kategorileri farklı aralıklarda olmasına rağmen, genelde belirli GKK indeksine sahip olan yemler aynı katagoride yer alabilmektedir.

Tablo 2.5. Kaba yem kalitesi sınıflandırma sisteminde kullanılan kategoriler ve nispi yem değeri (NYD) ve göreceli kaba yem kalitesi (GKK) aralığı

Kategori	NYD ¹	Kategori	GKK ²	Kategori	GKK ³
I	>151	Mükemmel	> 140	Premium	> 138
II	125-151	İyi	110-139	2	125-137
III	103-124	Orta	90-109	3	115-124
IV	87-102	Düşük	< 90	4	99-114
V	75-86			5	93-98
				6	< 93

¹Linn and Martin, 1989, ²Hancock, 2011, ³Aydın vd., 2019

Jankowski et al. (2017), KMK'nın kimyasal bileşiminde yüksek değişkenlik ve dengesizlik olduğunu bildirmiştir. Tartışmasız bu durum bir dezavantaj olup KMK'nın kimyasal bileşimlerinin sürekli olarak kontrol edilmesi ve kullanıldığı karmanın dengelenmesi için eksik besin maddelerinin belirlenerek giderilmesi gerekmektedir. Yüksek verimli ve ekonomik hayvansal üretimin iki önemli husus, yem hammaddelerinin tanımlanması ve değerlendirilmesi ile hayvanların besin madde gereksinimlerinin ne düzeyde karşılanabilir olduğunun belirlenmesine bağlıdır. Bu nedenle, hayvan beslemede yemlerin besin madde içeriklerinin ve kaba yem kalite parametrelerinin belirlenmesi özel bir önem taşımaktadır (Aydın vd., 2019).

Bilindiği gibi, lifli bitki materyallerini tüketme konusunda uzmanlaşmış olan geviş getiren hayvanlar, rumende simbiyoz halinde yaşayan mikroorganizmaların ürettikleri sindirim enzimler sayesinde kaba yemlerin içerdiği lifli materyallerden yararlanmaktadır. Bu nedenle, dünyanın birçok bölgesinde, tahıl ve tarımsal-endüstriyel ürünlerin yetersizliği ve yüksek maliyeti nedeniyle, düşük kaliteli kaba yemler bile geviş getiren hayvanların beslenmesinde kullanılmaktadır (Ortiz and Vega, 2020). Bir yemin yapısal karbonhidratlarının besin değeri düşüktür. Selüloz ve hemiselüloz sindirilebilirliği yüksektir, ancak lignin onlara sert fiziksel yapı ve sindirim enzimlerine karşı direnç kazandırır (Kermani et al., 2019). Bu nedenle lignoselülozik malzeme içeren tarımsal-endüstriyel kalıntılar, hayvanlar tarafından

doğrudan tüketimi için uygun olmadığı (Kermani et al., 2019; Ortiz and Vega, 2020) için yapısal karbonhidrat içeriği yüksek olan yemlerin kalitesini iyileştirmek için özel takviyelere ihtiyaç vardır.

Geviş getiren hayvanların beslenmesine daha fazla katkı sağlaması için kaba yem kaynağı olarak kullanılabilir KMK gibi kaynakların, öncelikle laboratuvarında değerlendirilmesi gerekmektedir. Son zamanlarda, kaba yem kalitesini değerlendirmek için ağırlıklı olarak NDF ve ADF içerikleri dikkate alınmaktadır (Das et al., 2015; Aydın vd., 2019; Malinowska and Jankowski, 2021). Bir yemin NDF içeriği hayvanlar tarafından yem alımını etkilerken (Aufreere et al., 2008; Brzóska and Śliwiński, 2011), selüloz, lignin, silika ve kül gibi en az sindirilebilir yem bileşenlerinden oluşan ADF ise, diğer besin maddelerinin sindirilebilirliği ile negatif ilişkilidir (Aufreere et al., 2008; Brzóska and Śliwiński, 2011; Malinowska and Jankowski, 2021). Hâlihazırda, ADF ve NDF değerleri, bir hayvanın sindirebildiği yem miktarını, toplam sindirilebilir besin içeriğini ve diğer enerji bileşenlerini hesaplamak için yaygın olarak kullanılmaktadır (Das et al., 2015; Aydın vd., 2019; Malinowska and Jankowski, 2021). Ayrıca, NYD veya GKK (belirli bir hayvan grubuna uygun yem maddelerinin tahsis edilmesi için bir gösterge), saman fiyat tespiti, yem yönetimi doğrulaması, kesme ve depolama kontrolü gibi konularda kullanılmaktadır (Malinowska and Jankowski, 2021). Böylece, KMK gibi kaynakların, dış girdilere bağımlılık oluşturmadan hayvansal ürünün miktarını ve kalitesi düşürmeden ve dolayısıyla yüksek maliyete izin vermeden, hangi yem hammaddelerine alternatif olabileceği hakkında bilgi sağlanabilir. *In vitro* yöntemler (Baziun et al., 2020) ve yemlerin sindirilebilirliği ve tüketilebilirliğinin göstergesi olan NDF ve ADF oranları, yemlerin kalitesini değerlendirmede kullanılmaktadır (Das et al., 2015; Aydın vd., 2019). Dolayısıyla, bir yemin kalitesi ile ilgili olarak HP, NDF, ADF, SKM, KMT, ME, NYD ve GKK gibi yem kalite parametrelerinin dikkate alınması gerektiği vurgulanmaktadır (Aydın vd., 2019).

Yem hammaddelerinin doğrudan doğruya enerji ve protein içeriğini yansıtmayan NYD ve GKK gibi parametreler, geviş getiren hayvanlar için rasyon hazırlamada bir veri olarak kullanılmamaktadır. Bununla birlikte, NYD denklemindeki SKM ve KMT, sırasıyla yemin ADF ve NDF içeriklerine dayalıyken, GKK denklemindeki TSBM ise, tüm potansiyel besin maddeleri fraksiyonları ve bunların enerji katkılarının toplamı olarak tahmin edilir. Ayrıca, GKK'daki TSBM, hayvan tarafından tüketilen toplam

enerjiyi sadece lif temelinde değil, aynı zamanda HP, ADF, NDF, HY ve lignin içeriği ve sindirilebilirliğine göre llmektedir. Bu nedenle, GKK, NYD'den daha iyi bir yem kalitesi ngrcsdr (Saha et al., 2010; Aydın vd., 2019). Bir yem hammadesinin HS içeriği, yemin sindirilebilirliği ve tktilebilirliği için iyi bir gösterge olmadığından, son zamanlarda HS'den daha ziyade, diğer karbonhidrat fraksiyonları da incelenmektedir (Wahyono et al., 2021).

2.3. Hipotez ve Amaç

İncelenen literatür bilgileri dikkate alındığında mantar kompostu hazırlanırken kullanılan esas kompost materyal (EKM) yanında, mantar besi yatağının besin maddeleri (zellikle yapısal olmayan karbonhidrat ve HP) içeriğini iyileştirmek amacıyla kullanılan ikincil kompost materyaline (İK) bağlı olarak KMK'ların, kimyasal bileşimi ve kalite parametreleri yüksek oranda değişkenlik ve dengesizlik göstermektedir. Diğer taraftan, İK olarak kullanılan tahıl yan ürünlerinden (kolay çözünebilir karbonhidratların yanı sıra, protein, yağ ve lif bakımından zengin) KMK'nın besin maddeleri içeriğinin ve kaba yem kalite parametrelerinin ne oranda etkilendiği yeterli düzeyde araştırılmamıştır.

BM	Kimyasal bölüntü	Anatikal bölüntü				HL		
Kül	Çözünebilir kül					Hücre duvarı olmayan BM		
HY	Lipitler -Trigliseritler -Pigmentler							
HP	Gerçek protein PNOB							
Karbonhidratlar (CHO)	NÖM	Organik asitler	YOK	LOK	NÇÇ CHO	AÇÇ CHO		
		Şekerler: Mono-, di- ve Oligosakkarit						
		Nişasta						
		Fruktan						
	HS	Pektin β-glukan Galaktan	ADF	YK	NDF	NÇÇL	Lifli veya Hücre duvarı CHO	
		Hemiselüloz						
		OHçb OHçm						Lignin
		Selüloz						
Kül	Çözünmez kül							

Şekil 2.5. Yem kuru maddesinin besin maddeleri ve karbonhidrat fraksiyonları (Ishler and Varga (2001), Schroeder (2004) ve Villalba et al. (2021)'den uyarlanmıştır).

BM: besin maddesi, HY: ham yağ, HP: ham protein, PONB: protein olmayan nitrojenli bileşikler, NÖM: nitrojensiz öz maddeler, HS: ham selüloz, OHçb: alkalide çözünebilir, OHçm: alkalide çözünmez, YOK: yapısal olmayan karbonhidratlar, LOK: lif olmayan karbonhidratlar, YK: yapısal karbonhidratlar, ADF: asit çözücünde çözünmeyen lifli maddeler, NÇÇ: nötral çözücünde çözünebilir, NDF: nötral çözücülerde çözünmeyen lifli maddeler, NÇÇF: nötral çözücünde çözünebilir lifli maddeler, AÇÇ: asit çözücünde çözülebilir, HL: hücresel loksyon.

Geviş getiren hayvanlar için hazırlanan karmaların esas enerji kaynağı karbonhidratlardır. Karbonhidratların temel fonksiyonları rumendeki mikrobiyal populasyon için enerji temin etmek, sindirim sisteminin sağlığını korumak ve böylece hayvanın yaşamını devam ettirmesini sağlamaktır (NRC-2001). Karbonhidratlar, yapısal (veya lif) olmayan (LOK) ve yapısal olan karbonhidratlar olmak üzere iki önemli sınıfa ayrılmaktadır (Şekil 2.5). Navarro et al. (2019), sindirilebilir karbonhidratlar arasında monosakkaritler, disakkaritler, oligosakkaritler, nişasta ve glikojeni sayarken, sindirilemeyenler arasında ise, dirençli nişasta ve nişasta olmayan polisakkaritleri yani topluca lif olarak bilinen karbonhidratları saymaktadır. Selüloz,

hemiselüloz ve lignini içeren NDF ve selüloz, lignin kapsayan ADF'den oluşan yapısal karbonhidratlar (Ishler and Varga, 2001; Schroeder, 2004; Villalba et al., 2021), mikrobiyal fermentasyon sonucu enerji sağlama yanında, yemden yaralanmanın artırılması, rumen sağlığının korunması ve süt yağ sentezi açısından da önemlidir (Ishler and Varga, 2001). Yem hammaddesi olarak EKM ve İKM biyokütlesi genellikle, bitki hücre duvarlarının kuru kütlesini ifade eden lifin nispi oranları ve bitki hücrelerinin protoplazmadaki lipid, şeker, protein, nükleik asit ve besin iyonları kuru kütlesini ifade eden hücre içeriği ile karakterize edilir (Villalba et al., 2021). Şeker, nişasta, organik asitler ve pektin içeren LOK, yüksek verimli geviş getiren hayvanların başlıca enerji kaynağıdır.

Farklı değirmencilik yan ürünlerinin KMK'nın bileşimini, kompost özelliğini, kompostların besin maddeleri içeriğini, özellikle karbonhidrat fraksiyonlarını, katı-hal fermentasyon süreci ile nasıl düzenlendiği de belirlenmiş olmalıdır. KMK'ların genel kimyasal yapısı, karbonhidrat yapısı, kaba yem kalite parametreleri ve enerji değerlerindeki varyasyon, EKM ve İKM'de veya bunlar arasındaki etkileşimden ne düzeyde etkilendiği farklı istatistikî analiz metotlarında karşılaştırmalar ile anlaşılabilir. Nitekim, TBA ve KA gibi çok değişkenli veya kemometrik analizler, değişkenler arasındaki korelasyonları dikkate alarak bir dizi özelliği birlikte değerlendirerek, analiz ve/veya hesaplama yoluyla sağlanan bir veri kümesinden elde edilen bilgilerin daha iyi yorumlanmasını sağlar (Jayanegara et al., 2011; Gagnon et al., 2018). TBA, bir veri setindeki değişken grupları arasındaki ilişkileri ve/veya nesnelere arasında var olan ilişkileri gösterirken (Jolliffe ve Cadima, 2016; Ravikumar and Somashekar, 2017), KA, birkaç nitel ve/veya nicel değişkenleri tespit ederek benzer nesnelere gruplandırır (Saraçlı vd., 2013; Drab ve Daszykowski, 2014).

Tahıl kepeği, değirmencilik endüstrisinin bir yan ürünü olarak kabul edilir ve genelde hayvan yemi olarak kullanılmaktadır (Prückler et al., 2015; Bartkiene et al., 2020). En büyük zorluklardan biri, yan ürünlerin çevre dostu bir şekilde değerlendirilmesi için verimli teknolojiler ve metotlar bulmaktır. Esas kompost materyali (EKM) olarak BS veya ÇS, İKM olarak AU, RM, PK veya BA gibi tahıl değirmencilik yan ürünleri (Tablo 2.6) içeren KMK'lar hakkında karar vermede yer alan başlıca katkı parametreleri (besin maddeleri içeriği ve kaba yem kalite parametreleri) yeterli düzeyde bilinmemektedir. ilgili kompost materyalleri arasındaki

hijerarşik ilişkiler ve KMK'nın kalitesini etkileyen en önemli temel bileşenler hakkında da yeterli bilgi bulunmamaktadır. Dolayısıyla, bu çalışmanın hipotezi aşağıdaki gibi oluşturulabilir.

Tablo 2.6. Değirmencilik yan ürünlerin kimyasal kompozisyonu (%)

Besin maddesi	BK	BA	RM	PK	AU
OM	83.8	85.6	86.8	79.2	88.4
Kül	5.5	3.2	1.5	8.7	2.57
HP	17.3	16.6	14.7	12.3	12.9
HY	2.3	3.2	1.9	20.3	2.31
HS	11.4	5.5	2.6	28.6	7.1
NDF	44.9	29.3	14.7	-	-
ADF	12.1	5.8	1.4	-	-
CHO	-	-	-	17.9	63.2
Nişasta	22.3	40.6	63.3	-	-
Kaynak	1	1	1	2	3

1: Huang et al. (2014); 2: Gul et l. (2015); 3: Dobhal and Awasthi (2021)

HP: ham protein, HY: ham yağ, HS: ham selüloz, NDF: nötral deterjanda çözünmeyen lifli maddeler, ADF: asit deterjanda çözünmeyen lifli maddeler, CHO: karbonhidrat.

1) Kral istiridye mantarı üretiminden elde edilen ve ana materyali BS veya ÇS olan KMK'nın besin maddeleri içeriğini ve kaba yem kalite parametrelerini (lif özellikleri, besin değeri tahminçileri ve enerji değeri) AU, RM, PK veya BA ilavesi BK'ya göre daha olumlu etkiler.

2) Bu ürünlerin etkisine bağlı olarak KMK'lar arasında hiyerarşik bir ilişki oluşur.

3) KMK'nın tercih edilen parametrelerinin temel bileşenleri bakımından değirmencilik yan ürünlerinin katkısı arasında farklılık vardır.

Bu çalışmanın iki önemli amacı vardır.

1) Buğday kepeği (BK), AU, RM, PK ve BA ilaveli BS veya ÇS esaslı kral istiridye mantarı KMK'sının besin maddeleri içeriğini ve kaba yem kalite parametrelerindeki (lif özellikleri, besin değeri tahminçileri ve enerji değeri) belirgin farklılıklarını test etmektir.

2) Bir yem hammaddesi olarak KMK'nın tercih edilen parametrelerine değirmencilik yan ürünlerinin katkısını KA ve TBA analizleri kullanarak daha açık bir şekilde koymaktır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Kullanılmış Mantar Kompostu

Bu çalışmada, Ondokuz Mayıs Üniversitesi (OMÜ), Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalında yürütülen bir denemeden (Farklı katkı materyallerinin buğday ve çeltik samanı esaslı yetiştirme ortamlarına ilavesinin *pleurotus eryngii* mantarının verim ve kalitesine etkisi) sağlanan ortalama 17.92 ± 0.81 KM içeren KMK'lar kullanılmıştır. İlgili denemede, kompostlama öncesi bazı kimyasal özellikleri Tablo 1'de sunulan BS ve ÇS, EKM olarak, BK, BA, AU, RM ve PK değirmencilik yan ürünleri ise İKM olarak kullanılmıştır. Kullanılmış mantar kompostları (KMK), kral istiridye mantarı üretimi için tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlamalı 2 EKM \times 5 İKM faktoriyel dizayda %80 EKM + %19 İKM + %1 diğer maddelerden oluşan kompostlardan elde edilmiştir. Böylece, BS-BK, BS-BA, BS-AU, BS-RM, BS-PK, ÇS-BK, ÇS-BA, ÇS-AU, ÇS-RM ve ÇS-PK olarak adlandırılan 10 KMK grubu oluşturulmuştur.

Tablo 3.1. Kral istiridye mantarı (*Pleurotus eryngii*) üretiminde kullanılan materyallerin kimyasal özellikleri, %

Özellikler	Esas materyal		İkincil materyal				
	BS	ÇS	BK	BA	AU	RM	PK
Kül (%)	5.52	14.68	5.09	5.09	2.35	3.91	8.13
OM (%)	94.48	85.32	94.91	94.91	97.65	96.09	91.87
C (%)	47.24	42.66	47.45	47.45	48.83	48.05	45.94
N (%)	0.41	0.55	1.94	1.94	1.30	2.28	2.32
C/N (%)	115.22	77.56	24.46	24.46	37.56	21.07	19.80
pH	7.44	6.46	6.56	6.05	6.23	6.36	6.65

(Kaplan ve Pekşen 2020)

BS: buğday samanı, ÇS: çeltik samanı, BK: buğday kepeği, BA: bonkalit, AU: arpa unu, RM: ramzol, PK: pirinç kepeği, C: karbon, N: azot

3.1.2. Örnekleme ve Muhafaza

İlgili araştırmanın yapıldığı mantar ünitesinden (OMÜ, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü), mantar hasadı gününde her bir işleme ait üç tekerrürün her birinden yaklaşık 5 kg taze KMK alınmış ve etiketlenmiştir. Alınan KMK örnekleri, hemen

analizlerin yapılacağı yemler bilgisi ve hayvan besleme laboratuvarına (OMÜ, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü) transfer edilmiştir.

KMK örneklerinin doğal haldeki KM içeriği, 65°C'de 48 saat sabit ağırlığa kadar kurutulmasıyla belirlenmiştir (AOAC, 2005). Böylece, havada kuru esasa getirilen tüm örnekler (toplam 30 örnek), bir numune değirmeni kullanılarak 1 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş ve analizlere kadar muhafaza edilmiştir.

3. 2. Yöntem

3.2.1. Besin Madde Analizleri

Laboratuvarda muhafaza edilen KMK örneklerinin kimyasal bileşimi (KM, kül, HP, HY ve HS) onaylanmış analiz yöntemleri (AOAC, 2005) kullanılarak belirlenmiştir. Örnekleri analiz öncesi KM içeriği (metot, 930.15), 105°C'ye ayarlı bir kurutma fırınında yaklaşık 3 g örneğin 5 saat boyunca kurutulmasıyla belirlenmiştir. Kül içeriği (metot 942.05), KM analizi için her bir KMK'ya ait kurutulmuş örneklerin bir yakma fırınında 500°C'de 24 saat süreyle yakılması ile belirlenmiştir. Azot (N) içeriği (metot method 976.05), Kjeldahl metodu (Büchi Distillation unit K-350) kullanılarak belirlenmiş ve ham protein (HP) içeriğini tahmin etmek için 6.25 katsayısı (N×6.25) kullanılmıştır. HY içeriği (method 920.39), otomatik yağ ekstraksiyon sistemi (ANKOM^{XT15} Extractor) sistemi kullanılarak literatürde açıklandığı gibi belirlenmiştir (Seenger et al., 2008). HS içeriği (metot 930.10), Weende analizi yöntemine göre belirlenmiştir (Carrier et al., 2011). NDF ve ADF içerikleri ANKOM A200/220 Fiber Analizörü (ANKOM Technology Corp., Fairport, NY, USA) kullanılarak literatüre (Van Soest et al., 1991) uygun şekilde yapılmıştır. Örneklerin OM [method 942.05; 1], nitrojensiz öz madde (NÖM) [2] ile selüloz (SEL) [3], hemiselüloz (HSEL) [4] ve lif (veya yapısal) olmayan karbonhidrat (LOK) [5] gibi karbonhidrat fraksiyonları ise hesap yolu ile bulunmuştur (Undersander et al., 2002; Saha et al., 2010; Wahyono et al., 2021). Tüm analiz sonuçları KM bazında, yani KM'nin yüzdesi olarak ifade edilmiştir.

$$OM (\%) = KM - \text{Kül} \quad [1]$$

$$NÖM (\%) = OM - (HP + HY + HS) \quad [2]$$

$$SEL (\%) = ADF - ADL \quad [3]$$

$$HSEL (\%) = NDF - ADF \quad [4]$$

$$\text{LOK (\%)} = 100 - (\text{HP} + (\text{NDF} \times 0.93) + \text{HY} + \text{Kül}) \quad [5]$$

3.2.2. Kalite Tahmin Edicileri

KMS, bir yemdeki KM'nin belirli bir tüketim düzeyinde hayvanlar tarafından sindirilen kısmının, KMT ise, bir hayvanın sadece ilgili yemle beslendiğinde tüketebileceği nispi kaba yem miktarının tahmini bir ifadesidir (Amiri and Shariff, 2006). KMS [6] ve KMT [7], sırasıyla yemin ADF ve NDF içerikleri kullanılarak hesaplanmıştır (Undersander et al., 2010).

$$\text{KMS (\%)} = 88.9 - (0.799 \times \text{ADF}) \quad [6]$$

$$\text{KMT (Canlı ağırlığın \% 'si)} = 120/\text{NDF} \quad [7]$$

3.2.2. Kalite Göstergeleri

Farklı kaba yemlerin fiyatlandırmak ve hayvan performansını tahmin etme bakımından tüm besin maddeleri profillerini karşılaştırmak yerine, aşağıdaki eşitlikler ile hesaplanan NYD [8] ve GKK [9] gibi kalite göstergeleri geliştirilmiştir (Moore ve Undersander, 2002; Saha et al., 2010).

$$\text{NYD} = (\text{KMS} \times \text{KMT})/1.29 \quad [8]$$

$$\text{GKK} = (\text{ADF} \times \text{TSBM})/1.23 \quad [9]$$

KMK'ların NYD ve GKK parametlerine göre kaba yem kalite katagorisi ve skorları Tablo 4.1'deki veriler kullanılarak değerlendirilmiştir.

3.2.2. Enerji Değerleri

Kaba yemler için NDF, ADF ve dolayısıyla kalite tahmin ediciler ve kalite göstergeleri ile TSBM, ME, net enerji laktasyon (NEL) ve tahmini net enerji (TNE) değerleri arasında önemli ilişkiler olduğu belirlenmiştir (Moore and Undersander, 2002; Undersander et al., 2002; Aydın vd., 2019). Bu çalışmada, TSBM [10], ME [11], NEL [12] ve TNE [13] değerleri, aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır (Undersander et al., 2002; Pflueger et al., 2020; Wahyono et al., 2021).

$$\text{TSBM (\%)} = 4.898 + (89.796 \times (1.0876 - (0.0127 \times \text{ADF}))) \quad [10]$$

$$\text{ME (Mj/kg KM)} = (0.17 \times \% \text{SKM}) - 2 \quad [11]$$

$$\text{NEL (Mkal/kg KM)} = 1.085 + (0.0124 \times \text{ADL}) \quad [12]$$

$$\text{TNE (Mkal/kg KM)} = (0.0307 \times \text{TSBM}) - 0.764 \quad [13]$$

KMK örneklerinin NEL ve TNE değerleri Mj/kg KM'ye (1 kalori = 4.184 joule) çevrilmiştir.

3.2.3. *In Vitro* Gerçek Sindirilebilirlik

Kullanılmış mantar kompostu (KMK) örneklerinin *in vitro* gerçek KM sindirilebilirlikleri (İVGS) Ankom *in vitro* Daisy^{II} fermantasyon sistemi (ANKOM Technology, Makedon, NY, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Hervás et al., 2004). Bu çalışmada, besi süresi boyunca besi yemi, arpa kırmacı, kuru yonca otu ve serbest olarak samanla beslen yaklaşık 2.5 yıllık yaşta kesilen simental ırkı bir toşundan alınan rumen sıvısı (aşısı) ve Ankom F57 filtre torbaları ilgili literatürde açıklandığı gibi kullanılmıştır.

3.2.5. İstatiksel Analiz

Bu çalışmada deneysel birim olarak kral istiridye mantarı üretim panelleri kullanılmıştır. Normallik ve homoskedastisite için tüm veriler sırasıyla Kolmogorov-Smirnov testi ve Levene testi ile doğrulanmıştır. Yüzde olarak ifade edilen veriler, dağılımını normalleştirmek için analizden önce ark sinüs dönüşümüne tabi tutulmuş, ancak, verilerin gerçek yüzde değerleri rapor edilmiştir. Bu çalışmada tesadüf parselleri denemde deseninde 3 tekrarlamalı 2 (BS ve ÇS) × 5 (BK, BA, AU, RM ve PK) faktoriyel düzende aşağıdaki modele [14] göre istatistiki analiz yapılmıştır.

$$Y_{ijkl} = \mu + EKM_i + İKM_j + EKM \times İKM_{ij} + e_{ijkl} \quad [14]$$

Burada μ genel sabit, EKM_i KMK'deki esas kompost materyalinin etkisi, $İKM_j$ KMK'deki, ikincil kompost materyalinin etkisi, $EKM \times İKM_{ij}$ esas ve ikincil kompost materyali arasındaki etkileşim etkisi ve e_{ijkl} tesadüfi hatadır. İncelenen parametreler üzerine faktörlerin veya onların interaksiyon etkilerinin önemli çıkması durumunda, ortalamalar arasındaki farklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiş ve farklılıkların $p < 0.05$ 'te anlamlı (önemli olduğu) kabul edilmiştir.

İncelenen KMK'ların besin maddeleri içerikleri ve lif özellikleri, besin değeri tahminçileri ve enerji değeri gibi parametreler açısından farklılaştıran varyasyon kaynaklarını belirtmek ve KMK ile arasındaki ilişkileri belirlemek için sırasıyla, Temel Bileşen Analizi (TBA, Principal component analysis PCA) ve Kümeleme analizi (KA, Cluster Analysis) gibi çok değişkenli analizler kullanılmıştır. KMK'lar içindeki her bir incelenen parametrelerin katkısının aynı anda dikkate alınan tüm

değişkenleri anlamak için Temel Bileşen Analizi (TBA,) uygulanmıştır. TBA yapılmadan önce, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testi ve Bartlett testi ($KMO = 0.728$; $\chi^2 = 2851,791$, $p < 0.001$) ile verilerin faktör analizi için uygun olduğu varsayılmıştır. TBA, temel bileşenleri (TB) belirlemek için Kaiser kriteri, yani Özdeğer ≥ 1.0 ile ilgili paket programın Faktör prosedürü kullanılarak yapılmıştır (Jolliffe, 2002). Temel Bileşen Analizi tarafından 18 ortogonal değişkenden oluşan yeni bir set (yükleme vektörlerini) oluşturulmuştur. Burada yüklem vektörleri, değişkenler ve çıkarılan TB'ler (veya "yeni" değişkenler) arasındaki korelasyonları ve TB'ler üzerindeki her bir KMK'nın puan vektörlerini ortaya çıkarmıştır. Toplam varyasyonun çoğunluğunu temsil ettiklerinden, hem yüklem hem de puan grafikleri için yalnızca ilk iki TB çizilmiştir. Böylece, yüklem grafiği, araştırılan değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklamak için kullanılırken, puan grafiği, oluşturulan yüklem vektörlerine göre incelenen KMK'ları sınıflandırmak için kullanılmıştır (Jayanegara et al., 2011). İncelenen tüm parametreler, EKM ve İKM'ler arasındaki hiyerjikal benzerlikler KA ile belirlenmiştir (Badigannavar et al., 2016; Gagnon et al., 2018). Başka bir ifade ile Öklid mesafeleri kullanılarak incelenen KMK'ların bir Kümeleme analizi yapılmış ve bir dendrogram oluşturulmuştur (Gagnon et al., 2018). Ortalama Bağlantılı dendrogram için benzerlik ölçüleri olarak Öklid mesafeleri ve ağırlıksız ikili grup yöntemi kullanılmıştır. Genel linear model prosedüründe iki yönlü varyans analizi, TBA ve KA, IBM SPSS yazılım paketi (SPSS v21.0: IBM Corp., OMÜ Lisanslı) kullanılarak yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bulgular

4.1.1. Besin Madde İçerikleri

Bu çalışmada değerlendirilen KMK'lara ait besin maddeleri içerikleri Tablo 4.1.'de verilmiştir. KMK'ların KM, OM, Kül, HY ve NÖM ($P<0.001$) ve HP ($P<0.007$) ile HS ($P<0.005$) içerikleri üzerine $EKM \times İKM$ interaksiyon etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir. En yüksek ve en düşük KM içeriğine sırasıyla ÇS-BK ve BS-BK sahip olmuştur; diğer KMK'lar bu iki grup arasında sırasıyla $BS-AU > BS-PK > ÇS-RM > ÇS-PK > BS-RM > ÇS-AU > ÇS-BA$ şeklinde sıralanmıştır ($P<0.05$). BS-BA, BS-BK ve BS-PK grupları diğer tüm KMK'lardan daha yüksek OM içeriğine sahip bulunurken ($P<0.05$). Diğer KMK'lar istatistiki olarak $BS-RM > BS-AU > ÇS-BK > ÇS-PK = ÇS-RM > ÇS-BA = ÇS-AU$ şeklinde sıralanmıştır ($P<0.05$). Kül içeriği, $ÇS-AU = ÇS-BA > ÇS-RM > ÇS-BK > BS-AU > BS-PK = BS-BK = BS-BA > BS-RM$ şeklinde bulunmuştur ($P<0.05$).

HP içeriği bakımından ÇS-AU, BS-BA ve ÇS-BA ile benzer değere sahip olan BS-AU, sırasıyla ÇS-PK, BS-RM, ÇS-RM ve BS-PK'dan daha yüksek değere sahip olmuştur ($P<0.05$). Ham protein içeriği ÇS_PK'da, BS-PK'nın HP içeriğinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Benzer HY içeriğine sahip olan AU içerikli BS ve ÇS esaslı KMK'lar, diğer tüm KMK'lardan daha yüksek HY değerine sahip olmuştur ($P<0.05$). Benzer şekilde, ÇS-RM ve BS-BK'nın HY içerikleri, sırasıyla ÇS-PK, BS-RM, ÇS-BK, BS-BA ve ÇS-BA'ninkilerden daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). BS-PK da sırasıyla ÇS-PK, BS-BA ve ÇS-BA'dan daha yüksek HY içeriği tespit edilmiştir ($P<0.05$). BS-BK ve BS-BA grupları, ÇS-BA ve ÇS-PK hariç diğer KMK gruplarından daha yüksek HS değerine sahip olmuşlardır ($P<0.05$).

Muamele gruplarından ÇS-BA ise sırasıyla ÇS-RM, ÇS-AU, ÇS-BK ve BS-RM'ye, ÇS-PK ise ÇS-BK ve BS-RM'ye kıyasla daha yüksek HS değerine sahip olmuştur ($P<0.05$). BS-RM ve BS-PK'nın NÖM içeriği, sadece ÇS-BK hariç diğer tüm KMK gruplarındakinden daha yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Benzer NÖM içeriğine sahip olan ÇS-PK, ÇS-AU, ÇS-BU, ÇS-RM, BS-AU ve ÇS-BA grupları ÇS-BK'dan daha düşük NÖM değerine sahip olmuştur ($P<0.05$). Bu parametre bakımından ÇS-

BA grubunun ÇS-PK ve ÇS-AU gruplarından daha düşük bir değere sahip olduğu belirlenmiştir (P<0.05).

Tablo 4.1. Farklı değirmencilik yan ürünleri içerikli buğday veya çeltik samanından oluşan kullanılmış mantar kompostlarının besin maddeleri içeriği (KM'de %)

EKM	İKİM	KM	OM	Kül	HP	HY	HS	NÖM
BS	AU	19.76 ^b	82.41 ^c	17.58 ^d	8.00 ^a	2.53 ^a	35.70 ^{bcd}	36.17 ^{cd}
	BA	12.91 ⁱ	86.78 ^a	13.21 ^f	7.23 ^{abc}	0.26 ^d	40.82 ^a	38.46 ^b
	BK	11.36 ^j	86.63 ^a	13.36 ^f	6.47 ^{cd}	1.29 ^b	41.09 ^a	37.77 ^b
	PK	19.70 ^c	86.46 ^a	13.53 ^f	6.11 ^d	1.09 ^{bc}	35.91 ^{bcd}	43.34 ^a
	RM	18.06 ^f	84.32 ^b	15.67 ^e	6.80 ^{cd}	0.64 ^{cd}	32.17 ^c	44.69 ^a
ÇS	AU	16.01 ^g	77.99 ^f	22.00 ^a	7.67 ^{ab}	2.53 ^a	34.50 ^{cd}	33.29 ^c
	BA	14.44 ^h	78.29 ^f	21.71 ^a	7.22 ^{abc}	0.17 ^d	39.37 ^{ab}	31.52 ^d
	BK	19.86 ^a	81.47 ^d	18.53 ^c	6.41 ^{cd}	0.26 ^c	34.18 ^d	40.62 ^{ab}
	PK	19.26 ^e	80.01 ^e	19.98 ^b	7.06 ^{bc}	0.66 ^{cd}	38.47 ^{abc}	33.81 ^c
	RM	19.46 ^d	79.96 ^e	20.03 ^b	6.47 ^{cd}	1.65 ^b	34.91 ^{cd}	36.93 ^{cd}
EKM								
İKİM	BS	16.36	85.32	14.67	6.92	1.16	37.14	40.08
	ÇS	17.80	79.54	20.45	6.96	1.05	36.28	35.23
EKM	AU	17.88	80.20	19.79	7.83	2.53	35.10	34.73
	BA	13.67	82.53	17.46	7.22	0.21	40.09	34.99
	BK	15.61	84.05	15.94	6.44	0.78	37.63	39.19
	PK	19.48	83.24	16.76	6.58	0.87	37.19	38.57
	RM	18.76	82.14	17.85	6.64	1.15	33.54	40.81
OSH	0.003	0.043	0.043	0.054	0.057	0.388	0.425	
Faktörlerin esas etkisi								
EKM		<0.001	<0.001	<0.001	0.698	0.341	0.284	<0.001
İKİM		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
EKM×İKİM		<0.001	<0.001	<0.001	<0.007	<0.001	0.005	<0.001

BS: buğday samanı, ÇS: çeltik samanı, EKM: esas kompost materyali, İKİM: ikincil kompost materyali, EKM×İKİM: esas ve ikincil kompost materyali arasındaki etkileşim, AU: arpa unu, BA: bonkalit, BK: buğday kepeği, PK: pirinç kepeği, RM: razmol, KM: kuru madde, OM: organik maddeler, HP: ham protein, HY: ham yağ, HS: ham selüloz, NÖM: nitrojensiz öz maddeler.

4.1.2. Karbonhidrat Fraksiyonları

Tablo 4.2.'de görüldüğü gibi, KMK'ların NDF (P<0.001), SEL (P<0.002), HSEL (P<0.008) ve LOK (P<0.001) içerikleri üzerine EKM ve İKİM arasındaki etkileşimin etkisi önemli bulunmuştur. Kullanılmış mantar kompostları ADF içeriği bakımından EKM arasındaki farklılık önemli bulunmuş olup BS esaslı KMK, ÇS esaslı KMK'ya göre daha düşük bir değere sahip olmuştur. Değerlendirilen KMK'ların ADL içeriği sadece İKİM faktörü bakımından farklılık bulunmuştur. EKM'den bağımsız olarak AU esaslı KMK'nın ADL içeriğinde PK esaslı KMK hariç tüm İKİM'lerden daha yüksek ADL içeriği tespit edilmiştir. PK ve diğer İKİM'ler benzer ADL içeriğine sahip olmuştur. Mevcut çalışmada SEL ve HSEL içerikleri bakımından BS-AU, diğer bütün KMK'lardan daha düşük değerlere sahip olmuştur (P<0.05). Her

iki parametre bakımından diğer dokuz KMK'nın benzer değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Genelde, BS esaslı KMK'lar ÇS esaslı olanlardan daha yüksek LOK içeriğine sahip olmuştur. BS-RM'nin LOK içeriğinin, BS-PK hariç, diğer tüm KMK'larinkinden daha yüksek olduğu belirlenirken, ÇS-AU, ÇS-RM ve ÇS-BA grupları ÇS-PK hariç en düşük LOK değeri göstermiştir ($P<0.05$). Diğer KMK'lar arasında $BS-PK=BS-BK>BS-BA>ÇS-BK>ÇS-PK$ şeklinde bir sıralama olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$).

Tablo 4.2. Farklı değirmencilik yan ürünleri içerikli buğday veya çeltik samanından oluşan kullanılmış mantar kompostlarının hücre duvarı yapı elemanları ve yapısal olmayan karbonhidratlar içeriği (KM'de %)

EKM	İKİM	NDF	ADF	ADL	SEL	HSEL	LOK
BS	AU	57.13 ^c	44.93	29.24	15.68 ^b	12.20 ^b	18.75 ^a
	BA	70.72 ^b	46.80	18.57	28.22 ^a	23.91 ^a	13.51 ^c
	BK	69.98 ^{bc}	45.27	17.58	27.69 ^a	24.71 ^a	13.77 ^b
	PK	66.80 ^c	45.36	20.73	24.63 ^a	21.43 ^a	17.13 ^{ab}
	RM	63.34 ^d	43.16	14.51	28.65 ^a	20.18 ^a	17.96 ^a
ÇS	AU	68.95 ^{bc}	48.32	22.14	26.17 ^a	20.63 ^a	3.66 ^e
	BA	74.23 ^a	49.55	20.69	28.86 ^a	24.68 ^a	1.85 ^e
	BK	71.64 ^{ab}	48.05	20.34	27.71 ^a	23.59 ^a	8.17 ^d
	PK	72.28 ^{ab}	47.72	19.26	28.45 ^a	24.56 ^a	5.07 ^{de}
	RM	75.00 ^a	49.18	18.67	30.51 ^a	25.82 ^a	2.08 ^e
EKM							
İKİM	BS	65.59	45.10 ^b	20.13	24.97	20.48	16.22
	ÇS	72.24	48.56 ^a	20.22	28.34	23.85	4.16
EKM	AU	63.04	46.62	25.69 ^a	20.93	16.41	11.20
	BA	72.47	48.17	19.63 ^b	28.54	24.29	7.68
	BK	70.81	46.66	18.96 ^b	27.70	24.15	10.97
	PK	69.54	46.54	20.00 ^{ab}	26.54	22.99	11.10
	RM	69.17	46.17	16.59 ^b	29.58	23.00	10.02
OSH		0.214	0.292	0.610	0.385	0.392	0.228
Faktörlerin esas etkisi							
EKM		<0.001	<0.001	0.940	<0.001	<0.001	<0.001
İKİM		<0.001	0.269	0.002	<0.001	<0.001	<0.001
EKM×İKİM		<0.001	0.311	0.057	0.002	0.008	<0.001

BS: buğday samanı, ÇS: çeltik samanı, EKM: esas kompost materyali, İKİM: ikincil kompost materyali, EKM×İKİM: esas ve ikincil kompost materyali arasındaki etkileşim, AU: arpa unu, BA: bonkalit, BK: buğday kepeği, PK: pirinç kepeği, RM: razmol, NDF: nötral deterjanda çözünmeyen lifli maddeler, ADF: asit deterjanda çözünmeyen lifli maddeler, ADL: asit deterjanda çözünmeyen lignin, SEL: selüloz, HSEL: hemiselüloz, LOK: lif olmayan karbonhidrat.

4.1.3. Kaba Yem Kalite Göstergeleri

Esas kompost materyali (EKM) ve İKİM arasındaki etkileşimin kaba yem kalite göstergelerinden KMT, İVGKMS, NYD ve GKK üzerindeki etkileri, EKM'nin SKM üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ($P<0.05$, Tablo 4.3). EKM olarak BS içeren KMK, ÇS içeren KMK'ya oranla daha yüksek SKM'ye sahip olmuştur (<0.001). KMT

bakımından, BS-AU istatistiki olarak en yüksek değere sahip olmuştur ($P<0.05$). BS-RM, BS-PK ve ÇS-AU arasında KMT değeri bakımından farklılık belirlenmemiş olup bunların KMT değerleri diğer KMK'lardan daha yüksek bulunmuştur ($P>0.05$). Benzer KMT değerine sahip olan ÇS-BA ve ÇS-RM, sırasıyla ÇS-BK, ÇS-PK, BS-AU ve BS-BK'dan daha düşük KMT değerlerine sahip olmuştur ($P<0.05$). *In vitro* gerçek kuru madde sindirimi, (İVGS) bakımından, BS-AU, ÇS-PK hariç, diğer KMK'lardan daha yüksek değer göstermiştir ($P<0.05$). ÇS-PK ise, BS-BA, ÇS-BA, ÇS-AU ve ÇS-RM'den daha yüksek İVGS değeri göstermiştir ($P<0.05$). NYD bakımından en yüksek değere sırasıyla BS-AU ve BS-RM sahip olmuştur ($P<0.05$). Üçüncü sırada yer alan BS-BA, ÇS-AU hariç diğer ÇS'nın diğer İKM'lerinkinden daha yüksek NYD ve GKK'ya sahip olduğu hesaplanmıştır ($P<0.05$). ÇS-BA ve ÇS-RM'nin NYD ve GKK'leri BS-BK, BS-BK ve ÇS-AU'dan daha düşük bulunmuştur ($P<0.05$).

Tablo 4.3. Farklı değirmencilik yan ürünleri içerikli buğday veya çeltik samanından oluşan kullanılmış mantar kompostlarının kaba yem kalite parametreleri

EKM	İKM	KMT	SKM	IVGS	NYD	GKK
BS	AU	2.10 ^a	53.89	42.99 ^a	87.70 ^a	87.54 ^a
	BA	1.69 ^c	52.44	34.43 ^d	68.99 ^c	67.87 ^c
	BK	1.71 ^c	53.63	37.87 ^{bc}	71.37 ^{cd}	71.09 ^{cd}
	PK	1.79 ^{bc}	53.56	36.20 ^{bcd}	74.59 ^{cd}	74.23 ^{cd}
	RM	1.89 ^b	55.27	38.36 ^{bc}	81.19 ^b	82.16 ^b
ÇS	AU	1.74 ^{bc}	51.25	33.19 ^d	69.15 ^{cd}	67.13 ^{cd}
	BA	1.61 ^d	50.29	34.78 ^{cd}	63.03 ^e	60.52 ^e
	BK	1.67 ^{cd}	51.46	35.41 ^{bcd}	66.83 ^{de}	65.04 ^{de}
	PK	1.66 ^{cd}	51.72	39.82 ^{ab}	66.56 ^{de}	64.97 ^{de}
	RM	1.60 ^d	50.58	32.31 ^d	62.74 ^e	60.44 ^e
EKM						
İKM	BS	1.84	53.76 ^a	37.97	76.76	76.58
	ÇS	1.65	51.06 ^b	35.10	65.66	63.62
EKM	AU	1.92	52.57	38.09	78.42	77.33
	BA	1.65	51.37	34.60	66.01	64.19
	BK	1.69	52.54	36.64	69.10	68.07
	PK	1.72	52.64	38.01	70.57	69.60
	RM	1.74	52.93	35.33	71.96	71.30
OSH		0.005	0.228	0.292	0.357	0.520
Faktörlerin esas etkisi						
EKM		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
İKM		<0.001	0.270	0.003	<0.001	<0.001
EKM×İKM		<0.001	0.313	<0.001	<0.001	<0.001

BS: buğday samanı, ÇS: çeltik samanı, EKM: esas kompost materyali, İKM: ikincil kompost materyali, EKM×İKM: esas ve ikincil kompost materyali arasındaki interaksiyon, AU: arpa unu, BA: bonkalit, BK: buğday kepeği, PK: pirinç keeği, RM: razmol, KMT: kuru madde tüketimi (canlı ağırlığın %'si), SKM: sindirilebilir kuru madde (%), IVG: in vitro gerçek kuru madde sindirimi, NYD: nispi yem değeri, GKK: göreceli kaba yem kalitesi.

4.1. 4. Enerji Değerleri

Bu çalışmada değerlendirilen ME, TNE ve TSBM içerikleri EKM'den ($P<0.001$), NEL içeriği ise İKM'den ($P<0.002$) etkilenmiştir (Tablo 4.4). İkincil kompost materyalinden bağımsız olarak ÇS'li KMK ile karşılaştırıldığında BS'li KMK daha yüksek ME, TNE ve TSBM değerleri göstermiştir. EKM'dan bağımsız olarak, AU'lu KMK ise PK'lı KMK hariç, diğer İKM'lerden daha düşük NEL değerine sahip olmuştur ($P<0.05$).

Tablo 4.4. Farklı değirmencilik yan ürünleri içerikli buğday veya çeltik samanından oluşan kullanılmış mantar kompostlarının enerji içerikleri

EKM	İKM	ME (MJ/kg KM)	NEL (MJ/kg KM)	TNE (MJ/kg KM)	TSBM (%)
BS	AU	7.16	3.02	3.39	51.31
	BA	6.91	3.57	3.12	49.18
	BK	7.11	3.62	3.34	50.92
	PK	7.10	3.46	3.33	50.82
	RM	7.39	3.78	3.65	53.33
ÇS	AU	6.71	3.93	2.90	47.45
	BA	6.55	3.46	2.72	46.04
	BK	6.75	3.48	2.94	47.76
	PK	6.79	3.54	2.99	48.13
	RM	6.60	3.57	2.77	46.47
EKM	BS	7.13 ^a	3.49	3.36 ^b	51.11 ^a
	ÇS	6.68 ^b	3.49	2.86 ^a	47.17 ^b
İKM	AU	6.93	3.20 ^b	3.14	49.38
	BA	6.73	3.52 ^a	2.92	47.61
	BK	6.93	3.55 ^a	3.14	49.34
	PK	6.94	3.50 ^{ab}	3.16	49.48
	RM	6.99	3.67 ^a	3.21	49.90
OSH		0.039	0.032	0.043	0.034
Faktörlerin esas etkisi					
EKM		<0.001	0.967	<0.001	<0.001
İKM		0.264	0.002	0.272	0.268
EKM×İKM		0.308	0.056	0.315	0.313

BS: buğday samanı, ÇS: çeltik samanı, EKM: esas kompost materyali, İKM: ikincil kompost materyali, EKM×İKM: esas ve ikincil kompost materyali arasındaki interaksiyon, AU: arpa unu, BA: bonkalit, BK: buğday kepeği, PK: pirinç keeği, RM: razmol, ME: metabolize edilebilir enerji, NEL: net enerji laktasyon, TNE: tahmini net enerji, TSBM: toplam sindirilebilir besin maddeleri.

Tablo 4.5, incelenen üç tekrarlamalı 10 KMK'nın 18 parametre arasındaki korelasyon katsayılarını, önem derecelerini ve varsa ilişkinin yönlerini göstermektedir. Kullanılmış mantar kompostlarının karbonhidrat fraksiyonları ile KMT, SKM ve enerji değerleri arasında kuvvetli ilişkiler olmasına rağmen, HP ve HY içerikleri gibi besin maddeleri ele alındığında korelasyonlar nadiren anlamlı olmuştur. Nitekim ME

ile KMT (r=-0.892) ve NEL (r=0.859), HSEL ile KMT (r=-0.910) ve NEL (r=0.731), LOK ile KMT (r=0.783), NYD (r=0.847) ve GKK (r=-0.854) arasında önemli ilişkiler belirlenmiştir (P<0.001). Benzer şekilde, NDF ile KMT (r= -0.996), NYD (r=-0.969) ve GKK (r=-0.939) ve ADL ile NYD (r=-0.790), GKK (r=-0.849),

Tablo 4.5. Kullanılmış mantar kompostunun besin maddelerini ve kaba yem kalite parametreleri arasındaki Pearson korelasyon katsayıları (iki yönlü test)

	HP	HY	NDF	ADF	ADL	SEL	HSEL	LOK	KMT
Kül	0.354*	0.201	0.327*	0.599**	0.207	0.111	0.069	-0.805***	-0.289
HP		0.392*	-0.404*	0.141	0.537**	-0.487*	-0.585**	-0.025	0.431*
HY			-0.451*	-0.099	0.438*	-0.515**	-0.508**	0.063	0.467*
NDF				0.625**	-0.424*	0.789***		-0.809***	-0.996***
ADF					0.354*	0.178	0.896***	-0.765***	-0.592**
ADL						-0.858***	-0.732***	0.101	0.463*
SEL							0.887***	-0.528**	-0.812***
HSEL								-0.577**	-0.910***
LOK									0.783***

Tablo 4.5'in sağa doğru devamı

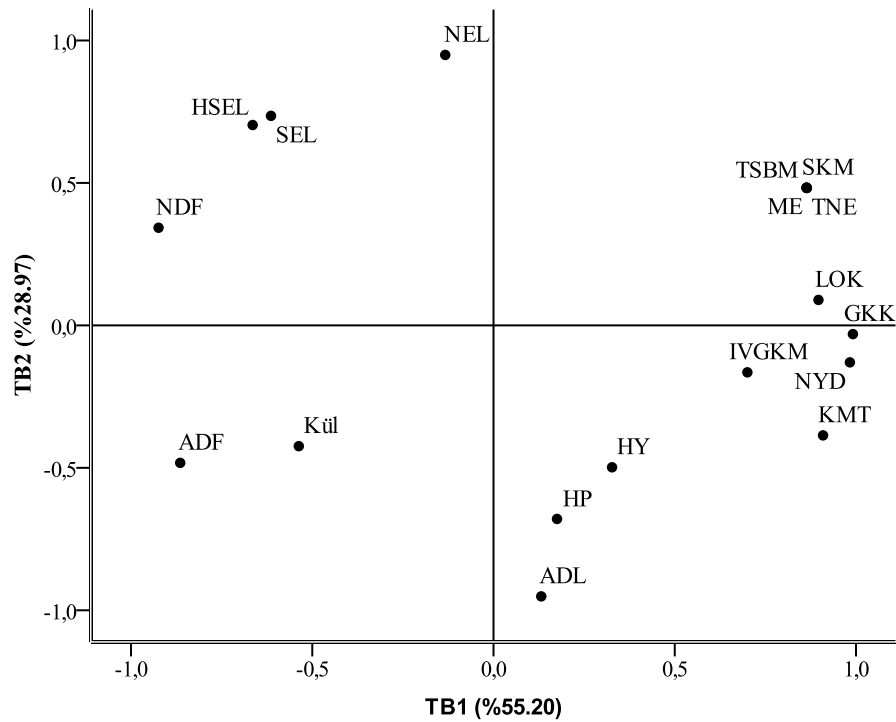
	SKM	NYD	GKK	TSBM	ME	NEL	TNE	IVGKM
Kül	-0.599**	-0.410*	-0.447*	-0.598*	-0.597**	-0.201	-0.596**	-0.216
HP	-0.142	0.285	0.224	-0.142	-0.142	-0.534**	-0.141	0.234
HY	0.099	0.392*	0.357*	0.099	0.100	-0.436*	0.100	0.177
NDF	-0.624**	-0.969***	-0.939***	-0.625**	-0.624**	0.424*	-0.624**	-0.657**
ADF	-0.998***	-0.790***	-0.849***	-0.997***	-0.996***	-0.352*	-0.998***	-0.517*
ADL	-0.354*	0.228	0.135	-0.354*	-0.356*	-0.998***	-0.354*	0.248
SEL	-0.177	-0.674**	-0.609**	-0.178	-0.175	0.859***	-0.178	-0.545**
HSEL	-0.212	-0.763**	-0.692**	-0.213	-0.212	0.731***	-0.212	-0.528*
LOK	0.765**	0.847***	0.854***	0.765**	0.764**	-0.105	0.763**	0.551*
KMT	0.592**	0.961***	0.928***	0.592*	0.591**	-0.463*	0.592*	0.672**
SKM		0.790***	0.848***	0.995***	0.997***	0.352*	0.999***	0.517*
NYD			0.995***	0.790**	0.789***	-0.229	0.790***	0.686**
GKK				0.849***	0.848***	-0.136	0.848***	0.678**
TSBM					0.999***	0.352*	0.998***	0.517*
ME						0.354*	0.997***	0.516*
NEL							0.352*	-0.247
TNE								0.518*

HP: ham protein, HY: ham yağ, NDF: nötral deterjanda çözünmeyen lifli maddeler, ADF: asit deterjanda çözünmeyen lifli maddeler, ADL: asit deterjanda çözünmeyen lignin, SEL: selüloz, HSEL: hemiselüloz, LOK: lif olmayan karbonhidrat, KMT: kuru madde tüketimi, SKM: sindirilebilir kuru madde, NYD: nispi yem değeri, GKK: göreceli kaba yem kalitesi, TSBM: toplam sindirilebilir besin maddeleri, ME: metabolize edilebilir enerji, NEL: net enerji laktasyon, TNE: tahmini net enerji, IVGKM: in vitro gerçek kuru madde sindirimi.

* P<0.05; ** P<0.01 *** P<0.001.

TSBM, ($r=-0.997$) ME ($r=-0.996$) ve TNE($r=-0.998$) arasında da çok çok önemli ilişki bulunmuştur ($P<0.001$). HP ile HY ($r=0.392$), NDF ($r=-0.404$), SEL ($r=-0.487$), KMT ($r=0.431$) aralarındaki ve HY ile NDF ($r=-0.451$), ADL ($r=-0.438$), KMT ($r=0.467$), NYD ($r=0.392$), GKK ($r=0.357$) ve NEL ($r=-0.436$) aralarındaki ilişkiler ise önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Diğer taraftan, NDF ile TSBM, ME, TNE ve İVGKMS arasındaki, KMT ile ME ve İVGKMS veya LOK ile SKM, TSBM, ME ve TNE arasındaki ilişileşim katsayıları da çok önemli düzeydedir ($P<0.01$).

İncelen KMK parametreleri sonuçlarına göre elde edilen en önemli TB'ler ve onların istatistiksel yüklemeleri sırasıyla Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'de gösterilmektedir. TB1 ve TB2, en yüksek öz değerlere (eigenvalue) sahip olmuştur (sırasıyla 9.936 ve 5.215). Temel Bileşen Analizi (TBA) sonucunda toplam varyasyonun %84.17'si ilk iki TB ile açıklanmıştır (TB1=%55.20 ve TB2=%28.97; Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Besin maddeleri içeriği ve kaba yem kalite değişkenleri arasındaki ilişkiyi açıklayan ilk iki temel bileşen (TB) yüklem vektörünün grafiği

HP: ham protein, HY: ham yağ, NDF: nötral deterjanda çözünmeyen lifli maddeler, ADF: asit deterjanda çözünmeyen lifli maddeler, ADL: asit deterjanda çözünmeyen lignin, SEL: selüloz, HSEL: hemiselüloz, LOK: lif olmayan karbonhidrat, KMT: kuru madde tüketimi, SKM: sindirilebilir kuru madde, NYD: nispi yem değeri, GKK: göreceli kaba yem kalitesi, TSBM: toplam sindirilebilir besin maddeleri, ME: metabolize edilebilir enerji, NEL: net enerji laktasyon, TNE: tahmini net enerji, İVGKM: in vitro gerçek kuru madde sindirimi.

Şekil 4.1 görüldüğü gibi, TBA'nın tüm kadranlarında incelenen parametrelerden herhangi birinin bulunmasına rağmen, TB'lere karşılık gelen yükler (veya skorlar, Tablo 4.6), üç grubun (veya kadranın) yüksek katkılara sahip olduğunu göstermektedir. Başka bir ifade ile TB2'ye karşı TB1 kadranındaki doğal gruplara dayalı olarak üç ana parametre tanımlanabilir. Grup 1, TB1 ve TB2 için pozitif yüklü parametrelerden (LOK, SKM, TSBM, ME ve TNE) oluşmaktadır (Tablo 4.6), Grup 2, TB1 ve TB2 için sırasıyla pozitif ve negatif yüklü parametreleri (HP, HY, ADL, KMT, NYD, GKK ve İVGKMS) içermektedir. TB1 için negatif yüklü parametreler (Kül, NDF, ADF, SEL, HSEL ve NEL) ise Grup 3'ü oluşturmaktadır.

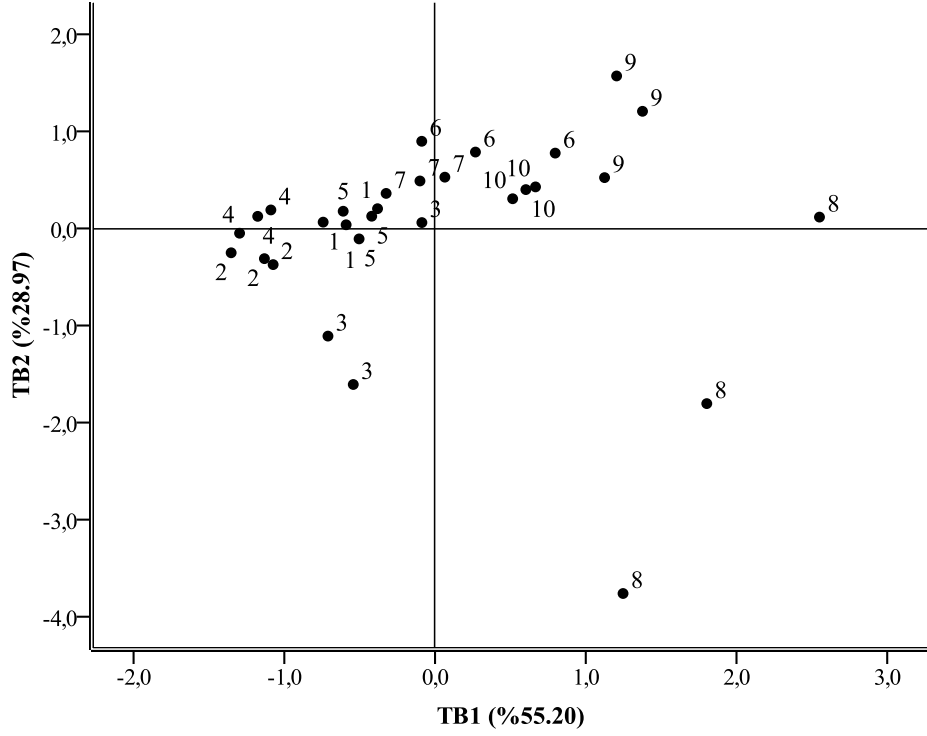
Tablo 4.6. Önemli temel bileşenler (TB) üzerindeki incelenen parametrelerin korelasyon matrisi

Parametre	TB1	TB2
Kül	-0.537	-0.424
Ham protein	0.175	-0.679
Ham yağ	0.327	-0.498
Nötral deterjanda çözünmeyen lifli maddeler	-0.924	0.343
Asit deterjanda çözünmeyen lifli maddeler	-0.864	-0.482
Asit deterjanda çözünmeyen lignin	0.132	-0.951
Selüloz	-0.614	0.735
Hemiselüloz	-0.664	0.703
Lif olmayan karbonhidar	0.896	0.089
Kuru madde tüketimi	0.909	-0.386
Sindirilebilir kuru madde	0.864	0.483
Nispi yem değeri	0.983	-0.130
Göreceli kaba yem kalitesi	0.991	-0.031
Toplam sindirilebilir besin maddeleri	0.864	0.483
Metabolize edilebilir enerji	0.864	0.484
Net enerji laktasyon	-0.133	0.949
Tahmini net enerji	0.864	0.482
İn vitro gerçek kuru madde sindirimi	0.700	-0.165

Koyu değerler, güçlü (≥ 0.75) ve pozitif faktör yüklerini temsil etmektedir.

TB1 ve TB2 bileşenleri kullanılarak oluşturulan TB skorları grafiği (Şekil 4.3) mekana özgü örneklerin uzayda kümelenmesini ve bunların uzaysal dağılımını göstermektedir. Bu, korelasyon analiz sonuçları (Tablo 4.5) ile tutarlı olmasına rağmen, Şekil 4.3, KMK'ların skor grafiği (TB1 ve TB2) örneklerin karışık dağılımını göstermektedir. Nitekim KMK'ların çoğunluğunun yoğun gruplaşması sağ ve sol üst kadranlarda gözlenirken, sağ ve sol alt kadranlardaki numunelerin yüklenmesinin

belirgin olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.1 ve Şekil 4.2'ye göre, üst kadranlarda dağıtılan KMK'lar (BS-BK, BS-BA, BS-RM ve BS-PK), LOK, SKM, TSBM, ME ve TNE Kül, NDF, ADF, SEL, HSEL ve NEL ile daha konsantre iken, alt kadranlarda bulunan ÇS-BA ise, diğer parametreler ile konsantre olmuştur. Temel bileşenler bazı KMK'ları (ÇS-BK, ÇS-AU, ÇS-RM, ÇS-PK, BS-BA ve BS-AU) ayırmada muktedir olamamışlardır.



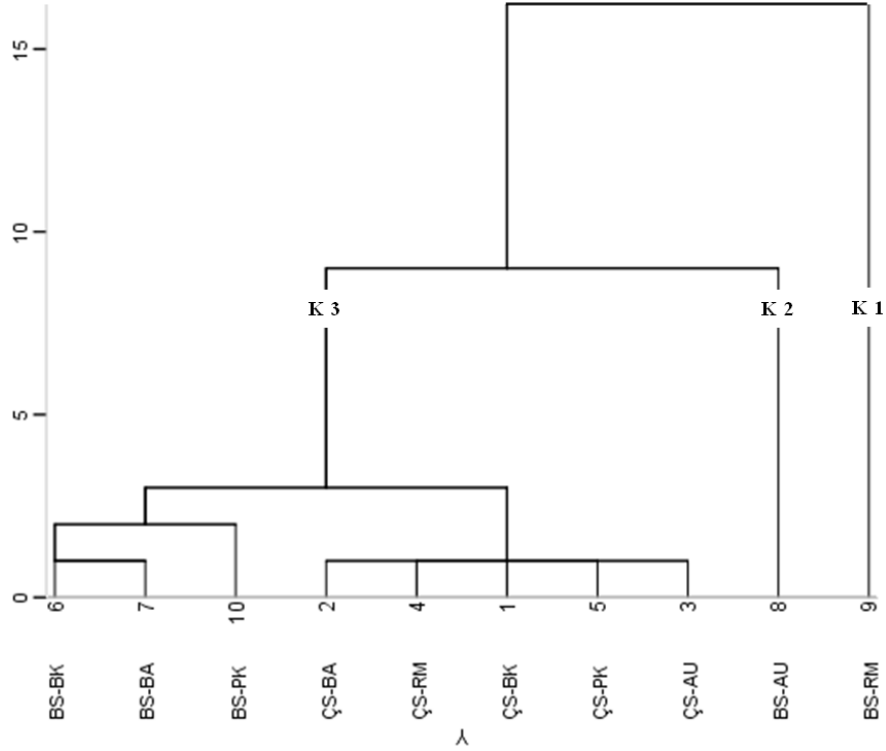
Şekil 4.2. TB yükleme vektörleri içindeki her bir deneysel kullanılmış mantar kompostunun sınıflandırmasını açıklayan ilk iki TB skor vektörünün grafiği.

1: ÇS-BK, 2: ÇS-BA, 3: ÇS-AU, 4: ÇS-RM, 5: ÇS-PK, 6: BS-BK, 7: BS-BA, 8: BS-AU, 9: BS-RM, 10: BS-PK.

İncelenen KMK'lar, küme boyutlarına göre, küme başına 1 ila 5 arasında değişen üç kümeye ayrılmıştır (Şekil 4.2). Değerlendirilen parametrelerin mesafe miktarlarını kullanan KA, KMK'ları dikkate değer hiyerarşik bir dendrogram oluşturmuştur. Küme I BS-RM, Küme II BS-AU ve Küme III ise, sırasıyla 3 BS (BS-BK, BS-BA ve BS-PK) ve 5 ÇS (ÇS-BK, ÇS-BA, ÇS-AU, ÇS-RM, ÇS-PK) esaslı KMK'dan oluşan iki alt gruba ayrılmıştır. Tüm özellikler bakımından, alt gruplar arasında önemli farklar olduğu belirlenmiştir (veriler gösterilmemiştir). Küme I, tüm beslenme özellikleri için en yüksek değerlere, Küme II ise hesapla bulunan parametreler açısından en yüksek değerlere sahip olmuştur. İncelenen diğer parametreler bakımından Küme I ve Küme II benzer değerlere sahip olmuştur.

4.2. Tartışma

Tahıl yan ürünleri de dâhil, tarımsal-endüstriyel artıkların değerlendirilmesi ile ilgili çalışmaların çoğu, mevcut çalışmada olduğu gibi, ana kimyasal kompozisyonda



Şekil 4.3. Esas ve ikincil kompost materyali farklı kral istiridye mantar üreminden elde edilen kullanılmış mantar kompostların (KMK) Öklid ölçütüne ve ortalama yöntemine dayalı üç KMK kümesini (K1, K2 ve K3) gösteren hiyerarşik kümeleme dendrogramı. Y eksenindeki yükseklik, kümeler arasındaki ikili mesafelerin ortalamasıdır.

(karbonhidrat, protein ve yağ profilli ve enerji değerleri) meydana gelen değişikliklere odaklanmıştır (Bartkiene et al., 2020). Bu çalışmanın özgünlüğü, daha sürdürülebilir bir nevi katı-hal fermentasyon olan yenilebilir mantar üretim teknoloji uygulanarak olası, tarımsal atıkların ve tahıl yan ürünlerin birlikte değerlendirilmesine dayanmaktadır. Bu çalışmanın sonuçları, KMK'ların enerji değerleri hariç, besin maddeleri içeriğinin, karbonhidrat fraksiyonları ve kaba yem kalite parametrelerinin, EKM ve İKM interaksyonu bakımından önemli varyasyonlar gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, mevcut çalışma sonuçları bazı parametreler bakımından sadece EKM'ye (ADF, SKM, ME, TNE ve TSBM) veya sadece İKM'ye (ADL ve NEL) bağlı olarak KMK'lar arasında varyasyon olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar, kral istiridye mantarının, optimal üretim ve verim için ihtiyaç duyduğu polisakkaritler ve nitrojen açısından

(Paredes et al., 2009; Rinker, 2017), EKM ve İKM olarak kullanılan materyallerin farklı olmaları ile açıklanabilir.

Değerlendirilen parametreler bazında homojen KMK grupları oluşturmak için yapılan çok değişkenli analizler de yukarıda söz edilen argümanları desteklemiştir. Bu durum, çalışmada ele alınan parametrelerin, incelenen her bir parametrenin katkısına göre KMK'ların daha yüksek doğrulukla sınıflandırılabilceğini doğrulamıştır (Jolliffe, 2002; Jayanegara et al., 2011; Jolliffe and Cadima, 2016; Ravikumar and Somashekar, 2017). KMK'ların kimyasal bileşenleri protein, karbonhidrat, yağ, lignin ve kül'den oluşmaktadır (Rasib et al., 2015). KMK'nın Polisakkarit ve polipeptit/protein içeriklerini ise esas ve/veya ikincil materyalden sonra, fazla etkileyen unsur KMK'lardaki mantar misellerinin düzeyidir (Rasib et al., 2015; He et al., 2016). Ne yazık ki, mevcut çalışmada KMK'ların miseliüm içeriği belirlenmemiştir. Bu çalışmada ele alınan KMK'ların orijinal KM'leri arasındaki farklılık, besin maddeleri konsantrasyonu ve hayvana sunuluncaya kadar geçen süreçte mikroorganizma kontaminasyonu bakımından önemlidir (Souza et al., 2016). Dolayısıyla, %80'den fazla nem içeren mevcut çalışmadaki KMK'lar, hızla mikrobiyal bozulma riskini sahip olup (Kwak et al., 2008), hayvan yemi olarak etkin kullanımları için koruyucu kalitelerinin iyileştirilmesine ihtiyaç vardır (Kim et al., 2007). Bu açıdan bakıldığında özellikle ÇS-BK, ÇS-PK, BS-AU ve BS-PK esaslı KMK'lar daha dezavantajlı durumdadır.

Mevcut çalışmada değerlendirilen KMK'ların kimyasal bileşimi ile ilgili sonuçlar, BS ve ÇS esaslı KMK'lar ile ilgili literatür bildirişleri ile tutarlıdır (Fazaeli and Masoudi 2006; Fazaeli et al., 2014). KMK'ların OM veya kül içerikleri bakımından farklılıkları, mantar üretim esnasında EKM ve İKM tarafından sağlanan OM'nin mantar tarafından hızla tüketilmesinden kaynaklanmaktadır (Martinez et al., 2005). Dolayısıyla, BS-AU, ÇS-AU ve ÇS-RM esaslı kompostlardaki OM, mantarlar tarafından daha fazla tüketilmiş olabilir.

Mevcut çalışmanın sonuçları, BS veya ÇS esaslı KMK'ların BK, pancar posası, soya peyniri vb. gibi farklı İKM içermesi halinde geniş getiren hayvanlar için daha uygun olduğu fikrini doğrulamıştır (Sarnklong et al., 2010; Van Kuijk et al., 2015). Ayrıca, hangi KMK'nın tercih edileceği açısından bakıldığında (Fazaeli et al., 2014), öncelikle besin maddeleri, özellikle HP içeriği, sindirilebilirlik düzeyi ve enerji değerleri ile yakından ilişkili olan yemin kalitesi dikkate alınmalıdır (Kazemi et al.,

2012). Kim et al. (2007) yaklaşık %73.6 NDF, %55.0 ADF, %8.1 HP, %2.1 HY %9.8 LOK ve %6.4 kül içeriğine sahip KMK'ların çiftlik hayvanları için bir yem kaynağı olma potansiyelinin olduğunu bildirmiştir. Mevcut çalışmada değerlendirilen KMK'ların kimyasal bileşimleri de söz konusu değerlere benzer veya yakın olduğu için çiftlik hayvanları için bir yem kaynağı olarak kullanılabilir (Canacuan et al., 2016). Bununla birlikte, tüm KMK'ların HP içerikleri geniş getiren hayvanlar için belirlenen eşiğinin (100 g/kg, Hassan and Umar, 2004) altındadır. Bu nedenle, daha önce de bildirildiği gibi (Estrada et al., 2009; Zhu et al., 2012; Hanefi et al., 2018; Madzingira et al., 2021) mevcut çalışmada değerlendirilen KMK'lar geniş getirenler için tek yem olarak kullanılmaya uygun değildir.

Mantar üretim kompostlarında yaygın olarak kullanılan BS (Fazaeli and Talebian Masoodi, 2006; Fazaeli et al., 2014; Ehtesham and Vakili, 2015) ve ÇS (Kakkar ve Dhanda, 1998; Oh et al., 2010; Kaur et al., 2012), incelenen parametreler bakımından karşılaştırıldığında, ÇS'de (KM'de sırasıyla %49.88, 68.94 ve 4.79) BS'ye (KM'de sırasıyla %51.84, 80.11, 3.26) göre, ADF ve NDF oranı düşük, HP içeriği ise yüksektir (Huang et al., 2014). Bu durum, EKM ve İKM arasındaki interaksiyonun incelenen parametrelerin çoğu üzerinde önemli etkiye sahip olduğunun bir açıklaması olabilir. BS ve ÇS gibi tarımsal atıkların yenilebilir mantar kompostlarında kullanılması, bu materyallerin kompostlama işlemi ve mantar üretim süreci boyunca lignoselülozun (selüloz, hemiselüloz ve lignin) bozunması için gerekli olan organik maddenin ayrışmasını artırabilmekte ve dolayısıyla kimyasal bileşimi ve besin maddelerinin sindirilebilirliğini artırdığını göstermektedir (Malherbe and Cloete, 2002; Sánchez, 2009). Dolayısıyla, mevcut çalışmada BS veya ÇS esaslı kompostlarda İKM olarak kullanılan farklı besin maddeleri ve karbonhidrat fraksiyonlarına sahip değirmencilik yan ürünleri (Huang et al., 2014; Gul et al., 2015; Dobhal and Awasthi, 2021), mantar miselleri için farklı oranlarda sindirilebilir besin maddelerinde ve özellikle HP içeriğinde artışa (Fazaeli and Talebian Masoodi, 2006; Jafari et al., 2007; Vorlaphim et al., 2018), buna karşın muhtemelen hücre duvarı bileşenlerinde bir azalmaya (Arora and Sharma, 2009; Sharma and Arora, 2010; Fazaeli et al., 2014) neden olarak lignoselülozik fraksiyonların bozulma düzeylerinde farklılık yaratmış olabilir. Böylece, BS ve ÇS'deki karbonhidratlarının biyolojik olarak parçalanmasındaki farklılıklar, besin maddeleri, karbonhidrat fraksiyonları ve

sonuçta tahmin ediciler bakımından EKM ve İKM arasında bir etkileşim olmuş olabilir (Jami and Mizrahi, 2012; Hanafi et al., 2018; Kaithwas et al., 2020).

Kullanılmış mantarkompostlarının HP içerikleri ile ilgili sonuçlar, değirmencilik yan ürünlerinin (yani İKM), EKM'ye göre nispeten daha yüksek düzeyde nitrojen içerdiğinden dolayı (Huang et al., 2014; Gul et al., 2015; Dobhal and Awasthi, 2021), mikroorganizmalar ve hücre dışı enzimler açısından daha uygun olduğunu göstermektedir. HP içeriği üzerindeki kompost materyalleri arasındaki interaksiyonun önemli etkisi, nitrojen içeriği yüksek olan materyallerin miselyum gelişimini destekleme düzeyine bağlıdır (Owaid et al., 2017). Laconi and Jayanegara (2015) birim KM başına HP artışının, mantar büyümesinin bir sonucu olarak KM ve/veya OM kaybına da bağlı olabileceğini bildirmiştir. Gerçekten de, mantar yetiştirme sürecinin belirli bir döneminden sonra azot ve sonuçta miselyumun, tüm yatak materyalini kapladığı ve bunların da KMK'nın HP içeriğini artırdığı bildirilmiştir (Fazaeli and Talebian Masoodi, 2006; Owaid et al., 2015; He et al., 2016). Mevcut çalışmada belirlenmemiş olmasına rağmen, HP içeriğinin artışı sağlayan bir diğer etken de KMK'daki mikroorganizmaların ve hücre dışı enzimlerin varlığı olabilir (Ball and Jackson 1995; Khattab et al., 2013). Benzer bulgular diğer bazı araştırmacılar (Jafari et al., 2007; Akinfemi and Ogunwole, 2012; Vorlaphim et al., 2018)) tarafından da bildirilmiştir.

Mevcut çalışmada incelenen KMK'lar gibi yüksek ADF içeriğine sahip olan hammaddeler, geniş getiren hayvanlar için düşük sindirilebilirliğe, dolayısıyla daha kötü bir yem değerine sahiptir (Arora and Sharma, 2009; Jami and Mizrahi, 2012; Sarkar and Aikat, 2013). Yapısal karbonhidratlardan ADF'nin ana bileşeni olan lignin, mikrobiyal enzimatik sistemlerin çoğuna dirençli olduğu için geniş getiren hayvanlar tarafından sindirilemez. Lignin veligninin hemiselüloz bağlayıcı matrisinin mevcudiyeti, geniş getiren hayvanlar için tarımsal kalıntılarda bulunan diğer enerji içeren bileşenlerin de yararlanılabilirlik düzeyini düşürür (Patil et al., 2010). Bu bilgi doğrultusunda, İKM'den bağımsız olarak daha düşük ADF içeriğine sahip olan BS'nin, nispeten kaliteli olduğu söylenebilir. Bu, EKM olarak kullanılan BS'deki ligninin parçalanma oranının (%53.76, Patil et al., 2010) ÇS'dekinden (%46.18, Jafari et al., 2007) daha yüksek olması ile açıklanabilir. Badarina et al. (2013) tarafından da açıklandığı gibi, bu sonuç, mevcut çalışmada kullanılan İKM'lerin lignin içeriği yanında ligninolitik özelliklerinin de farklı olduğunu göstermiştir. Nitekim mevcut

çalışmanın ADL ile ilgili sonuçları, AU'nun PK hariç diğer İKM'lere göre lignin içeriğini düşürmede daha etkisiz olduğunu göstermektedir. Bu, diğer İKM'ler ile karşılaştırıldığında AU'nun düşük lignin içeriği (%0.21-0.28, Šimić et al., 2021) ile ilgili olabilir.

Mevcut çalışmada sadece BS-AU esaslı KMK'da SEL ve HSEL içeriğindeki azalma, kral istiridye mantarı üretim sürecindeki biyofermentasyonun lignoselüloz bağını kırma ve sonuçta SEL ve HSEL açığa çıkma oranının daha düşük olduğunu gösterir (Baldrian and Gabriel, 2003; Arora and Sharma, 2009). Bununla birlikte, delignifikasyon, bu iki bileşenini parçalayan misel büyümesinde önemli bir role sahiptir (Badarina et al., 2013). Dolayısıyla, BS-AU esaslı KMK'da bu polisakkaritlerin daha düşük bulunması, kral istiridye mantarlarının büyüme için materyal olarak daha etkin kullanmalarının bir sonucu da olabilir (Sánchez, 2009).

Lif olmayan karbonhidratlar (LOK), bitkilerin hücre içinde bulunur ve genellikle bitki hücre duvarlarında bulunan yapısal karbonhidratlara göre daha yüksek sindirilebilirlik oranına sahiptir (NRC-2001; Singh et al., 2012). EKM olarak BS'nin ÇS'ye oranla daha yüksek İVGS'ye sahip olması, hem bu materyalde, hem de AU, RM ve PK gibi İKM'lerin sindirilebilir fraksiyonunu temsil eden LOK içeriğine ve/veya daha düşük hücre duvarı bileşenlerine sahip olmasından kaynaklanmış olabilir. Gerçekten de araştırmacılar (Singh et al., 2012; Navarro et al. (2019), daha düşük hücre duvarı içeriklerine veya daha yüksek LOK içeriğine sahip olan kaba yemlerin, daha yüksek karbonhidrat sindirilebilirliğine sahip olduğunu belirlemiştir.

Mevcut çalışmada incelenen parametrelerin iki değişkenli analizi, her bir değişkenin bireysel KMK için, 23 karakterin 16'sında interaksiyon etkisi bakımından önemli farklılıklar göstermiştir. Bu nedenle, değerlendirilen parametreler bazında daha homojen KMK grupları oluşturmak için çok değişkenli analizler yapılmıştır (Jolliffe, 2002; Jayanegara et al., 2011; Jolliffe and Cadima, 2016). Geviş getiren hayvanlar için hazırlanan karmalar ağırlıklı olarak kimyasal ve besinsel olarak heterojen yapıda olan karbonhidratlardan oluşmaktadır (Tebbe et al., 2017). Kaba yem kalite parametreleri ile ilgili sonuçlar, tek yem kaynağı ile beslenen bir hayvanın, bu yemi ne kadar tüketeceğini ve sindireceğini yansıtmayı amaçlayan NYD ve HP içeriği, lif sindirilebilirliği ve özellikle TSBM'yi baz alan GKK (Kazemi et al., 2012), komposta ilave edilen değirmenlik artıklarından etkilendiğini göstermiştir. Bu sonuç, kaba

yemlerde bulunan karbonhidratlara ve lignine dayalı değişken sindirilebilirlik (NRC, 2001) ile ilgili olabilir (Tebbe et al., 2017; Malinowska and Jankowski, 2021).

Korelesyon matriksi ilgili sonuçlar, KMS, KMT ve NYD parametrelerindeki değişimin NDF ve ADF içerikleri ile ilişkili olduğunu (Aydın vd., 2019; Wahyono et al., 2021) fikrini doğrulamaktadır. Çoğu enerji değeri, lif fraksiyonlarından tahmin edilir, çünkü lif, hayvanın yemdeki besin maddelerinin sindirme ve kullanma yeteneği ile negatif olarak ilişkilidir (Wahyono et al., 2021). Nitekim mevcut çalışmada AU, NDF ve ADF fraksiyon içeriğinde bir artışa, ADL fraksiyonunda ve dolayısıyla KMT ve NYD gibi parametrelerde bir azalmaya katkıda bulunmuştur. Daha önce de bildirildiği gibi (Malinowska and Jankowski, 2021), mevcut çalışmada da NDF içeriği arttığında NYD ve KMT azalması, ADF içeriği arttığı NYD'nin azalması, buna karşılık, NYD arttığında KMT'nin de artması, bu parametreler arasındaki çok güçlü korelasyonlar ile açıklanabilir. Yem satın alırken kimyasal bileşim, GKK ve NYD indeksleri dikkate alınmalıdır. Linn and Martin (1989) tarafından yapılan NYD sınıflandırmasına göre BS-AU esaslı KMK IV. kategoride, diğerleri ise V. katagoride yer almıştır. Hancock (2011) ve Aydın vd. (2019) tarafından yapılan GKK kategorisine göre, tüm KMK'lar en düşük katagoride yer almıştır. Bu araştırmacılar (Hancock, 2011; Aydın vd., 2019), GKK'sı 85'ten daha az olan yemlerin, dengeli ve düşük maliyetli bir karma bakımından sağlayacağı faydanın çok düşük olacağını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada incelenen 18 parametre arasındaki karşılıklı ilişkinin derecesi (güçlü veya zayıf), yönü (pozitif veya negatif) ve büyüklüğü (önemli, daha önemli veya çok önemli), bir yem hammaddesi için arzu edilen parametrelerin dolaylı ve eşzamanlı seçiminde yardımcı olabilir (Tyagi and Khan, 2010; Aydın vd., 2019). Analiz edilen ve bu analiz sonuçlarına göre hesaplanan her bir parametre arasındaki önemli ve kuvvetli pozitif veya negatif korelasyon, KMK'ların beslenme özellikleri arasındaki ilişkiler bakımından önemli bir rol oynayabilir (Jafari et al., 2007; Aydın vd., 2019). HP, NDF ve ADF arasındaki karşılıklı negatif korelasyon, HP yanında, hücre içeriğinden daha az sindirilebilen (Lüscher et al., 2014) bu karbonhidrat fraksiyonlarının kaba yemlerin kalitesini etkileyen önemli parametreler olduğu fikrini doğrulamaktadır (Jankowski et al., 2017; Aydın vd., 2019; Jayanegara et al., 2011). Ayrıca, BS esaslı KMK'nın yüksek SKM içeriği, ÇS esaslı KMK'ya oranla düşük hücre duvarı konsantrasyonundan kaynaklanıyor olabilir (Jafari et al., 2007).

Temel bileşen analizi sonuçları, pozitif yüklemeli parametrelerin maksimum katkısını, yani Grup 1'i oluştururken. Parametreler arasındaki zayıf ama önemli etkileşimler ile iki ayrı grup daha (Grup 1 ve Grup 2) oluşturmuştur (Corrales-Retana et al., 2021; Kop-Bozbay vd., 2021). TB skor grafikleri, KMK'ların özelliklerini tasvir eder ve mekansal dağılımlarını anlamaya yardımcı olur (Ravikumar and Somashekar, 2017). Değişkenlerin korelasyon matrisi yüklerine (≥ 0.75 ve pozitif yüklü faktör) göre TB1'e LOK, SKM, TSBM, ME ve TNE en güçlü şekilde katkıda bulunurken, KMT, NYD ve GKK daha az katkıda bulunmuştur (Jolliffe, 2002; Jolliffe and Cadima, 2016). İlgili KMK'ların kullanılan İKM'ye bağlı olarak ADF ve NDF'deki ve sonuçta SEL ve HSEL içeriklerindeki değişim, özellikle ÇS için IVGS ve hesaplanan enerji birimlerini etkileyeceği umulmaktadır (Hadizadeh et al., 2015). Fakat mevcut çalışmanın sonuçları bu fikri doğrulamamıştır.

Temel bileşen analizi yükleme grafiğindeki parametrelerin gruplandırılması, bunların karşılıklı önemli etkileşimlerini ortaya koymaktadır (Ravikumar and Somashekar, 2017). Yükleme grafiğindeki (Şekil 4.3) her bir değişkenin konumu, diğer değişkenlerle ilişkisini tanımlar (Jayanegara et al., 2011; Ravikumar and Somashekar, 2017). TBA'nın yükleme grafiği, ölçülen KMK bileşimi ve hesaplamaları ilgili değişkenler arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Genellikle bu tür ilişkiler, burada yapıldığı (Tablo 4.5) gibi bir korelasyon matrisi olarak sunulmaktadır (Jayanegara et al., 2011). TBA'nın yükleme grafiğini değişkenler arasındaki ikili ilişkileri, aynı yönde veya zıt yönde düzenlendikleri için daha kolay anlaşılmasını sağlamaktadır (Jolliffe, 2002; Jolliffe and Cadima, 2016). Yakın olan parametreler yüksek korelasyona sahip olduğu gibi, orijinin (0,0) aynı tarafındaki değişkenler pozitif korelasyonu, orijinin karşı tarafındaki değişkenler ise negatif korelasyonları göstermektedir (Jayanegara et al., 2011; Laconi and Jayanegara, 2015). Ayrıca, orijine olan uzaklığa göre her bir değişkenin önem derecesini değerlendirmek mümkündür (Härdle and Simar, 2007). Buna göre, mevcut çalışmada, TBA'dan enerji değerleri ile ADF arasında ters bir ilişki gelişmiştir. Buna karşın, NDF, SEL, HSEL ve NEL ile diğer enerji değerleri farklı katranlarda fakat aynı yönde etkili olduklarını gösterecek şekilde kümelenmiştir. Bu sonuçlara göre, SKM, IVGKS ve KMT'nin kadrantlardaki pozisyonu, Conway et al. (2012) tarafından da belirtildiği gibi, daha yüksek bir KMT'ye, sindirilebilirlikte benzer bir değişikliğin eşlik etmediğini göstermektedir. Dolayısıyla sağ üst kadranda temsil edilen BS-BK, BS-BA, BS-RM

ve BS-PK esaslı KMK'ların daha kaliteli olduğu söylenebilir (Corrales-Retana et al., 2021; Kop-Bozbay vd., 2021). Bu sonuçlara dayanarak, kral istiridyeye mantar üretimi yoluyla ÇS esaslı KMK'lara kıyasla, BS esaslı KMK'ların besin kalitesindeki sınırlamanın, en azından kısmen, üstesinden gelinebileceği söylenebilir. Aynı şekilde, mevcut çalışmanın sonuçları, ÇS'nin düşük sindirilebilirliği ve dolayısıyla daha düşük besin değeri sorununun üstesinden gelmek için, yenilebilir mantar üretimine bağlı biyodelignifikasyonun az da olsa umut verici bir yaklaşım olduğunu göstermektedir (Taniguchi et al. 2005; Sharma and Arora, 2010).

Bu sonuçlar, varyans analiz sonuçları ile uyumlu bulunmuştur. Bu nedenle, kümeleme ve varyans analizi sonuçları, hayvan beslemeciler için büyük öneme sahip olan parametrelerin çoğu bakımından önemli bir çeşitliliğin mevcut olduğunu göstermiştir (Badigannavar et al., 2016). Nitekim KA analizinde esas ve alt kümeler arasındaki farklılıklar KMK çeşitliliğine işaret etmektedir (Seker et al. 2014). Farklı kümelere KMK'ların seçilmesi, kişiye özel KMK üretmek için kalite özellikleri bakımından uygun alternatifleri elde edilmesine yardımcı olacaktır (Tyagi and Khan, 2010; Aydın vd., 2019). Jankowski et al. (2017), KMK'nın kimyasal bileşiminde yüksek değişkenlik ve dengesizlik olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmadaki KMK'ların OM bileşimindeki heterojenlik incelenen parametrelerindeki önemli çeşitlilik, bunların bir yem maddesi olarak kullanılmadan önce tamamen karakterize edilmesi gerektiğinin bir göstergesidir (Paredes et al., 2009; Jankowski et al., 2017; Rinker, 2017).

5. SONUÇ

Bu çalışma, BS veya ÇS'nin EKM olarak, BK, BA, AU, RM veya PK'nın İKM olarak kullanıldığı (yani tarımsal atık ve yan ürünlerden oluşan) KMK'ların besin maddeleri içeriklerinin, karbonhidrat fraksiyonlarının ve enerji değerlerinin karşılaştırıldığı ilk araştırmalardan biridir. KMK'ların tüm besin maddeleri, ADL hariç tüm karbonhidrat fraksiyonları ve KMT, İVGS, NYD ve GKK EKM×İKM interaksiyonuna, ADF, SKM, ME, TNE ve TSBM EKM'ye ve ADL ve NEL ise İKM'ye bağlı olarak önemli varyasyona sahip olduğu belirlenmiştir. TBA, sırasıyla 9.936 ve 5.215 öz değerleri TB1 ve TB2, toplam varyasyonun sırasıyla %55.20 ve %28.97'sini açıklamıştır. TBA'nın yükleme skorlarına göre, BS-BK, BS-BA, BS-RM ve BS-PK grupları, LOK, SKM, TSBM, ME, TNE, Kül, NDF, ADF, SEL, HSEL ve NEL ile, ÇS-BA ise, diğer parametreler ile daha konsentre olmuştur. KA, KMK'ları 3 kümeye (Küme I BS-RM, Küme II BS-AU ve Küme III ise, sırasıyla 3 BS'li (BS-BK, BS-BA ve BS-PK) ve 5 ÇS'li (ÇS-BK, ÇS-BA, ÇS-AU, ÇS-RM, ÇS-PK) iki alt gruba sahip) ayırmıştır. Dolayısıyla, BS veya ÇS esaslı KMK'ların besin maddeleri içeriğinde, karbonhidrat fraksiyonlarında ve kaba yem kalite parametrelerinde ölçülebilir farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Varyans analiz, TBA ve KA sonuçlarına göre İKM'den bağımsız olarak BS'li KMK'nın, EKM'den bağımsız olarak da AU ve RM'li KMK'ların nispeten daha iyi bir kaba yem kaynağı olabileceğini göstermiştir. Bununla birlikte, kalite katagorilerine, HP içeriği ve enerji değerlerine göre, incelenen KMK'ların her hangi birinin tek başına geniş getiren hayvanların ihtiyacını karşılamada yeterli olamayacağı söylenebilir.

Geniş getiren hayvanların beslenmesi için lignoselülozik biyokütlenin mevcut çalışma sonuçlarına göre rekabetçi bir KMK geliştirmek için daha farklı yenilebilir mantar türleri ile uygulanabilir daha ayrıntılı deneyler yapılmalıdır. Yenilebilir mantar üretimine maruz kalmış lignoselülozik materyallerin sindirilebilirliği ve yem değeri gibi önemli faktörler rumen düzeyinde incelenmelidir. Yeterli delignifikasyon sürecini belirlemek ve lignin için daha seçici mantar ve/veya EKM ve İKM optimizasyonu gereklidir. Bu bağlamda, gelecekteki araştırmalar, ilgili mekanizmaların daha iyi anlaşılmasını sağlamak için kültür koşullarının optimizasyonuna odaklanmalı ve biyokütlerde lignini parçalamak için üstün mantar suşlarının geliştirilmesine izin vermelidir.

KAYNAKLAR

- Adamovic, M., Grubi, G., Milenkovic, L., Jovanovi, R., Proti, R., Sretenovi, L., Stoievi, L., 1998. The biodegradation of wheat straw by *Pleurotus osteratus* mushrooms and its use in cattle feeding. *Anim. Feed Sci. Technol.* 71, 357-362.
- Adebayo EA, Martinez-Carrera D (2015) Oyster mushrooms (*Pleurotus*) are useful for utilizing lignocellulosic biomass. *Afr J Biotechnol* 14(1):52–67
- Akinfemi A and Ogunwole O A 2012 Chemical composition and in vitro digestibility of rice straw treated with *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius* and *Pleurotus tuberregium*. *Slovak Journal Animal Science* 45 14-20.
- Akyüz, M., Kirbağ, S. (2009). Bazı tarımsal ve endüstriyel Atıkların *Pleurotus spp.* üretiminde kompost olarak değerlendirilmesi. *Ekoloji Dergisi*, 18 (70), 27-31.
- Aldoori, Z. T., Al-Obaidi, A. S. A., Abdulkareem, A. H., & Abdullah, M. K. H. (2015). Effect of dietary replacement of barley with mushroom cultivation on carcass characteristics of Awassi lambs. *J. Anim. Health Prod*, 3(4), 94-98.
- Amido, R. D., Reyes, R. G., Kalaw, S. P., De Leon, A. M., & Aquino, D. L. (2021). Chemical composition and in vitro digestibility of rice straw treated with *Pleurotus florida*. *All Life*, 14(1), 657-666. <https://doi.org/10.1080/26895293.2021.1947392>
- Amiri, F. and Shariff, A.R.B.M. (2012) Comparison of nutritive values of grasses and legume species using forage quality index. *Songklanakarın J. Sci. Technol.* 34, 577-586.
- Antunes, F., Marçal, S., Taofiq, O., Morais, A., Freitas, A.C., Ferreira, I., Pintado, M., 2020. Valorization of mushroom by-products as a source of value-added compounds and potential applications. *Molecules* 25(11),2672. <https://doi.org/10.3390/molecules25112672>
- AOAC International. 2005. *Official Method of Analysis of AOAC International*, 18th ed.; AOAC Int.: Gaithersburg, MD, USA,
- Arora DS, Sharma RK. 2009. Enhancement in *in vitro* digestibility of wheat straw obtained from different geographical regions during solid state fermentation by white rot fungi. *BioResources* 4, 909-920.
- Atallah, E., Zeaiter, J., Ahmad, M. N., Leahy J., Kwapinki W., (2021). Hydrothermal carbonization of spent mushroom compost waste compared against torrefaction and pyrolysis. *Fuel Processing Technology* 216 (2021) 106795.
- Aufrere, J.; Carrere, P.; Dudilieu, M.; Baumont, R. 2008. Estimation of nutritive value of grasses from semi-natural grasslands by biological, chemical and enzymatic methods. *Grassl. Sci. Eur.* 13, 426-428.
- Ayala M, González-Muñoz SS, Pinos-Rodríguez JM, Vázquez C, Meneses M, Loera O, Mendoza GD (2011) Fibrolytic potential of spent compost of the mushroom *Agaricus bisporus* to degrade forages for ruminants. *Afr J Microbiol Res* 5:241–249
- Aydin, I., Algan, D., Pak, B., & Ocak, N. (2019). Similarity analysis with respect to some quality indicators and quality categories based on relative forage quality ranges of desirable rangeland forages. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(8), 5926-5936.
- Badarian I., Evvyernie D., Toharmat T., Herliyana EN. and Darusman IK., (2013). *Nutritional Value of Coffee Bark Fermented with Pleurotus ostreatus as Ruminant Feed*. DOI: 10.5398/medpet.2013.36.1.58- 28615704.
- Badigannavar, A., Girish, G., Ramachandran, V., & Ganapathi, T. R. (2016). Genotypic variation for seed protein and mineral content among post-rainy season-grown sorghum genotypes. *The Crop Journal*, 4(1), 61-67. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2015.07.002>

- Bae, J.S., Kim, Y.I., Jung, S.H., Oh, Y.G., Kwak, W.S., 2006. Evaluation on feed-nutritional value of spent mushroom (*Pleurotus osteratus*, *Pleurotus eryngii*, *Flammulina velutipes*) substrates as a roughage source of ruminants. *J. Anim. Sci. Technol.* (Kor.) 48 (2), 237-246.
- Baldrian T, Gabriel J. 2003. Lignocellulose degradation by *Pleurotus ostreatus* in the presence of cadmium. *FEMS Microbiol Lett.* 220(2):235–240.
- Ball AS, Jackson AM. (1995). The recovery of lignocellulose- degrading enzymes from spent mushroom substrate. *Bioresource Technology* 54(3):311–314.
- Bartkiene, E., Mozurienė, E., Lele, V., Zokaityte, E., Gruzauskas, R., Jakobsone, I., Juodeikiene, G., Ruibys R. & Bartkevics, V. (2020). Changes of bioactive compounds in barley industry by-products during submerged and solid state fermentation with antimicrobial *Pediococcus acidilactici* strain LUHS29. *Food science & nutrition*, 8(1), 340-350. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1311>
- Baziun B., Taghizadeh A., Paya H., ve Hosseinkhani A. (2020). *In vitro* determination of nutritional value of compost and stem of the white button mushroom. *Iranian Journal of Applied Animal Science* (2020) 10(2), 213-219.
- Beelman, R.B., Royse, D.J., Chikthimma, N., 2003. Bioactive components in button mushroom *Agaricus bisporus* (J. Lge) Imbach (*Agaricomycetidae*) of nutritional, medicinal, and biological importance. *Int. J. Med. Mushrooms* 5 (4), 1–92. <https://doi.org/10.1615/InterJMedicMush.v5.i4.10>.
- Biel, W., Kazimierska, K., & Bashutska, U. (2020). Nutritional value of wheat, triticale, barley and oat grains. *Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica*, 19(2), 19-28. <https://doi.org/10.21005/asp.2020.19.2.03>
- Brzóska, F.; Śliwiński, B. 2011 Quality of roughages in ruminant nutrition and methods for its evaluation. *Part II. Methods for analysis and evaluation of nutritive value of roughages (In Polish)*. *Wiad. Zoot.*, 4, 57–68.
- Canacuan, W. A. T., & Guerrero, H. S. (2016). Evaluación in vitro del tamo de arroz, degradado por *pleurotus ostreatus* para la alimentación en rumiantes. @ *limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 14(1), 5-16.
- Carrier, M., Loppinet-Serani, A., Denux, D., Lasnier, J. M., Ham-Pichavant, F., Cansell, F., & Aymonier, C. (2011). Thermogravimetric analysis as a new method to determine the lignocellulosic composition of biomass. *Biomass and bioenergy*, 35(1), 298-307. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.08.067>
- Cebin, A.V., Petravić-Tominac, V., Djakovic, S., Srećec, S., Zechner-Krpan, V., Piljac-Zegarac, J., Isikhuemhen, O.S., 2018. Polysaccharides and antioxidants from culinary-medicinal white button mushroom, *Agaricus bisporus* (*Agaricomycetes*), waste biomass. *Int. J. Med. Mushrooms* 20 (8), 797-808. <https://doi.org/10.1615/IntJMedMushrooms.2018027412>
- Cohen, R., Persky, L., & Hadar, Y. (2002). Biotechnological applications and potential of wood-degrading mushrooms of the genus *Pleurotus*. *Applied microbiology and biotechnology*, 58(5), 582-594.
- Conway, L. K., D. M. Hallford, and S. A. Soto-Navarro. 2012. Effects of wet corn gluten feed and yellow grease on digestive function of cattle fed steam-flaked corn-based finishing diets. *Anim. Feed Sci. Technol.* 178:20-26.
- Corrales-Retana, L.; Ciucci, F.; Conte, G.; Casarosa, L.; Mele, M.; Serra, A. Profile of fatty acid lipid fractions of omega-3 fatty acid-enriched table eggs. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2021, 105, 326–335.

- Curran, T., Williams, I.D., 2012. A zero waste vision for industrial networks in Europe. *J. Hazard. Mater.* 207-208, 3–7. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.07.122>
- Darwish, G. A., Bakr, A. A., & Abdallah, M. M. F. (2012). Nutritional value upgrading of maize stalk by using *Pleurotus ostreatus* and *Saccharomyces cerevisiae* in solid state fermentation. *Annals of Agricultural Sciences*, 57(1), 47-51.
- Das, L. K., Kundu, S. S., Kumar, D., & Datt, C. (2015). Fractionation of carbohydrate and protein content of some forage feeds of ruminants for nutritive evaluation. *Veterinary World*, 8(2), 197. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2015.197-202>
- Dobhal, A., & Awasthi, P. (2021). Comparison of nutritional profile of barley flour and refined wheat flour. *The Pharma Innovation Journal* 2021; 10(8): 1615-1621
- Drab, K., Daszykowski, M. (2014). Clustering in analytical chemistry. *Journal of AOAC International*, 97(1): 29-38. <https://doi.org/10.5740/jaoacint.SGEDrab>.
- Ehtesham, S., & Vakili, A. R. (2015). The effect of spent mushroom substrate on blood metabolites and weight Gain in Kurdish male lambs. *Entomology and Applied Science Letters*, 2(1), 29-33.
- Eren E., Çetin M., Pekşen A., (2021). Torba ve Blok Pres Yetiştirme Sistemlerinin *Agaricus bisporus* Mantarının Verim ve Morfolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (International Journal of Agriculture and Wildlife Science)*. (UTYHBD), 2021, 7(2): 210 – 216.
- Eren, E. & Pekşen, A. (2019). *Türkiye’de Kültür Mantarı Üretimi ve Teknolojik Gelişmeler. Mantar Dergisi*, 10(3), 225-233. <https://doi.org/10.30708.mantar.649141>
- Eren, E., & Pekşen, A. (2016). Türkiye’de kültür mantarı sektörünün durumu ve geleceğine bakış. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(3), 189-196.
- Estrada, A. E. R., del Mar Jimenez-Gasco, M., & Royse, D. J. (2009). Improvement of yield of *Pleurotus eryngii* var. *eryngii* by substrate supplementation and use of a casing overlay. *Bioresource Technology*, 100(21), 5270-5276.
- Fazaeli H, Mhmoudzadeh H, Jalan ZA, Azizi A, Rouzbehan Y, Liang JB, Azizi A (2004) Utilization of fungal treated wheat straw in the diet of late lactating cow. *Asian-Austr J Anim Sci* 17(4):467–472
- Fazaeli H, Shafyee-Varzeneh H, Farahpoor A, Moayyer A (2014) Recycling of mushroom compost wheat straw in the diet of feedlot calves with two physical forms. *Int J Recycl Org Waste Agric* 3(3):3. <https://doi.org/10.1007/s40093-014-0065-z>
- Fazaeli H. 2007. Nutritive value index of treated wheat straw with *Pleurotus* fungi. *Biotechnol Anim Husbandry*. 23(5-6):169–180.
- Fazaeli, H., & Talebian Masoodi, A. R. (2006). Spent wheat straw compost of *Agaricus bisporus* mushroom as ruminant feed. *Asian-australasian journal of animal sciences*, 19(6), 845-851.
- Fazenda, M.L.; Seviour, R.; McNeil, B.; Harvey, L.M. Submerged Culture Fermentation of “Higher Fungi”: *The Macrofungi*. *Adv. Appl. Microbiol.* 2008, 63, 33–103.
- Gagnon, B., Parent, S. É., Abdi, D., Ziadi, N., & Parent, L. É. (2018). The use of isometric log ratios to classify phosphorus attributes in composts. *Canadian Journal of Soil Science*, 98(3), 448-457. <https://doi.org/10.1139/cjss-2016-0139>
- Galaviz-Rodriguez, J. R., Cruz-Monterrosa, R. G., & Vargas-López, S. (2010). Influence of *Pleurotus ostreatus* spent corn straw on performance and carcass characteristics of feedlot Pelibuey lambs. *Indian J Anim Sci*, 80(8), 754-757.
- Giavasis, I. 2014, Bioactive fungal *polysaccharides* as potential functional ingredients in food and nutraceuticals. *Curr. Opin. Biotechnol.* 26, 162–173.

- Gul, K., Yousuf, B., Singh, A. K., Singh, P., & Wani, A. A. (2015). Rice bran: Nutritional values and its emerging potential for development of functional food—A review. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 6(1), 24-30. <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2015.06.002>
- Hadizadeh, N., Kheiri, F., & Shakeri, P. (2015). Evaluation the nutritional value and digestibility of rice straw enriched by oyster mushroom (*Pleurotus florida*). *Cibtech Journal of Zoology* 4(2): 76-82.
- Hamza, A.S., Mohammady, T.F. and Majcheaczyk, A. (2003). Evaluation of five oyster mushroom species grown on corn stalks to be used as animal feed. *Acta Hort.* 608, 141-148. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.608.18>
- Hanafi, F. H. M., Rezania, S., Taib, S. M., Din, M. F. M., Yamauchi, M., Sakamoto, M., Hara, H., Park, J., Ebrahimi, S. S. (2018). Environmentally sustainable applications of agro-based spent mushroom substrate (SMS): an overview. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 20(3), 1383-1396. <https://doi.org/10.1007/s10163-018-0739-0>
- Hancock, D.W. 2011. Using relative forage quality to categorize hay. *University of Georgia Cooperative Extension, College of Agricultural and Environmental Sciences, CSS-F048*; 1-7, <http://georgiaforages.caes.uga.edu/pubs/RFQcategorization.pdf> (accessed 21 Dec. 2021).
- Härdle, W., Simar, L., 2007. Applied Multivariate Statistical Analysis, Second Edition. *Springer-Verlag, Berlin, Germany*.
- Hassan, L. G., & Umar, K. J. (2004). Nutritional assessment of Moringa oleifera seeds as an alternative source of animal feeds: Proximate and mineral compositions. *Sokoto Journal of Veterinary Science*, 6(1), 5–8.
- He C., Li F., Huang L., Xue D., Liu W. and Xu C., (2016). Chemical characterization and antioxidant activity of polysaccharide extract from spent mushroom substrate of *Pleurotus eryngii*. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers* 000 (2016) 1-6.
- Hervás, G., Ranilla, M. J., Mantecón, Á. R., Bodas, R., & Frutos, P. (2004). Comparison of in vitro digestibility of feedstuffs using rumen inoculum from sheep or red deer. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 13 (Suppl. 1), 91-94.
- Huang, Q., Shi, C. X., Su, Y. B., Liu, Z. Y., Li, D. F., Liu, L., Huang, C.F. , Piao, X.S., Lai, C. H. (2014). Prediction of the digestible and metabolizable energy content of wheat milling by-products for growing pigs from chemical composition. *Animal Feed Science and Technology*, 196, 107-116. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.06.009> .
- Ishler, V., & Varga, G. (2001). Carbohydrate nutrition for lactating dairy cattle. *Pennsylvania State University, College of Agricultural Sciences • Cooperative Extension Code#*: DAS, 01-29.
- Jafari MA, Nikkhah A, Sadeghi AA, Chamani M. 2007. The effect of *Pleurotus* spp. fungi on chemical composition and in vitro digestibility of rice straw. *Pak J Biol Sci*.10(15):2460–2464.
- Jami E, Mizrahi I (2012) Composition and similarity of bovine rumen microbiota across individual animals. *PloS One* 7(3):e33306.
- Jankowski, K., Malinowska, E., Truba, M., Sosnowski, J., Wiśniewska-Kadzajan, B., & Skrzyczyńska, J. (2017). Relative feed value (RFV) of alfalfa-grass mixtures affected by spent mushroom substrate and slurry application. In *VIII International Scientific Agriculture Symposium, "Agrosym 2017", Jahorina, Bosnia and Herzegovina, October 2017. Book of Proceedings* pp. 396-401.

- Jasińska, A., 2018. Spent mushroom compost (SMC) – retrieved added value product closing loop in agricultural production. *Acta Agrar. Debr.* 150, 185–202. <https://doi.org/10.34101/actaagrar/150/1715>
- Jayanegara, A., E. Wina, C. R. Soliva, S. Marquardt, M. Kreuzer, and F. Leiber. 2011. Dependence of forage quality and methanogenic potential of tropical plants on their phenolic fractions as determined by principal component analysis. *Anim. Feed Sci. Technol.* 163:231-243. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.11.009>
- Jolliffe, I.T. 2002. Principal Component Analysis, 2nd ed.; *Springer: New York, NY, USA*,
- Jolliffe, I.T., Cadima, J. 2016. Principal component analysis: a review and recent developments. *Phil. Trans. R. Soc. A* 374:20150202. Doi:10.1098/rsta. 2015. 0202.
- Kakkar, V.K., Dhanda, S., 1998. Comparative evaluation of wheat and paddy straws for mushroom production and feeding residual straws to ruminants. *Bioresour. Technol.* 66, 175-177.
- Kalm E., Sargın E. (2004). Cultivation of two *Pleurotus species* on wheat straw substrates containing olive mill waste water. *Int Biodeterior Biodegrad*, 53, 43-47. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2003.08.002>
- Kaplan M. ve Pekşen A. (2020). *Farklı katkı materyallerinin buğday ve çeltik samanı esaslı yetiştirme ortmmamlarına ilavesinin pleurotus eryngii mantarının verim ve kalitesine etkisi*. Yükseköğretim Kurulu Yayın ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı Ulusal Tez Merkezi / 06539.
- Katya, K., Yun, Y. H., Park, G., Lee, J. Y., Yoo, G., & Bai, S. C. (2014). Evaluation of the efficacy of fermented by-product of mushroom, *Pleurotus ostreatus*, as a fish meal replacer in juvenile Amur catfish, *Silurus asotus*: effects on growth, serological characteristics and immune responses. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 27(10), 1478-1486. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2014.14038>.
- Kaur, K., Wadhwa, M., Bakshi, M. P. S., & Kapoor, S. (2012). Nutritional evaluation of *Pleurotus florida* and *Pleurotus sajor-caju* harvested spent wheat-rice straw as livestock feed. *Indian Journal of Animal Sciences*, 82 (9): 1033-1037.
- Kazemi, M., Tahmasbi, A. M., Naserian, A. A., Valizadeh, R., & Moheghi, M. M. (2012). Potential nutritive value of some forage species used as ruminants feed in Iran. *African Journal of Biotechnology*, 11(57), 12110-12117. <https://doi.org/10.5897/AJB12.286>
- Kermani, M. M. M., Bahrololoum, S., & Koohzadi, F. (2019). Investigating the possibility of producing animal feed from sugarcane bagasse using oyster mushrooms: a case in rural entrepreneurship. *Journal of Global Entrepreneurship Research*, 9:52,1-8. <https://doi.org/10.1186/s40497-019-0174-2>
- Khatab, H. M., Gado, H. M., Salem, A. Z. M., Camacho, L. M., El-Sayed, M. M., Kholif, A. M., El-Shewy A.A. & Kholif, A. E. (2013). Chemical composition and *in vitro* digestibility of *Pleurotus ostreatus* spent rice straw. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 13(3), 507-516.
- Kim M, Lee H, Park J, Kang S, Choi Y (2011a) Recycling of fermented sawdust-based oyster mushroom spent substrate as a feed supplement for postweaning calves. *Asian Australas J Anim Sci* 24:493–499.
- Kim YI, Cho WM, Hong SK, Oh YK, Kwak WS (2011b) Yield, nutrient characteristics, ruminal solubility and degradability of spent mushroom (*Agaricus bisporus*) substrates for ruminants. *Asian Australas J Anim Sci* 24:1560–1568
- Kim, Y. I., Lee, S. M., Lee, Y. H., Lee, M., Choi, D. Y., & Kwak, W. S. (2015). Effects of by-product feed-based silage on feeding, rumination, and excretion in growing Hanwoo

- heifers. *Journal of animal science and technology*, 57(3), 1-6. 10.1186/s40781-014-0037-x
- Kim, Y. I., Lee, Y. H., Kim, K. H., Oh, Y. K., Moon, Y. H., & Kwak, W. S. (2012). Effects of supplementing microbially-fermented spent mushroom substrates on growth performance and carcass characteristics of Hanwoo steers (a field study). *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 25(11), 1575. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2012.12251>
- Kim, Y. I., S. H. Jung, J. S. Seok, S. Y. Yang, J. W. Huh and W. S. Kwak. 2008. Isolation and identification of hydrolytic enzyme-producing bacteria from spent mushroom substrate. *J. Anim. Sci. Technol. (Kor.)* 50:713-720.
- Kim, Y.I., Bae, J.S., Jung, S.H., Ahn, M.H., Kwak, W.S., 2007. Yield and physicochemical characteristics of spent mushroom (*Pleurotus eryngii*, *Pleurotus osteratus* and *Ammulina velutipes*) substrates according to mushroom species and cultivation types. *J. Anim. Sci. Technol. (Kor.)* 49 (1), 79–88.
- Kishore, K. R., & Parthasarathy, M. (2012). Nutritive evaluation of straws for available energy and forage quality based on prediction equations. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 29(1), 81-84.
- Kop-Bozbay C, Akdag A, Bozkurt-Kiraz A, Gore M, Kurt O, Ocak N (2021). Laying performance, egg quality characteristics, and egg yolk fatty acids profile in layer hens housed with free access to chicory- and/or white clover-vegetated or non-vegetated areas. *Animals* 11: 1708
- Kumar, H. Bhardwaj, K. Sharma, R. Nepovimova, E. Cruz-Martins, N. Dhanjal, D. Singh, R. Chopra, C. Verma, R. Abd-Elsalam, K. Tapwal, A. Musilek, K. Kumar, D. Kuča K. 2021. Potential usage of edible mushrooms and their residues to retrieve valuable supplies for industrial applications *J. Fungi* 2021, 7(6), 427; <https://doi.org/10.3390/jof7060427>
- Kurata, S., & Koh, K. (2017). Potential of fermented sweet corn stover as a substitute for corncob in mushroom (*Flammulina velutipes*) substrate. *Journal of Advanced Agricultural Technologies Vol*, 4(2): 165-169. <https://doi.org/10.18178/joaat.4.2.165-169>
- Kwak, W. S., Jung, S. H., & Kim, Y. I. (2008). Broiler litter supplementation improves storage and feed-nutritional value of sawdust-based spent mushroom substrate. *Bioresource technology*, 99(8), 2947-2955. doi:10.1016/j.biortech.2007.06.021.
- Kwak, W. S., Kim, Y. I., Seok, J. S., Oh, Y. K., & Lee, S. M. (2009). Molasses and microbial inoculants improve fermentability and silage quality of cotton waste-based spent mushroom substrate. *Bioresource technology*, 100(3), 1471-1473. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.07.066>.
- Laconi, E. B., & Jayanegara, A. (2015). Improving nutritional quality of cocoa pod (*Theobroma cacao*) through chemical and biological treatments for ruminant feeding: *in vitro* and *in vivo* evaluation. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 28(3), 343-350. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.13.0798>
- Liang J, Lu Q, Lerner R, Sun X, Zeng H, Liu Y (2011) Agricultural wastes. *Water Environ Res* 83:1439–1466
- Lim, S.-H.; Lee, Y.-H.; Kang, H.-W. Efficient recovery of lignocellulolytic enzymes of spent mushroom compost from oyster mushrooms, *Pleurotus spp.*, and potential use in dye decolorization. *Mycobiology* 2013, 41, 214–220.
- Lin Y, Ge X, Li Y (2014) Solid-state anaerobic co-digestion of spent mushroom substrate with yard trimmings and wheat straw for biogas production. *Bioresour Technol* 169:468-474.

- Linn, J.G.; Martin, N.P. 1989. *Forage Quality Test and Interpretation; Minnesota Extension Service, University of Minnesota Extension Service: St. Paul, MN, USA,*; pp. 1–5.
- Łopusiewicz, Ł., 2018. Waste from the harvesting of button mushroom (*Agaricus bisporus*) as a source of natural melanin. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin. Agric. Aliment. Pisc. Zootech.* 343, 23–42. <https://doi.org/10.21005/AAP Z2018. 47.3.03>
- Lüscher, A., I. Mueller-Harvey, J.F. Soussana, R.M. Rees and J.L. Peyraud. 2014. Potential of legume-based grassland–livestock systems in Europe: a review. *Grass Forage Sci.* 69(2): 206-228.
- Ma Y, Wang Q, Sun X, Wang X, Su W, Song N. (2014). A study on recycling of spent mushroom substrate to prepare chars and activated carbon. *Bioresources* 9(3):3939–3954.
- Ma Y., Wang, Q., Sun, X., Wang, X., Su, W. And Song N., (2014). A Study on Recycling of Spent Mushroom Substrate to Prepare Chars and Activated Carbon. *BioResources* 9(3),3939-3954.
- Madadi M, Abbas A. 2017. Lignin degradation by fungal treatment: a review. *J Plant Pathol Microbiol.* 8(2):1–6.
- Madzingira, O., Hepute, V., Mwenda, E. N., Kandiwa, E., Mushonga, B., & Mupangwa, J. F. (2021). Nutritional assessment of three baled rice straw varieties intended for use as ruminant feed in Namibia. *Cogent Food & Agriculture*, 7(1), 1950402. <https://doi.org/10.1080/23311932.2021.1950402>
- Malherbe S, Cloete TE. 2002. Lignocellulose biodegradation: fundamentals and applications: a review. *Environ Sci Biotechnol.* 1:105–114.
- Malinowska, E., & Jankowski, K. (2021). The effect of tytanit foliar application and different nitrogen on fibre fraction content and the feed value of *Festulolium braunii*. *Agronomy*,11(8), 1612.
- Mirabella, N., Castellani, V. and Sala S., (2013). Current options for the valorization of food manufacturing waste: a review. *Journal of Cleaner Production* 65 (2014)28-41.
- Moon YH, Shin PG, Cho SJ (2012) Feeding value of spent mushroom (*Pleurotus eryngii*) substrate. *J Mushroom* 10(4):236–243.
- Moore, J. E. and D. J. Undersander, 2002. Relative Forage Quality: An alternative to relative feed value and quality index. In: Proc. Florida Ruminant Nutrition Symposium, January 10-11, University of Florida, Gainesville. s. 16-31
- Moradzadeh-Somarin, Z., Seifdavati,J., Yalchi, T., Abdi-Benemar, H., Seyedsharif, R., Elghandour, M. MMY., Salem, A. AM., (2021). Valorization of dietary edible mushrooms waste: chemical and physical properties, nutrient digestibility, microbial protein synthesis and nitrogen balance in sheep. *Published online in Wiley Online Library: 26 March 2021.*
- Navarro, D. M., Abelilla, J. J., & Stein, H. H. (2019). Structures and characteristics of carbohydrates in diets fed to pigs: a review. *Journal of animal science and biotechnology*, 10(1), 1-17. <https://doi.org/10.1186/s40104-019-0345-6>
- NRC, 2001. National Research Council Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. *Natl. Acad. Sci., Washington, DC.*
- Oh, Y. K., Lee, W. M., Choi, C. W., Kim, K. H., Hong, S. K., Lee, S. C., Seol, Y. J., Kwak, W. S., Choi, N. J. (2010). Effects of spent mushroom substrates supplementation on rumen fermentation and blood metabolites in Hanwoo steers. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 23(12), 1608-1613.

- Okano K., Lida Y. and Samsuri M (2006). Comparison of *in vitro* digestibility and chemical composition among sugarcane bagasse treated sugarcane bagasses treated by four *White-rot fungi*. *Anim Sci J* 77: 308-313.
- Ortiz, C. A. N., & Vega, M. L. R. (2020). Determination of *in vitro* digestibility of forage species used in ruminant feeding. *Tropical Animal Health and Production*, 52(6), 3045-3059. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02325-3>
- Owaid, M. N., Abed, A. M., & Nassar, B. M. (2015). Recycling cardboard wastes to produce blue oyster mushroom *Pleurotus ostreatus* in Iraq. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 537-541.
- Owaid, M. N., Abed, I. A., & Al-Saedi, S. S. S. (2017). Applicable properties of the bio-fertilizer spent mushroom substrate in organic systems as a byproduct from the cultivation of *Pleurotus spp.* *Information Processing in Agriculture*, 4(1), 78-82. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2017.01.001>
- Paredes, C., Medina, E., Moral, R., Pérez-Murcia, M. D., Moreno-Caselles, J., Angeles Bustamante, M., & Cecilia, J. A. (2009). Characterization of the different organic matter fractions of spent mushroom substrate. *Communications in soil science and plant analysis*, 40(1-6), 150-161. <https://doi.org/10.1080/00103620802625575>
- Park, J.H, Kim, S.W, Do, Y.J, Kim, H, Ko, Y.G, Yang, B.S, Shin, D and Young Moo Cho. 2012. Spent Mushroom Substrate Influences Elk (*Cervus Elaphus Canadensis*) Hematological and Serum Biochemical Parameters. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 25 (3): 320 – 324. <https://doi.org/10.5713/ajas.2011.11329>
- Patil, S. P., S. A. Ahmed, S. M. Telang, & M. M. V. Baig. 2010. The nutritional value of *Pleurotus ostreatus* Kumm cultivated on different lignocellulosic agro-wastes. *Innovative Romanian Food Biotechnology*. 7: 66-76
- Pekşen A. 2013. Mantarların insan hayatı ve sağlığındaki yeri. *Bahçe Haber*, 2(1): 10-15.
- Pekşen, A., & Yamaç, M. (2016). Atık mantar kompostu/substratının kullanım alanları-1: Özellikleri ve önemi. *Mantar Dergisi*, 7(1), 49-60. <https://doi.org/10.15318/Fungus.2016118354>
- Pérez, J., Munoz-Dorado, J., De la Rubia, T. D. L. R., & Martinez, J. (2002). Biodegradation and biological treatments of cellulose, hemicellulose and lignin: an overview. *International microbiology*, 5(2), 53-63. <https://doi.org/10.1007/s10123-002-0062-3>
- Pflueger, N. P., Redfearn, D. D., Volesky, J. D., Bolze, R., & Stephenson, M. B. (2020). Influence of oat and spring pea mixtures on forage characteristics in different environments. *Agronomy Journal*, 112(3), 1911-1920. <https://doi.org/10.1002/agj2.20144>
- Phan C-W, Sabaratnam V. (2012). Potential uses of spent mushroom substrate and its associated lignocellulosic enzymes. *Applied Microbiology and Biotechnology* 96(4):863-873. <https://doi.org/10.1007/s00253-012-4446-9>
- Prückler, M., Lorenz, C., Endo, A., Kraler, M., Dürschmid, K., Hendriks, K., F. Soares da Silva, F., Auterith, E., Kneifel, W., Michlmayr, H. (2015). Comparison of homo- and heterofermentative lactic acid bacteria for implementation of fermented wheat bran in bread. *Food Microbiology*, 49, 211–219. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2015.02.014>
- Rasib NA, Zakaria Z, Tompang MF, Rahman RA, Othman H (2015) Characterization of biochemical composition for different types of spent mushroom substrate in Malaysia. *Malays J Anal Sci* 19(1):41–45
- Ravikumar, P., & Somashekar, R. K. (2017). Principal component analysis and hydrochemical facies characterization to evaluate groundwater quality in Varahi river basin, Karnataka

- state, India. *Applied Water Science*, 7(2), 745-755. <https://doi.org/10.1007/s13201-015-0287-x>
- Rinker, D. L. (2017). Spent mushroom substrate uses. Edible and medicinal mushrooms: technology and applications *Wiley, & Sons Ltda. Hoboken*, pp: 427-54.
- Royse, D. J., & Sanchez, J. E. (2007). Ground wheat straw as a substitute for portions of oak wood chips used in shiitake (*Lentinula edodes*) substrate formulae. *Bioresource Technology*, 98(11), 2137-2141.
- Saha, U.; Hancock, D.; Kissel, D. 2010. How Do We Calculate Relative Forage Quality in Georgia? Agricultural and Environmental Services Laboratories Cooperative Extension Service; *University of Georgia: Athens, GA, USA*, pp. 1–4.
- Salachna, P., Łopusiewicz, Ł., Wesółowska, A., Meller, E., & Piechocki, R. (2021). Mushroom waste biomass alters the yield, total phenolic content, antioxidant activity and essential oil composition of *Tagetes patula* L. *Industrial Crops and Products*, 171, 113961. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113961>
- Sánchez, C. (2009). Lignocellulosic residues: biodegradation and bioconversion by fungi. *Biotechnology advances*, 27(2), 185-194. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2008.11.001>
- Sanchez, J.E.; Royse, D.J. Scytalidium thermophilum- colonized grain, corncobs and chopped wheat straw substrates for the production of *Agaricus bisporus*. *Bioresour. Technol.* 2009, 100, 1670–1674.
- Saraçlı, S., Doğan, N., & Doğan, İ. (2013). Comparison of hierarchical cluster analysis methods by cophenetic correlation. *Journal of Inequalities and Applications*, 2013(1): 1-8.
- Sarkar, N., & Aikat, K. (2013). Kinetic study of acid hydrolysis of rice straw. *International Scholarly Research Notices*, 2013.
- Sarnklong C, Cone JW, Pellikaan W, Hendriks WH. 2010. Utilization of rice straw and different treatments to improve its feed value for ruminants: a review. *Asian-Australas J Anim Sci.* 23(5):680–692.
- Schroeder, J.W., 2004. Forage nutrition for ruminants. *NDSU Extension Service Quality Forage series*. AS1250. <https://www.ag.ndsu.edu/publications/livestock/quality-forage-series-forage-nutrition-for-ruminants> (Revised 2018) pp. 1-16.
- Seenger, J., Nuernberg, G., Hartung, M., Szűcs, E., Ender, K., and Nuernberg, K.: ANKOM – a new instrument for the determination of fat in muscle and meat cuts – a comparison, *Arch. Anim. Breed.*, 51, 449–457, <https://doi.org/10.5194/aab-51-449-2008>, 2008.
- Seker, H., A. Yazici and P. Uysal. 2014. Analysis of variability, heritability, and genetic advance in seed yield and related traits of orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) populations. *Turk J Agric For.* 38(5): 633-643.
- Sharma, R. K., & Arora, D. S. (2010). Changes in biochemical constituents of paddy straw during degradation by white rot fungi and its impact on in vitro digestibility. *Journal of Applied Microbiology*, 109(2), 679-686. <https://doi.org/doi:10.1111/j.1365-2672.2010.04695.x>
- Šimić, G., Lalić, A., Horvat, D., Zdunić, Z., Komlenić, D. K., Bucić-Kojić, Ana Bucić-Kojić, A., Planinić, M., Tišma, M. (2021). Production and analysis of the flour from the hull-less barley. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(3), 2679-2687. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-00857-2>
- Singh, S., Kushwaha, B. P., Nag, S. K., Mishra, A. K., Singh, A., & Anele, U. Y. (2012). In vitro ruminal fermentation, protein and carbohydrate fractionation, methane production

- and prediction of twelve commonly used Indian green forages. *Animal Feed Science and Technology*, 178(1-2), 2-11. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.08.019>
- Singh, S., Ramakrishna, S., Gupta, M.K., 2017. Towards zero waste manufacturing: a multidisciplinary review. *J. Clean. Prod.* 168, 1230–1243. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.108>
- Soccol, C.R. Vandenberghe, L.P.S. 2008. Overview of applied solid-state fermentation in Brazil. *Biochem. Eng. J.*, 13, 205–218.
- Song, Y. M., Lee, S. D., Chowdappa, R., Kim, H. Y., Jin, S. K., & Kim, I. S. (2007). Effects of fermented oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) by-product supplementation on growth performance, blood parameters and meat quality in finishing Berkshire pigs. *Animal*, 1(2), 301-307. <https://doi.org/10.1017/S1751731107683785>
- Souza, R. Á. T., da Fonseca, T. R. B., de Souza Kirsch, L., Silva, L. S. C., Alecrim, M. M., da Cruz Filho, R. F., & Teixeira, M. F. S. (2016). Nutritional composition of bioproducts generated from semi-solid fermentation of pineapple peel by edible mushrooms. *African Journal of Biotechnology*, 15(12), 451-457. <https://doi.org/10.5897/AJB2015.14960>.
- Stejskalova, M.; Hejcmanova, P.; Hejcman, M. 2013. Forage value of leaf fodder main European broad—Leaved woody species. *Grass. Sci. Eur.* 18, 85–87.
- Taniguchi, M., Suzuki, H., Watanabe, D., Sakai, K., Hoshino, K. and Tanaka, T. (2005) Evaluation of pretreatment with *Pleurotus ostreatus* for enzymatic hydrolysis of rice straw. *J Biosci Bioeng* 100, 63–643.
- Tebbe, A. W., Faulkner, M. J., & Weiss, W. P. (2017). Effect of partitioning the nonfiber carbohydrate fraction and neutral detergent fiber method on digestibility of carbohydrates by dairy cows. *Journal of dairy science*, 100(8), 6218-6228. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12719>
- Treuer TL, Choi JJ, Janzen DH, Hallwachs W, Pérez-Aviles D, Dobson AP, Powers JS, Shanks LC, Werden LK, Wilcove DS (2018) Low-cost agricultural waste accelerates tropical forest regeneration. *Restorat Ecol* 26(2):275–83.
- Undersander, D., Moore, J. E., & Schneider, N. (2002). *Relative forage quality. Focus on forage*, 4(5), 1-2.
- Undersander, D., Moore, J.E. and Schneider, N. (2010) Relative Forage Quality. Madison, WI, USA: *University of Wisconsin–Madison. Focus on Forage*, 12, 1-3.
- Van Kuijk SJ, Sonnenberg AS, Baars JJ, Hendriks WH, Cone JW (2015) Fungal treated lignocellulosic biomass as ruminant feed ingredient: a review. *Biotechnol Adv* 33(1):191–202.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition *J. Dairy Sci.*, 74, 3583-3597.
- Van Wyngaard JD, Meeske R, Erasmus LJ (2015) Effect of palm kernel expeller as supplementation on production performance of Jersey cows grazing kikuyu-ryegrass pasture. *Anim Feed Sci Technol* 199:29-40. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.10.017>
- Villalba JJ, Ates S and MacAdam JW (2021) Non-fiber Carbohydrates in Forages and Their Influence on Beef Production Systems. *Front. Sustain. Food Syst.* 5:566338. doi: 10.3389/fsufs.2021.566338
- Villas-Bôas, S. G., Esposito, E., & Mitchell, D. A. (2002). Microbial conversion of lignocellulosic residues for production of animal feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 98(1-2), 1-12. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(02\)00017-2](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(02)00017-2)

- Vorlaphim T., Yaungklang C., Paengkoum S., Preston TR. and Paengkoum P., (2018). Etkisi *Pleurotus spp* ön işleminin piriç anızın biyolojik bozunması üzerinde. *Kırsal Kalkınma için Hayvancılık Araştırması* 30 (12) <http://www.lrrd.org/lrrd30/12/thans30204.html>.
- Wahyono, T., Indiratama, W. M., & Human, S. (2021). White Midrib (WMR) vs Brown Midrib (BMR) sorghum: perspective of nutrient value for ruminant forage. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 788, No. 1, p. 012164). IOP Publishing.
- Zhang, R.H.; Li, X.J.; Fadel, J.G. 2002, *Oyster mushroom* cultivation with rice and wheat straw. *Bioresource Technol.* 82, 277–284.
- Zhu, C., Sun, L., Zhang WL. and Qiao, JJ., (2012). Conversion of spent mushroom substrate to biofertilizer using a stress-tolerant phosphate-solubilizing *Pichia farinose* FL. *Bioresource Technology* 111 (2012) 410-416.
- Zisopoulos FK, Ramírez HA, van der Goot AJ, Boom RM (2016) A resource efficiency assessment of the industrial mushroom production chain: the influence of data variability. *J Clean Prod* 126:394-408.

ÖZ GEÇMİŞ

Berat BİLİK, Kastamonu İnebolu Denizcilik Anadolu Meslek Lisesi'ni bitirdikten sonra Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü'nden 2019 yılında mezun oldu. 2019 yılında OMÜ Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü Yemler Bilgisi ve Hayvan Besleme Alanında Yüksek Lisans programına başladı. Orta derecede İngilizce bilmektedir. Temel ilgi alanları, at binmek, spor yapmak, hayvanlarla vakit geçirmek.

İletişim Bilgileri

Öğrenci no : 19210090

ORCID ID : 0000-0002-6013-2473

Yayınlanmış Çalışmalar:

1. Bilik B., Akdağ A. ve Ocak N. 2020. THE UTILIZATION OF MUSHROOM PRODUCTION WASTES AS FEEDS. II. International Agricultural, Biological & Life Science Conference, Edirne, Turkey, 2020.

Kazanılan Ödüller, Teşvikler ve Burslar

1. 1180197, Yem Bitkilerinde Farklı Kalite Kriterleri ile Gerçek Yem Değeri Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi: Pratik Bir Uygulama, 1001 - Araştırma, Burslu, Sonuçlandı, ARDEB, TOVAG - Tarım, Ormancılık Ve Veterinerlik Araştırma Destek Grubu (Bursiyer Öğrenci).