

**SÜT SIĞIRCILIĞINDA KULLANILAN TMR RASYONLARINA FİBROLİTİK
ENZİM KATKISININ KURU MADDE TÜKETİMİ, SÜT VERİMİ VE
BİLEŞİMİ İLE BAZI RUMEN PARAMETRELERİNE ETKİSİ**

SELÇUK BÖLÜKTEPE



T.C.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SÜT SIĞIRCILIĞINDA KULLANILAN TMR RASYONLARINA FİBROLİTİK
ENZİM KATKISININ KURU MADDE TÜKETİMİ, SÜT VERİMİ VE
BİLEŞİMİ İLE BAZI RUMEN PARAMETRELERİNE ETKİSİ**

Selçuk BÖLÜKTEPE

Prof. Dr. İbrahim AK

(Danışman)

DOKTORA TEZİ

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

BURSA-2017

Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Selçuk Bölüktepe tarafından hazırlanan "Süt Sığırcılığında Kullanılan TMR Rasyonlarına Fibrolitik Enzim Katkısının Kuru Madde Tüketimi, Süt Verimi ve Bileşimi ile Bazı Rumen Parametrelerine Etkisi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı'nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. İbrahim AK

Başkan:

Üye: Prof. Dr. İbrahim AK

İmza

Üye: Prof. Dr. İsmet TÜRKMEN

İmza

Üye: Prof. Dr. İsmail FİLYA

İmza

Üye: Prof. Dr. Hatice BASMACIOĞLU MALAYOĞLU

İmza

Üye: Prof. Dr. Hülya ÖZELÇAM

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ali BAYRAM

Enstitü Müdürü

16.12.2013

Ali Bayram

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

Beyan ederim.

17/02/2017

İmza

Selçuk BÖLÜKTEPE

ÖZET

Doktora Tezi

SÜT SIĞIRCILIĞINDA KULLANILAN TMR RASYONLARINA FİBROLİTİK ENZİM KATKISININ KURU MADDE TÜKETİMİ, SÜT VERİMİ VE BİLEŞİMİ İLE BAZI RUMEN PARAMETRELERİNE ETKİSİ

Selçuk BÖLÜKTEPE

Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İbrahim AK

ÖZET

Bu araştırma süt sığircılığında kullanılan Toplam Miks Rasyon (TMR) rasyonlarına fibrolitik enzim katkısının kuru madde tüketimi, süt verimi ve bileşimi ile bazı rumen parametrelerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Etkiler 4x4 Latin kare deneme deseninde 4 Holstein ırkı inekle belirlenmiştir. İnekler 4 farklı TMR' ile beslenmişlerdir:

1.Gurup: TMR (Kontrol), 2.Gurup: TMR + 10 g enzim /gün/baş düzeyinde enzim eklenen grup, 3.Gurup: TMR + 20 g enzim /gün/baş düzeyinde enzim eklenen grup ve 4.Gurup: TMR + 30 g enzim /gün/baş düzeyinde enzim eklenen grup. Araştırma sonucunda grupların TMR ve kuru madde tüketimleri sırasıyla;19.245, 21.581, 23.687, 25.683 kg/gün/baş ve 9.869, 11.148, 12.414, 12.621 kg/gün/baş olarak belirlenmiş olup, dönemler arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Diğer taraftan araştırmada ineklerin günlük ortalama süt verimleri sırasıyla; 25.041, 26.232, 26.762, 27.237 kg/gün/baş olarak belirlenmiş ve dönemler ve enzim düzeyleri arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). TMR' lara eklenen enzim düzeyi arttıkça rumen propiyonik asit miktarı kontrol gurubuna göre artış eğilimi göstermiş, 0,

10, 20 ve 30 g/gün/baş enzim düzeyi için sırasıyla; 24.975, 27.685, 28.320 ve 29.400 mmol/L olarak belirlenmiş ve istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Araştırma sonucunda laktasyondaki süt sığırlarının rasyonlarına fibrolitik enzim eklenmesinin yem ve kuru madde tüketimi, süt verimi ve kompozisyonu ve bazı rumen parametreleri üzerine olumlu bir etkisi olduğu söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Fibrolitik enzim, süt ineği, süt verimi ve kompozisyonu.

2017, ix + 66 sayfa

PhD Thesis

ADDITIONAL FIBROLYTIC ENZYME EFFECTS on DRY MATTER INTAKE,
MILK PRODUCTION and COMPOSITION and SOME RUMEN PARAMETERS
to TMR for DAIRY COWS

Selçuk BÖLÜKTEPE

Uludag University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Animal Science

Supervisor: Prof. Dr. İbrahim AK

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effects of dietary fibrolytic enzymes supplementation to Topalm Mix Ration (TMR) diets of lactating cows on dry matter intake, milk yield and composition and some rumen parameters. The effects were evaluated using 4 multiparous lactating Holstein Cows in 4x4 Latin-square design. The cows were fed in 4 different diets; 1. Group: TMR (Control), 2. Group: TMR+10 g enzyme/day/head added diets, 3. Group: TMR+20 g enzyme/day/head added diets, 4. Group: TMR+30 g enzyme/day/head added diets. As a result of this research it was determined that TMR and dry matter intake were determined statistically significant for periods and respectively; 19.245, 21.581, 23.687, 25.683 kg/day/cows ($P<0.01$) and 9.869, 11.148, 12.414, 12.621 kg/day/head ($P<0.05$). On the other hand daily milk yield of cows were founded statistically significant for periods and increased level of enzyme respectively; 25.041, 26.232, 26.762, 27.237 kg/day/head and 25,112, 26.103, 26.895, 27.162 kg/day/head ($P<0.05$). In addition, while increasing additional level of enzyme as an 0, 10, 20, 30 g/day/head increased amount of propionic acid in rumen liquid respectively; 24.975, 27.685, 28.320 and 29.400 mmol/L and determined statistically significant ($P<0.05$). As a result of this experiment, additional fibrolytic enzymes have potential positive effects on dry matter intake, milk yield, composition and some rumen parameters to lactating dairy cows.

Key words: Fibrolytic enzyme, dairy cow, milk yield and composition

2017, ix + 66 pages

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans Tez konumun belirlenmesinden en son aşamasına kadar olan bütün süreçlerde benden bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen, öneri ve destekleriyle araştırmamı yönlendiren tez danışman hocam Prof. Dr. İbrahim AK' a, tez izleme komitesi üyeleri olarak değerli katkıları nedeniyle Prof. Dr. H.Melih YAVUZ, Prof. Dr. Mustafa ERGÜL, Prof. Dr. Asım KILIÇ' a ve Prof. Dr. İ. İsmet TÜRKMEN'e, tezdeki düzeltmelerdeki katkılarından dolayı tez savunma sınavı jüri üyelerime, tezimde kullandığım enzim materyalini A.B.D.'den teminini sağlayan Dr.Veysel AKAY'a,

İstatistiksel hesaplamalarda yardım ve bilgilerini esirgemeyen Prof.Dr. Abdurrahim Tanju GÖKSOY'a,

Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dekanlığı'na, Araştırma ve Uygulama Çiftliğinin tüm yönetici ve çalışanlarına,

Tüm çalışma boyunca manevi desteklerini hiç esirgemeyen ve hep yanımda olan eşim Marta ALONSO ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
SİMGELER DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	viii
EKLER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	26
3.1. Materyal.....	26
3.1.1. Hayvan Materyali.....	26
3.1.2. Yem Materyali.....	26
3.1.3. Enzim Materyali.....	28
3.2. Yöntem.....	29
3.2.1. Yemlerde Kimyasal Analizler.....	30
3.2.1.1. TMR'nın Metabolik ve Net Enerji Laktasyon Hesabı.....	30
3.2.2. Rumen Sıvısında Toplam Uçuçu Yağ Asitleri Analizi.....	30
3.2.3. Süt Analizleri.....	31
3.2.4. İstatistik Analizler.....	32
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	33
4.1. İneklerin Günlük Ortalama TMR ve Kuru Madde Tüketimleri.....	33
4.2. İneklerin Günlük Ortalama ve %4 Yağa Göre Düzelmış Süt Verimleri.....	36
4.3. Sütte Kuru Madde, Yağ, Protein ve Kül Oranları.....	39
4.3.1. Sütte Kuru Madde Oranları.....	40
4.3.2. Sütte Yağ Oranları.....	41
4.3.3. Sütte Protein Oranları.....	42
4.3.4. Sütte Kül Oranları.....	43
4.4. Toplam Uçucu Yağ Asitleri (TUYA) Miktarı (mmol/L).....	44
4.5. Asetik, Propiyonik ve Bütirik Asit Konsantrasyonları (mmol/L).....	45
5. SONUÇ.....	49
KAYNAKLAR.....	51
EKLER DİZİNİ.....	55
ÖZGEÇMİŞ.....	64

KISALTMALAR DİZİNİ

- ADF: Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif
ADL: Asit Deterjanda Çözünmeyen Lignin
AOAC: Association of Official Analytical Chemists
CAA: Canlı Ağırlık Artışı
CMCaz: Karboksimetilselülaz
EC-IU: Enzyme Commission of the International Union of Biochemistry
FAE: Ferulik Asit Esteraz
IU: Uluslar Arası Ünite
KM: Kuru Madde
KO: Kareler Ortalaması
KT: Kareler Toplamı
LS: Lignoselülotik Materyal
ME: Metabolik Enerji
NDF: Nötr Deterjanda Çözünmeyen Lif
NDSC: Nötr Deterjanda Çözülebilir Karbonhidratlar
NDSF: Nötr Deterjanda Çözülebilir Lif
NÖM: Nitrojensiz Öz Maddeler
NRC: National Research Council
NSC: Yapısal Olmayan Karbonhidratlar
OM: Organik Madde
SD: Serbestlik Derecesi
TMR: Toplam Miks Rasyon
TUYA: Toplam Uçucu Yağ Asitleri
UYA: Uçucu Yağ Asitleri
YGDSV: % 4 Yağa Göre Düzeltilmiş Süt Verimi

SİMGELER DİZİNİ:

CO: Karbon monoksit

CO₂: Karbondioksit

CH₄: Metan

H: Hidrojen

Kg: Kilogram

K cal: Kilokalori

L: Litre

mg: Miligram

mmol: Milimol

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Hücre duvarının yapısı.....	7
Şekil 2.2. Kaba yemlerde yapısal ve yapısal olmayan karbonhidratların yapısı.....	9
Şekil 2.3. Selülazlar	12

ÇİZELGELER DİZİNİ	Sayfa
Çizelge 2.1. Bazı LS biokütlenin selüloz, hemiselüloz ve lignin içerikleri (%)	4
Çizelge 2.2. Yüksek düzede yoğun yem içeren feedlot bitirme rasyonlarına ticari enzim ürünleri eklenerek yapılan bazı araştırmaların sonuçları	20
Çizelge 2.3. Erken laktasyondaki süt ineklerinin rasyonlarına enzim eklenmesinin etkileri	22
Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan süt sığırlarının canlı ağırlıkları ile buzağımlama tarihler	26
Çizelge 3.2. Araştırmada kullanılan TMR'ların içeriği	27
Çizelge 3.3. Toplam miks rasyonun (TMR) ham besin madde içerikleri	28
Çizelge 3.4. 4x4 Latin kare deneme desenine göre uygulanan yemleme planı	29
Çizelge 4.1. İneklerin günlük ortalama TMR ve kuru madde tüketimleri (kg/gün/baş) .	33
Çizelge 4.2. İneklerin günlük ortalama TMR tüketimleri varyans analiz tablosu	34
Çizelge 4.3. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre TMR tüketim ortalamaları (kg/gün/baş)	34
Çizelge 4.4. İneklerin günlük ortalama kuru madde tüketimi varyans analiz tablosu	34
Çizelge 4.5. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre KM tüketim ortalamaları (kg/gün/baş)	35
Çizelge 4.6. İneklerin günlük ortalama süt verimleri ve %4 yağa göre düzeltilmiş süt verimleri (kg/gün/baş)	36
Çizelge 4.7. İneklerin günlük ortalama süt verimi varyans analiz tablosu	37
Çizelge 4.8. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre süt verimi ortalamaları(kg/gün/baş)	37
Çizelge 4.9. İneklerin günlük %4 yağa göre düzeltilmiş süt verimi varyans analiz tablosu	38
Çizelge 4.10. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre %4 YGDSV ortalamaları (kg/gün/baş)	38
Çizelge 4.11. Sütte kuru madde, yağ, protein ve kül oranları (%)	39
Çizelge 4.12. Süt kuru madde oranı varyans analiz tablosu	40
Çizelge 4.13. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre süt KM ortalamaları (%)	40
Çizelge 4.14. Süt yağ oranı varyans analiz tablosu	41
Çizelge 4.15. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre süt yağ oranı ortalamaları (%)	41
Çizelge 4.16. Süt protein varyans analiz tablosu	42
Çizelge 4.17. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre süt proteini ortalamaları (%)	42
Çizelge 4.18. Süt kül varyans analiz tablosu	43
Çizelge 4.19. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre sütte kül oranı ortalamaları (%)	43
Çizelge 4.20. Toplam uçucu yağ asitleri miktarı (mmol/L)	44
Çizelge 4.21. TUYA varyans analiz çizelgesi	45
Çizelge 4.22. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre TUYA ortalamaları (mmol/L)	45
Çizelge 4.23. Asetik, propiyonik, bütirik asit konsantrasyonları (mmol/L)	46
Çizelge 4.24. Asetik asit varyans analiz tablosu	47
Çizelge 4.25. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre asetik asit ortalamaları (mmol/L) .	47
Çizelge 4.26. Propiyonik asit varyans analiz tablosu	47
Çizelge 4.27. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre propiyonik asit ortalamaları (mmol/L)	48
Çizelge 4.28. Bütirik asit varyans analiz tablosu	48
Çizelge 4.29. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre bütirik asit ortalamaları (mmol/L)	48

EKLER DİZİNİ

Sayfa

Ek 1. İzobütirik, valerik ve izovalerik asit konsantrasyonları (mmol/L).....	56
Ek 2. İzobütirik varyans analiz tablosu	57
Ek 3. İzobütirik dönem, inek ve enzim düzeyi ortalamaları (mmol/L).....	57
Ek 4. Valerik asit varyans analiz tablosu.....	58
Ek 5. Valerik asit dönem, inek ve enzim düzeyi ortalamaları (mmol/L)	58
Ek 6. İzovalerik varyans analiz tablosu.....	59
Ek 7. İzovalerik asit dönem, inek ve enzim düzeyi ortalamaları (mmol/L)	59
Ek 8. İncelenen verim öğelerinin arasındaki ikili ilişkiler.....	60
Ek 9. Araştırmanın gerçekleştirildiği Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Araştırma ve Uygulama Çiftliğinin bazı fotoğrafları	61
Ek 10. Araştırmada kullanılan süt sığırlarının bireysel padoklarına ait bazı fotoğraflar ..	62
Ek 11. Araştırmada kullanılan süt sığırlarından rumen sıvısı alımıyla ilgili bazı fotoğraflar	63

1. GİRİŞ

Hayvanlarda büyüme hızı ve verim gücü, yem tüketimi ve yemden yararlanma düzeyi ile doğru orantılıdır. Bu nedenle yüksek verim elde etmek için hayvan sağlığını korumanın yanında yemden yararlanma yeteneğini de üst düzeye çıkarmak gerekir. Bu yöndeki önemli uygulamalardan biri de yem katkı maddeleridir. Uzun yıllardan beri hem hayvan sağlığını korumak amacıyla hem de büyütme faktörü olarak antibiyotikler ve kemoterapötikler yem katkı maddesi olarak kullanılmıştır. Antibiyotik ve kemoterapötiklerin düşük dozlarda kullanımı bakterilerde direnç gelişimine yol açması, ayrıca insan tüketimine sunulan hayvansal ürünlerde sağlık açısından risk oluşturabilen kalıntı bırakmaları nedeniyle yem katkı maddesi olarak kullanımlarına sınırlamalar getirilmiştir. Bu gibi yem katkı maddelerinin kullanımlarındaki çekinceler alternatif uygulamaların araştırılmasına yol açmıştır. Son yıllarda bu yöndeki çalışmalarda biyoteknolojik ürünlerden probiyotikler, enzimler ve organik asitlerin adı sıklıkla geçmektedir (Karademir 2003).

Hücrelerde oldukça önemli metabolik görevleri olan enzimler, biyokimyasal reaksiyonları katalize eden protein yapısında moleküllerdir ve günümüzde çeşitli amaçlarla kullanılmak üzere gündelik ve ekonomik hayata girmiştir. Yem endüstrisinde de çiftlik hayvanları için kullanılan ticari enzimler genellikle ekstremofilik mikroorganizmaların fermantasyon ürünleridir. Gelişen teknoloji ile daha düşük maliyetli, daha aktif ve iyi karakterize edilmiş enzim preparatlarının elde edilmesi mümkündür (Morgavi ve ark. 2001, Novak ve ark. 2003)

Hayvan yemlerinde enzim kullanımının 4 temel nedeni bulunmaktadır;

- 1- Birçok yem hammaddesinin yapısında yer alan anti besinsel faktörleri parçalamak.
- 2- Lif içeriği yüksek bitkisel kaynaklı yemlerde, hayvanın kendi salgıladığı sindirim enzimleri ile sindiremediği, lifle çevrili hücre duvarının içinde kalan nişasta, protein ve minerallerin yararlanılabilirliğini artırmak.
- 3- Yem hammaddesinin yapısında bulunan ancak hayvanların salgıladıkları kimyasal enzimler tarafından parçalanamayan spesifik kimyasal bağları parçalayarak, daha fazla besin maddesini serbest hale geçirmek.
- 4- Genç hayvanların sindirim sistemlerinin henüz tam olarak gelişmemesi nedeniyle yetersiz kalan endojen enzimlerine ilave yapmak ve bu yolla yemlerin sindirimine yardımcı olmaktır (Kalkan 2008).

Bunlara ek çevresel açıdan daha güvenilir alternatifler olarak görülen enzimler, yemden yararlanmada artış sağlarken, sayıları giderek artan çevre bilincine sahip tüketiciler için daha cazip yollarla üretilen ürünlerin pazarlanmasına da izin vermektedir. Uzun yıllardan beri ruminantlar için kaba yem konusundaki araştırmalar kaba yem kalitesini yükseltilmesi, yem kalitesinin belirlenmesi ve üretim verimliliğinin artırılması konusunda yapılmıştır. Bütün bu çalışmalara rağmen hala kaba yemlerin sindirilebilirliği ruminantların enerji alınımı engelleyen önemli bir faktördür ve kaçınılmaz olarak sindirilmeden gübre ve metan (CH₄) olarak çevreye atılır. Bu, atmosferik CH₄ emisyonunun yaklaşık %37'sinin ruminantlar tarafından oluşmasını sağlar. Küresel ısınmada önemli bir yere sahip olan ve ruminantlarda sindirim faaliyeti sonucu havaya bırakılan metanın düzeyi ruminant yemlerine enzim ilavesi ile azaltılabilmektedir

(Aboagye 2015).

Ruminantlar için selülozu parçalayan enzimlerin katkı maddesi olarak kullanımı 1969'larda araştırılmaya başlanmıştır. Ekzogen enzimlerin süt sığırlarının rasyonlarına eklenmesinin süt verimi ve kompozisyonu üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan araştırmalar ise 1990'ların ortalarında yoğunlaşmıştır. Fakat bu araştırmalarda kullanılan ilk enzim preparatları iyi tanımlanıp karakterize edilmediği için deneme hayvanlarından elde edilen sonuçlar farklı olmuştur. Son on yıl içerisinde ise yüksek yem maliyeti ve çevresel duyarlılıklardan dolayı ruminantlar için enzim kullanımının potansiyeli konusu yeniden gündeme gelmiş ve araştırmalara konu olmuştur. Ruminantlar için enzimle ilgili araştırmaların çoğunun odak noktası bitkisel hücre duvarını parçalayan enzimlerdir.

Bitkilerde en büyük yapısal polisakkarit olan selüloz ve hemiselüloz, selülaz ve hemiselülaz enzimleriyle çözünebilir şekere dönüştürülebilir. Buna ek olarak selülozu parçalayan enzimlerin amilaz, proteaz ve pektinaz gibi ikincil enzim aktiviteleri de olabilir (Petersa ve ark. 2010).

Selülozu parçalayan başlıca enzimler, endoselülazlar; (endoglukanaz, endo-β-1,4-glukanaz, karboksimetil selülaz ya da β-1,4-glukan glukanhidrolaz (EC.3.2.1.4), ekzoselülazlar; (ekzoglukanaz, ekzo-β-1,4-glukanaz, selülaz, β-1,4-selöbiyosidaz (EC.3.2.1.91) ve β - glukosidazlardır (sellobiyaz ya da glukohidrolaz EC.3.2.1.21).

Hemisellülozun önemli bölümünü oluşturan ksilanı çözünebilir şekere parçalayan başlıca enzimler ise, ksilanaz (EC 3.2.1.8) ve β-1,4 ksilanazdır (EC.3.2.1.37). Öteki hemiselülazlar ise β-mannosidaz (EC.3.2.1.25), α-L-arabino-furanosidaz (EC.3.2.1.55),

α -D-glukonidaz (EC.3.2.1.139), α -D-galaktosidaz (EC.3.2.1.22), asetil ksilan esteraz (EC.3.1.1.72) ve ferulik asit esteraz (3.1.1.73)' dır. Genel olarak ruminant rasyonları için enzim ürünleri; fungal (Genellikle *Trichoderma reesei*, *Aspergillus niger*, *A. oryzae*) ve bakteriyel (Genellikle *Bacillus spp.*) orjinlidir (Wood 1992, Feng ve ark. 1996).

Günümüze kadar, *in vitro* ve *in vivo* yöntemler kullanılarak yapılan birçok araştırmada süt sığırlarının rasyonlarına fibrolitik enzim eklenmesinin rasyonlarda kuru madde ve selüloz sindiriminin arttığı rapor edilmiştir ve genel bir kabul olarak belirlenmiştir. Fakat süt verimi, kompozisyonu ve bazı rumen parametreleri üzerine etkileri konusunda araştırma sonuçları bakımından tam bir ittifak yoktur (Yang ve ark. 2000, Beauchemin ve ark. 2003).

Ortiz Rodeo ve arkadaşları (2013) ruminant beslemede ekzogen enzim kullanılmasının süt verimi ve kimyasal yapısı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 29 araştırmada kullanılan 9 enzim ve 52 muamelen elde edilen sonuçların meta analizi sonucunda, farklı araştırmalarda ruminant rasyonlarına eklenen ekzogen enzimlerin süt verimi üzerine etkilerinin geniş bir varyasyon gösterdiğinden dolayı bu konunun tekrar gözden geçirilip incelenmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Bezer bir meta analizde süt sığırlarının rasyonlarına farklı dozlarda fibrolitik enzim eklenerek yapılan 20 araştırmanın sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Karşılaştırmanın sonuçlarında süt sığırlarının rasyonlarına eklenen enzim miktarı arttıkça süt verimi, kompozisyonu ve rumen parametrelerinde olumlu rakamsal bir artış olmasına rağmen farklılıkların genel olarak istatistikî olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir (Adesogan ve ark. 2014).

Bu çalışmada ülkemizde son yıllarda süt sığırcılığında yaygın olarak kullanılan Toplam Miks Rasyonlarına (TMR) ek olarak süt ineklerinde farklı dozlarda fibrolitik enzim kullanmanın süt verimi ve kompozisyonu ile bazı rumen parametreleri üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Lignoselülotik materyal (LS); bitkilerin ve canlı organizmaların kökeni olarak ortaya çıkan biokütle, genelde güneş enerjisini fotosentez yolu ile kimyasal enerjiye dönüştürerek depolayan bitkisel organizmalar olarak adlandırılır. Biokütleyi aynı zamanda bir organik karbon kaynağı olarak da kabul etmek olanaklıdır. Bitkilerin fotosentez sırasında kimyasal olarak özellikle selüloz şeklinde depo ettiği ve daha sonra çeşitli şekillerde kullandığı bu enerjinin kaynağı güneştir. En basit tanımıyla biokütle bitki ve hayvanların (mikroorganizmaların) organik madde kitlesi anlamına gelir (Uskan 2009).

Bitkilerin hücre duvarları LS içerir. LS materyal içerisindeki karbonhidrat polimerleri hidroliz olarak adlandırılan bir işlemle basit şekerlere dönüştürülmelidir. LS biokütle açısından zengin olan, büyük çoğunluğunu buğdaygiller – baklagiller, sap ve samanların oluşturduğu bitkisel üretim atıkları tüm Dünyada ruminantların beslenmesinde çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Dünya yıllık bitki ve tarımsal artık miktarı yaklaşık olarak 2 273 080 000 tondur. Türkiye'de ise her yıl 36 940 000 ton tarımsal artık elde edilmektedir. Bunun 18 milyon ton kadarı buğday sapı, 8 milyon tonu arpa sapı, 2.5 milyon tonu mısır sapı, 3 milyon tonu pamuk sapı, 2.5 milyon tonu ayçiçeği sapı, 200 bin tonu pirinç sapı, 240 bin tonu çavdar sapı, 300 bin tonu tütün sapı, 2 milyon tonu kendir kenevir, 200 bin tonu şeker (göl) kamışı oluşturmaktadır ve bu LS biokütlenin selüloz, hemiselüloz ve lignin içerikleri Çizelge 2.1.'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Bazı LS biokütlenin selüloz, hemiselüloz ve lignin içerikleri (%) .

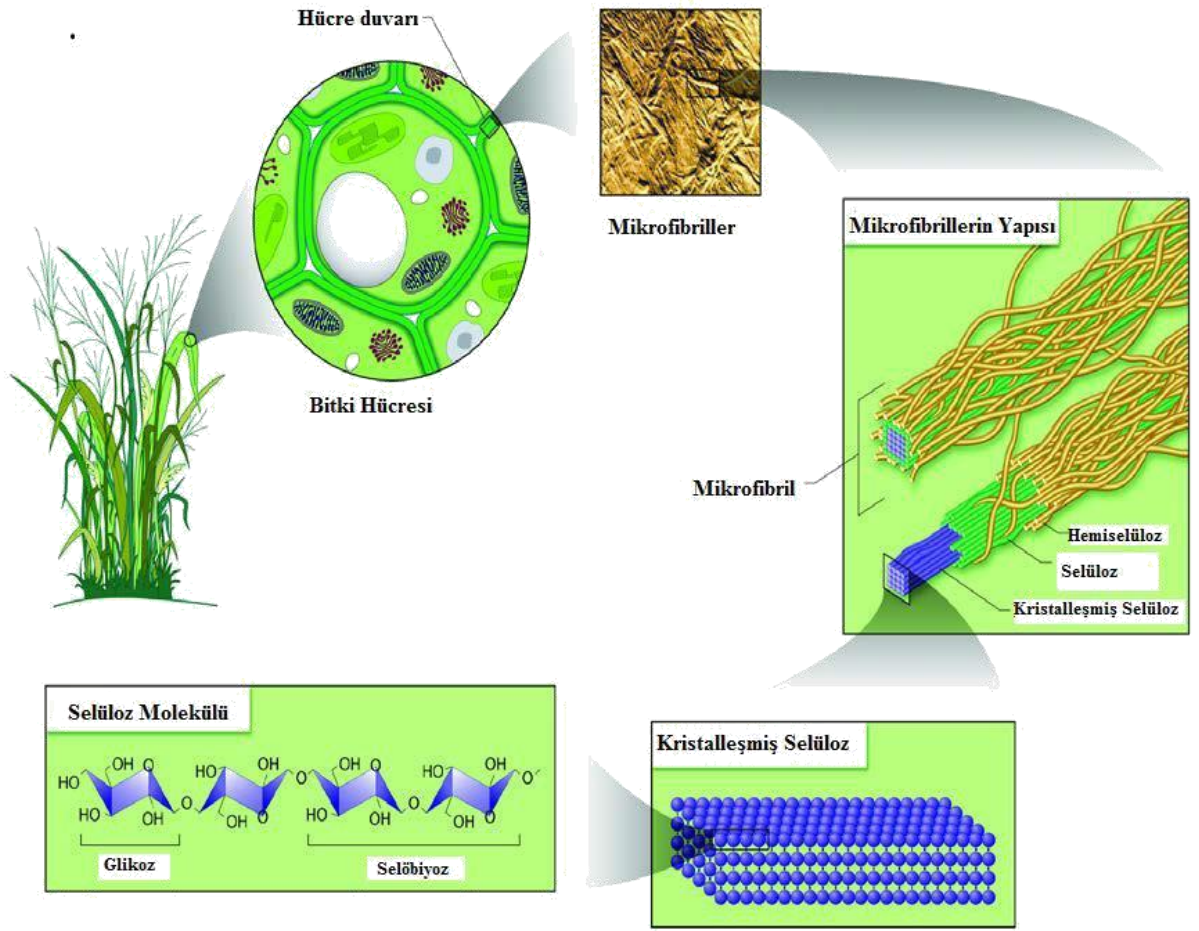
Tarımsal Atıklar	Selüloz	Hemiselüloz	Lignin
Mısır koçanı	34-41	31-36	6-16
Şeker kamışı posası	40	27-37	10-20
Buğday samanı	30-40	25-35	8-17
Pirinç samanı	35-47	20-25	10-25
Arpa samanı	33-37	21-25	14-16
Soya sapı	35	25	20
Mısır sapı	35-40	17-35	7-19

Yüksek karbonlu polimerik yapıya sahip olan biokütle materyalleri genel anlamda depolimerizasyonla parçalanarak veya CO ve H₂ gibi indirgenlerle reaksiyona girerek yeni kimyasal ürünlere dönüştürülmeye elverişli hammadde kaynaklarıdır. Ligninin ayrılması durumunda geriye polisakkarit türevleri kalır. Bitki hücresindeki

polisakkaritlere holoselüloz da denir. Holoselülozlar bitki dokularındaki suda çözünmeyen karbonhidratlar olarak tanımlanırlar ve alfa-selüloz (ya da basitçe selüloz) ile hemiselülozdan oluşurlar. Holoselüloz hidroliz edilirse C6 ve C5 şekerleri, üronik asitler ve asetil gruplar elde edilir. C6 şekerleri glikoz, mannoz ve galaktozdur. C5 şekerleri ise başlıca ksiloz ve arabinozdur. Her bir bileşiğin oranı bitki kaynağına göre değişir. LS doğal kaynakların temel bileşenleri selüloz, hemiselülozlar ve ligninlerdir. Doğada selüloz; çeşitli nişasta, pektin ve hemiselüloz gibi polisakkaritlere bağlı olarak bulunur. Hemiselülozlar ise galaktoz, mannoz, ksiloz, arabinoz ve diğer şekerlerle; üronik asitlerin polimerleri ve heteropolimerlerini içerirler. Bunlara ek olarak, doğadaki hemen hemen her selüloz, selüloz-lignin karışımı halinde bulunur. Selüloz doğada genel olarak tek başına bulunmaz. Genellikle diğer bitkisel maddelerle beraber bulunur. Bu selülozun doğal ortamda parçalanmasını etkilemektedir. Selüloz fibrilleri öncelikle hemiselüloz, pektin ve proteinlerin dahil olduğu diğer polimerlerin matriksine gömülmüş haldedir. Doğada birkaç çeşit selüloz bulunmaktadır. Bunların hepsi de endüstri açısından önemlidir, fakat değişik amaçlar için kullanılırlar. Selüloz türleri birbirinden a,b,d harfleriyle ayırt edilen 3 farklı tipte bulunur. a-selüloz, pamuktaki selüloz türüdür, pamuk tohumunun ikincil duvarının %100'ü selülozdur ve bütün türler arasında en önemli olanıdır. 'Hemi-selüloz' adını alan b-selüloz ve d-selüloz ise asitler ve bazlara karşı daha az dayanıklı moleküller dallanmış halde ve daha kolay kopabilme özelliğine sahiptir. LS maddelerin selülozdan sonraki en önemli bileşenleri hemiselülozlardır. Selüloz gibi kristalin bir yapıya sahip değildir ve selülozdan daha heterojendir, amorf ve düzensiz dallanmalara sahiptir. Hemiselülozlar, bitki hücre duvarının selüloz olmayan başlıca polisakkaritlerdir. Hücre duvarındaki polisakkaritlerin yaklaşık % 20-35'ini oluşturmaktadırlar. Hemiselülozlar kendilerini oluşturan şeker birimlerine göre; ksilanlar, mannanlar, arabinoksanlar, glikomannanlar ve glikoksilanlar şeklinde isimlendirilirler. Ksilanlar, hemiselülozik yapı içinde nicelik açısından önemli yer tutarlar ve bitkilerinin ligninli dokularındaki hemiselülozların temel bileşenini oluştururlar (Adıgüzel 2013). Tahıl sapları ile tohum kabuklarının da, kuru ağırlık olarak % 20-30'u ksilanlardır. Ksilanlar, selülozla birleşik halde buldukları gibi, ligninle de etkileşim içindedirler. Polisakkaritlerin hemiselüloz grubunun temel bileşenini oluşturan ksilanlar, bitkilerden alkali çözeltilerle çözünebilirler. Lignin ise: bitkide kök ve gövdenin odunsu yapısını oluşturan madde olarak bilinir ve su geçirmez bir yapıya sahiptir. Lignin bir glikozit olup

kolayca glikoz ve aromatik bir alkole ayrıştırılabilir. Bu, glikozit koniferin olarak adlandırılır. Bu bileşikten türeyen alkole de buna uygun olarak koniferil alkol denilmiştir. Hücrede sekonder duvar yapısına büyük oranda iştirak eder. Hücre duvarını oluşturan selüloz misellerin arasını amorf lignin doldurur ve böylece dokuda odunlaşma meydana gelir (Kurtuluş 2010).

Bitki hücre duvarının karmaşık biyokimyasal yapısı (genellikle primer ve sekonder hücre duvarı yapıları olarak adlandırılabilir) kuru kütlede (dry mass) % 35-50 selüloz, % 20-35 hemiselüloz ve % 15-20 ligninden oluşur. Hücre duvarındaki bu oranlar hücre dokusunun yapısı, bitkinin değişik parçaları ve bitkinin olgunlaşma derecesine göre değişiklik gösterebilir ve bu oransal farklılıklar etkisini büyük oranda sekonder hücre duvarında gösterirler. Çünkü damarlar ve kanallar yani primer hücre duvarı sekonder hücre duvarına göre daha fazla doku içerirler. Selüloz β -(1,4) bağlarıyla bağlanmış doğrusal moleküler yapıdaki glikozdan oluşan ve suda çözünmeyen β -glikozlardan oluşur ve yoğun olarak primer hücre duvarında bulunur. Hemiselüloz ise kendi arasında heterojen ve karmaşık farklı polimerlerden oluşur ve çeşitli şekerlerden oluşan dallanmış bir yapı gösterir. Hemiselüloz ksilan, ksiloglukan ve mannan dan oluşur ve daha çok sekonder hücre duvarında bulunur (Aboagye 2015). Hücre duvarının yapısı şekil 2.1.'de verilmiştir.

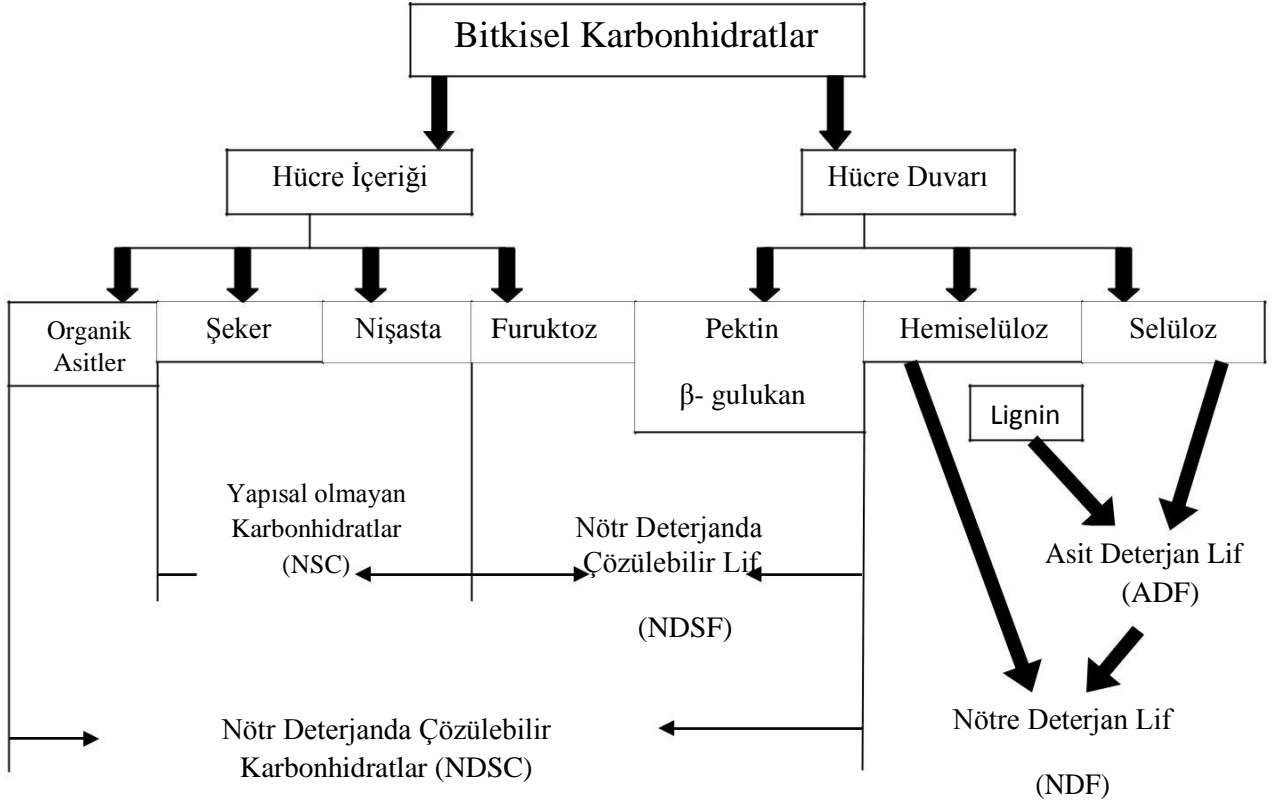


Şekil 2.1. Hücre duvarının yapısı

Hücre duvarının temel bileşenleri selüloz, hemiselüloz ve lignindir. Bunlar büyük moleküllü, yapısal olarak karmaşık ve güçlükçe analiz edilebilen bileşiklerdir. Selüloz hücre duvarının iskeletini hemiselülozlar, lignin ve pektin buna karşın bu iskeleti çevreleyen ve boşlukları dolduran ara maddeyi meydana getirir. Selüloz sistemi, glikoz anhidrit birimlerinden ($C_6H_{10}O_5$) oluşan zincir biçimindeki selüloz moleküllerinden meydana gelir. Bir selüloz molekülünde ortalama 10.000 glikoz birimi bulunur. Selüloz molekülleri demetler biçiminde birbirleri ile birleşmişlerdir. En küçük demet elementer fibril olarak adlandırılır. Çapı 3,5 μ m olup aynı yönde uzanan 40 selüloz molekülünden meydana gelmektedir. Elementer fibrillerde bir araya gelerek daha büyük demetleri, mikrofibrilleri oluştururlar. Elektron mikroskobu ile görülebilen en küçük yapısal birim mikrofibrildir. Mikrofibrillerin yapısına ilişkin görüşler arasında farklılıklar bulunmaktadır. Bazılarına göre mikrofibriller silindirik olup, çapı 20-30 μ m, diğerlerine göre yassı bir şerit biçimindedir. Şeridin genişliği 10-30 μ m, kalınlığı 5-10 μ m ve

uzunluğu ise birkaç mikrondur. Mikro fibriller arasından dar koridorlar yer alır. Genişliği 10 μ m olan bu aralıkları lignin ve diğer ara maddeler doldurmaktadır. Mikro fibrillerin içinde kapilar boşluklar (genişlik 1 μ m) bulunur. Bu boşluklara sadece su ve diğer küçük molekülü bileşikler girebilmektedir. Selüloz moleküllerinin yukarıdaki yapısal birimlerdeki düzeyinde bir kısımdan diğerine değişiklik gösterir. Bu birimlerde düzenli ve düzensiz kısımlar bulunmaktadır. Düzenli kısımdan düzensiz kısma geçiş belirgin olmayıp yavaş yavaş olmaktadır. Selüloz moleküllerinin aynı yönlü ve birbirine sıkı kenetlendiği kısımlara kristal kısımlar veya kristalit ya da misel denilmektedir. Kristalin kısımlar arasında selüloz moleküllerinin düzensiz olarak bir araya geldiği amorf kısımlar bulunur. Aynı selüloz molekülü bir takım kristal ve amorf kısımlardan geçerek uzanmaktadır. Kristal kısımlar daha fazla yer tutmaktadır. Fengel modeline göre, elementer fibriller fibrilleri, fibriller mikro fibrilleri, onlarda lamelleri meydana getirmektedir. Lameller ışık mikroyla görülebilir (Fengel ve ark. 1989). Ruminant beslemede rasyonun büyük kısmını karbonhidratlar oluşturur ve rumen sağlığını koruyarak hayvanların enerji gereksinimlerini karşılamada yaşamsal bir önemi vardır. Karbonhidratların iki genel sınıflandırılması vardır; hücre duvarında bulunan karbonhidratlar ve bunlardan daha fazla sindirilebilirliğe sahip olan ve hücre içeriğinde bulunan karbonhidratlardır. Hücre duvarında bulunan karbonhidratlar selüloz, hemiselüloz, pektin, β -glukan ve galaktan'dır. Hücre içeriği ise nişasta, şeker ve furuktur. Buna ek olarak silolanmış yemlerde organik asitler bulunabilir. Hücre içeriğinde bulunan karbonhidratlar enzimler ya da rumen mikroorganizmaları tarafından kolayca parçalanabilir. Fakat hücre duvarında bulunan karbonhidratlar rumen mikroorganizmalarınca kolaylıkla parçalanamazlar. Enzimler ve rumen mikroorganizmaları tarafından kolayca parçalanabilen karbonhidratlar nötr deterjanlarda çözünebilir ve bundan dolayı nötr deterjanlarda çözünebilir karbonhidratlar olarak adlandırılırlar. Bitkisel lifler hücre duvarı yapısı olarak karakterize edilebilirler ve bunlar nötr deterjanda çözünmeyen lif olarak adlandırılır ve analiz edilirler (NDF). Burada lignin (Fenilpropanoid monolignol birimlerinden oluşan polimerlerdir) karbonhidrat olmamasına rağmen NDF analizinde NDF'nin bir parçası olarak ölçülür. Hücre duvarının şeklini ve formunu oluşturan pektin, β -Glukan ve galaktan nötr deterjanlarda çözünebilirler ve nötr deterjanda çözünebilir lif içerişinde yer alırlar (Aboagy 2015).

Kaba yemlerde yapısal ve yapısal olmayan karbonhidratların yapısı çizelge 2.2.de verilmiştir.



Şekil 2. 2. Kaba yemlerde yapısal ve yapısal olmayan karbonhidratların yapısı

Enzimler vücuttaki biyokimyasal reaksiyonlar protein yapısında organik moleküller olan "enzimler" tarafından katalize edilirler. İnsanlar çok eski zamanlardan beri enzimatik reaksiyonlardan yararlanmışlardır. Örneğin; şarap, yoğurt, ekmek, sirke, boza yapımında yine canlılar tarafından üretilen enzimlerden yararlanmışlar, fakat bu olaylarda enzimlerin katalitik etkilerinin nasıl olduğunu bilememişlerdir. Enzimler reaksiyon hızını çok arttırırlar. Örneğin; dakikada 36 milyon molekülü değişikliğe uğratabilmektedir.

Enzimlerin etkileyip değişikliğe uğrattığı moleküle "substrat" adı verilir. Enzim biyokimyasal reaksiyonda substratı değiştirip ürüne dönüştürürken kendisi hiç değişikliğe uğramaz. Enzimler substrat dediğimiz molekülden reaksiyon sırasında ya bir ya da birkaç atomu veya fonksiyonel bir grubu koparır ya da substrata ekler. Enzimler canlı hücreler tarafından biyolojik koşullarda sentez edilirler ve aktivite göstermeleri için hücre içinde bulunmaları gerekmez. Enzimlerin aktivite göstermeleri için gerekli olan ve protein yapısında olmayan genellikle metal iyonlarından meydana gelmiş olan yan

gruplarına kofaktör adı verilmektedir. Pek çok enzim kofaktör olarak Cu^{+2} , Fe^{+2} , Zn^{+2} ve Mg^{+2} iyonlarına gereksinim duyar. Enzimlerin aktivite göstermeleri için gereksinim duydukları organik moleküllere ise "koenzim" adı verilmektedir. Koenzimler enzimlerin kopardığı ya da eklediği kimyasal grupların taşıyıcısı olan organik moleküllerdir. Koenzimlerin öncül molekülleri vitaminlerdir. Vitaminler vücutta ufak değişikliklerle koenzimleri meydana getirirler. Eğer enzim koenzimi veya kofaktörü ile birlikte ve katalitik bakımından tamamen aktif durumda ise, enzimin bu haline holoenzim adı verilmektedir. Eğer koenzim ve kofaktör enzimden ayrılacak olursa ve enzimde inaktif hale gelirse, enzimin bu haline de 'apoenzim' adı verilmektedir (Özen 1995, Okuyan 1997, Özata ve Cengiz 2015).

Uluslararası Biyokimya Birliği'nin Enzim Komisyonu EC-IUB (Enzyme Commission of the International Union of Biochemistry) 1961 yılında enzimlerin sınıflandırılmasında belirli kurallar belirlemiştir. Buna göre enzimler 6 ana sınıfa ayrılmıştır (oksidoreduktazlar, transferazlar, hidrolazlar, liyazlar, izomerazlar ve ligazlar). Her sınıf ayrıca alt sınıflara ve alt sınıflarda gruplara ayrılmıştır. Bir enzimin adı iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısım substratın adını, ikinci kısım ise katalizlediği reaksiyon çeşidini açıklamakta ve -az (-ase) son eki ile bitmektedir (Okuyan 1997, Kalkan 2008, Özata ve Cengiz 2015).

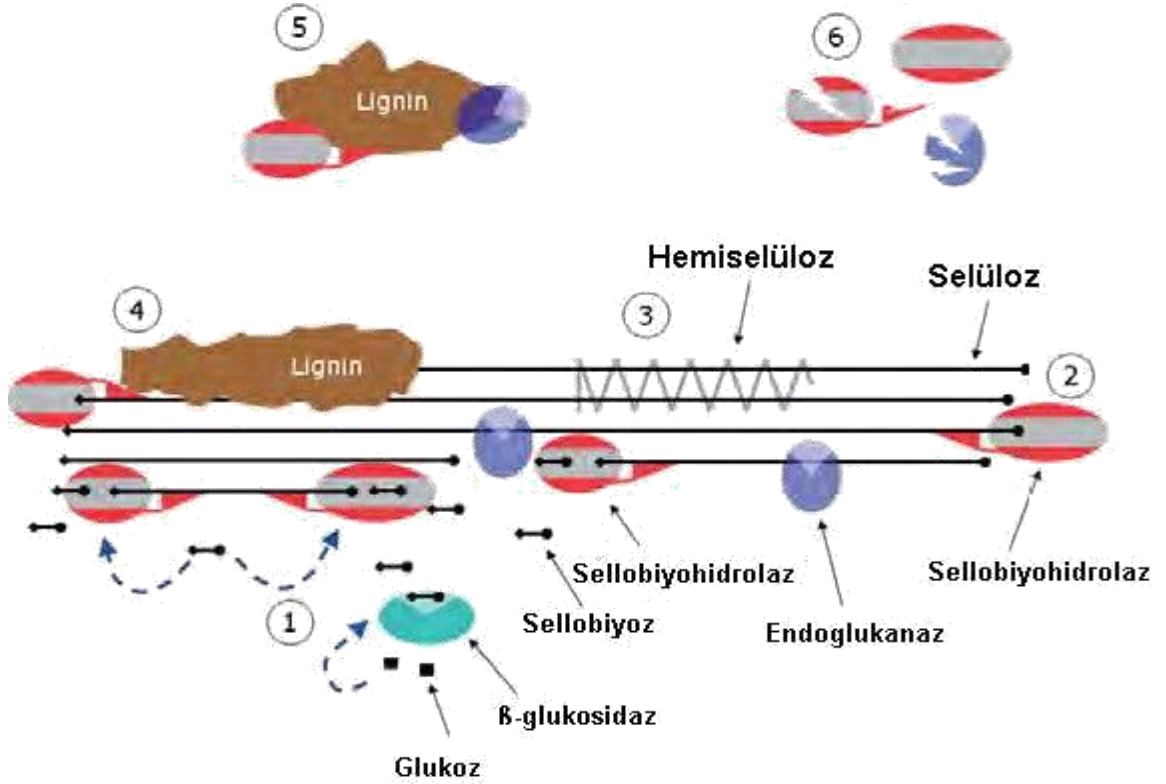
Enzim aktivite tayininde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Aktivite tayinlerinde genellikle ya kaybolan substrat miktarı ya da meydana gelen ürün miktarı tayin edilerek enzimlerin aktiviteleri ölçülür. Çoğunlukla hücredeki enzim proteinini tayin etmek çok zordur. Bunun yerine kaybolan substrat veya oluşan ürünü ölçerek enzim hakkında bir fikir sahibi olabiliriz. Bu iki elemanı belirleyen yöntemler ise; spektrofotometrik, monometrik, polarimetrik, kromatografik, elektrot, thunberg ve kimyasal tayin yöntemleri olarak sınıflandırılır. Enzim aktivite tayininde yöntem seçerken metodun pratik oluşuna ve kısa sürede yapılmasına, ayrıca hassas oluşuna da özen göstermek gerekir. Doğal ortamdan izole edilen suşlardan üretilen enzimlerinin karakterizasyonu gerçekleştirebilmek için bu enzimlerin; optimum aktivite sıcaklığı, optimum pH, pH stabilitesi ve sıcaklık stabilitesi analizleri gerçekleştirilmelidir. Enzim aktivitesinin belirlenmesinde kullanılan ünite kavramı; Bir mikromol substratı bir dakikada ve optimal koşullarda ürüne çeviren enzim miktarı olarak kabul edilir ve enzim üniteleri IU şeklinde gösterilir.

Spesifik Aktivite ise bir miligram proteinde bulunan enzim ünite sayısıdır ve ünite/mg protein olarak kabul edilmektedir. Buna göre spesifik aktiviteyi ((Spesifik Aktivite = Ünite / mg Protein) şeklinde formalizme edebiliriz (Özata ve Cengiz 2015).

Hidroliz, bir molekülün su ekleyerek parçalanması anlamına gelmektedir ve $[(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \rightarrow n C_6H_{12}O_6]$ formülü ile ifade edilebilir. Yem katkı maddesi olarak kullanılan enzimler ‘Hidrolaz’ sınıfına giren enzimlerdir LS doğada bakteri ve funguslar tarafından enzimatik hidrolizle parçalanır. LS’un parçalanmasında temel olarak selülaz, ksilanaz, peroksidaz ve lakkazlar rol oynarken β -ksilosidaz, α -L-arabinofuranosidaz, α -Dglukuronosidaz, asetil ksilan esteraz ve hidroksisinnamil asit esteraz gibi enzimlerde rol almaktadırlar (Topuz ve ark. 2007, Haliskaranfil ve Arıkan 2012).

Bitkilerin enzimatik hidrolizinde görev alan başlıca enzim grupları;

Selülazlar, selülozun glukozu enzimatik olarak parçalanmasında 3 farklı sınıf enzimin sinerjistik etkisi rol oynamaktadır. Bunlar Endo-1,4- β -glukanaz ya da 1,4- β -D-glukan 4-glukanohidrolazlar (EC.3.2.1.4) çözünür ya da çözünmez 1,4- β glukan substratlar üzerine etkilidir (β -1,4-glikozidik bağlara etki eder). Aktivitesi CMCaz (karboksimetilselülaz)’dan salınan redükte gruplar yardımıyla tespit edilir. Ekzo-1,4- β -D-glukanazlar ise hem 1,4- β -D-glukanlardan 1,4- β -D-glukozu serbest bırakan 1,4- β -D-glukan glikohidrolozları (EC.3.2.1.74) hem de 1,4- β -glukanlardan D-sellobiyozu koparan 1,4- β -D-glukan sellobiyohidrolazları (EC.3.2.1.91) içerir. 1,4- β -D glukan glikohidrolazlar aynı zamanda D-sellobiyozun yavaşça hidrolizini de katalizler. β -D glukozid glukohidrolazlar (EC. 3.2.1.21) glikozid dizileri, çözünür sellodekstrinler ve sellobiyozdan D-glukoz birimlerini koparır. β -glukosidaz ise sellobiyozu glukozu parçalar (Kıran ve ark. 2006). Selülazların hücre duvarı bileşenleri üzerine etkisi şekil 2.3. de verilmiştir.



Şekil 2. 3. Selülazlar

Literatürde selülaz enzimini üreten birçok mikroorganizma bulunmaktadır. Funguslardan; *Aspergillus niger*, *A. nidulans*, *A. oryzae*, *A. terreus*, *Fusarium solani*, *F. oxysporum*, *Humicola insolens*, *H. grisea*, *Melanocarpus albomyces*, *Penicilliumbrasilianum*, *P. occitanis*, *P. decumbans*, *Trichoderma reesei*, *T. longibrachiatum*, *T. harzianum*, *Chaetomium cellulyticum*, *C. thermophilum*, *Neurospora crassa*, *P. fumigosum*, *Thermoascus aurantiacus*, *Mucorcircinelloides*, *P. janthinellum*, *Paecilomyces inflatus*, *P. echinulatum*, *Trichoderma atroviride*, *Coniophora puteana*, *Lanzites trabeum*, *Poria placenta*, *Tyromycespalustris*, *Fomitopsis sp.*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Sporotrichum thermophile*, *Trametes versicolor*, *Agaricus arvensis*, *Pleurotus ostreatus*, *Phlebia gigantea*'dır. Selülitik aktiviteye sahip bakteriler ise; *Acinetobacterjunii*, *A. amitratus*, *Acidothermus cellulolyticus*, *Anoxybacillus sp.*, *Bacillus subtilis*, *B. pumilus*, *B. amyloliquefaciens*, *B. licheniformis*, *B. circulan*, *B. flexus*, *Bacteriodes sp.*, *Cellulomonas biazotea*, *Cellvibrio gilvus*, *Eubacterium cellulosolvans*, *Geobacillus sp.*, *Microbispora bispora*, *Paenibacillusn curdlanolyticus*, *Pseudomonas cellulosa*, *Salinivibrio sp.*, *Rhodothermus marinus*, *Acetivibrio cellulolyticus*,

Butyrivibrio fibrisolvens, *Clostridium thermocellum*, *C. cellulolyticum*, *C. acetobutylium*, *C. papyrosolvans*, *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus*' dur.

Endo-1,4-ksilanaz, temel olarak ksilan zincirindeki β -1,4 bağlarının kırılmasında rol oynar. Çoğu ksilanaz ekstraselülerdir, fakat periplazmik olan ksilanalara da rastlanılmıştır. Fizikokimyasal özelliklerine göre düşük moleküler ağırlıklı, bazik ve yüksek moleküler ağırlıklı, asidik olarak 2 gruba ayrılırlar. Farklı mikroorganizmalardan izole edilen enzimlerin optimum pH, sıcaklık ve tuzluluk istekleri farklıdır.

β -Ksilosidazlar, ksilanların etkin şekilde degradasyonunda endo-1,4-ksilanazla birlikte β -ksilosidazlar da rol oynamaktadır. β -ksilosidazlar (β -1,4-ksilosidaz, EC 3.2.1.37) ksilanazlar tarafından üretilen ya da ksilanların indirgenmemiş uçlarından salınan ksilobiyoz ya da kısa ksilooligosakkaritlerin hidrolizini sağlar. α -L-arabinofuranosidaz (EC. 3.2.1.55), ekzo enzim olup, ksilan ve diğer arabinoz içeren polisakkaritlerin yan zincirlerinden arabinoz kalıntılarının kesilmesini katalizler. α -D-glukuronosidaz (EC. 3.2.1.131), glukuronoksilanda bulunan ksiloz kalıntıları ve 4-O-metil glukuronik asit arasındaki bağları koparır. Bazıları yalnızca kısa ksilooligomerler ya da küçük moleküller üzerine aktivite gösterirlerken diğerleri polimerik ksilandan gilikoüronik asidin salınımını sağlayabilir. Mannanazlar, yumuşak odunlardan elde edilen hemiselülozların parçalanmasında önemli rol oynar. Mannanı parçalayan enzimler β -mannanaz (1,4- β -D-mannan mannohidrolaz, EC. 3.2.1.78), β -mannosidaz (1,4- β -D-mannopiranosid hidrolaz,

EC.3.2.1.2) ve β -glukosidazdır (1,4- β -D-glukosid glikohidrolaz, EC. 3.2.1.21). Mannan parçalanmasına yardımcı enzimler ise asetil mannan esteraz (EC. 3.1.1.6) ve α -glukosidaz (1,6- α -D-galaktosid galaktohidrolaz, EC. 3.2.1.22) dir. β -mannanaz endo enzimdir ve mannan omurgasındaki β -1,4 bağlarını koparır. Doğada endo-1,4- β -mannanaz, galaktomannan ana zincirini parçalayarak oligosakkaritleri ve mannobiyozu meydana getirir. Daha sonra ise 1,4- β -mannosidaz (EC. 3.2.1.25) aktivitesi ile mannoz serbest kalır. β -mannosidaz ise ekzo tip enzimdir ve mannosidler arasındaki β -1,4 bağlarını kopararak mannan ya da manno oligosakkaritlerin indirgenmemiş uçlarından mannozun serbest kalışını katalizler. β -glukosidaz ise ekzo tip enzimdir ve glukomannan ve galaktoglukomannandan β -mannanaz aktivitesi sonucu salınan oligosakkaritlerin indirgenmemiş uçlarında 1,4- β -D-glukopiranoz hidrolizi yapar. α -Galaktosidaz, galaktomannan ve galaktoglukomannanların α -1,6 bağlı D-galaktopiranosil yan zincirlerinin hidrolizini katalizler. Asetil mannan esterazlar galaktoglukomannanlardan

asetil gruplarının serbest kalmasını sağlar. Ferulik asit esterazlar (Feruloil esterazlar), (FAE, EC. 3.1.1.73), karboksilik ester hidrolazların grubudur ve ksilan ya da pektinlerin temel zinciri içindeki polisakkaritlerle monomerik ve dimerik ferulik asit arasındaki ester bağlarını koparır. Feruloil esterazlar fenolik şeker esterlerinin enzimatik sentezi için kilit moleküldür. Ferulik asit ester bağları arabinoksilanlar ile lignin arasında kurulan temel köprüdür. Ferulik asit ve arabinoz arasındaki bağları kopardığı için hemiselülozların ligninden ayrıştırılmasını sağlamak suretiyle bitki hücre duvarının parçalanmasında dolaylı rol oynar. Yüksek redoks potansiyelli peroksidazlar, daha çok bazı diyomisetler tarafından salınan yüksek redoks potansiyelli peroksidazlar lignin parçalanmasında merkezi rol oynar. Enzimatik yıkım olarak adlandırılan bu proseste lignini meydana getiren aromatik birimler, hidrojen peroksitin salınımıyla mangan peroksidaz, lignin peroksidaz gibi peroksidazlar tarafından okside edilir. Ligninperoksidaz ve mangan peroksidaz 1983-84'te *Phanerochaete chrysosporium*'dan izole edilmiştir ve dimerik lignin model bileşiklerini okside edebildikleri için bu enzimlere genel olarak ligninaz denilmiştir (Adıgüzel 2015).

Fosil yakıt kaynaklarının azalmasıyla, yenilenebilir yeni alternatif yakıt ve enerji kaynaklarının bulunmasına yönelik ihtiyaçlar artmış ve selülozlar ile diğer enzimler birlikte kullanılarak LS biokütlenin hidrolizi konusundaki araştırmalar son yıllarda artmıştır (Morgavi ve ark. 2001, Kıran ve ark. 2006, Haliskaranfi ve Arıkan 2012).

Enzimler insan ve hayvanlarda sindirimin tamamlanması için doğal olarak ihtiyaç duyulan proteinlerdir. Ruminantlarda enzimler hayvanın kendisi tarafından sindirim kanallarında doğal olarak bulunan mikroorganizmalar tarafından üretilir. Ruminantlarda mikrobiyal kaynaklı enzimatik sindirim hücre duvarı bileşimindeki kullanılmayan enerjinin açığa çıkmasını sağlayarak ruminant olmayan herbivor hayvanlara göre daha iyi bir sindirim sağlar. Böylece ruminantlar düşük besleme değerli bitki biokütlesini et, süt ve yün gibi değerli ürünlere çevirebilirler. Selülozun tükürük salgısını uyarması, rumen pH'sını tamponlaması ve uygun bir rumen ortamı sağlaması bakımından çok önemli rolleri olsa da kaba yemlerle tüketilen bürüt enerjinin ancak % 10 – 30'i yaşama payı ve verim için net enerjiye dönüştürülebilir. Ruminantlarda sindirim işlemleri %100 değildir ve birçok durumda ruminantların sindirim kanalında NDF sindirimi % 65 ve ruminal NDF sindirilebilirliği % 50'den azdır.

Uzun yıllardan beri ruminantlar için kaba yem konusundaki araştırmalar kaba yem kalitesini yükseltilmesi, yem kalitesinin belirlenmesi ve üretim verimliliğinin belirlenmesi konusunda yapılmıştır. Bütün bu çalışmalara rağmen hala kaba yemlerin sindirilebilirliğı ruminantların enerji alınıını engelleyen önemli bir faktördür ve kaçınılmaz olarak sindirilmeden gübre ve metan olarak (CH₄) çevreye atılır. Bu atmosferik CH₄ emisyonunun yaklaşık %37'sinin ruminantlar tarafından oluşmasını sağlar (Aboagye 2015).

Hayvan yemlerinde enzim kullanımının 4 temel nedeni bulunmaktadır; birçok yem hammaddesinin yapısında yer alan anti besinsel faktörleri parçalamak. Lif içeriğı yüksek bitkisel kaynaklı yemlerde, hayvanın kendi salgıladığı sindirim enzimleri ile sindiremediğı, lifle çevrili hücre duvarının içinde kalan nişasta, protein ve minerallerin yararlanılabilirliğinin artırmak. Yem hammaddesinin yapısında bulunan ancak hayvanların salgıladıkları kimyasal enzimler tarafından parçalanamayan spesifik kimyasal bağıları parçalayarak, daha fazla besin maddesini serbest hale geçirmek. Genç hayvanların sindirim sistemlerinin henüz tam olarak gelişmemesi nedeniyle yetersiz kalan endojen enzimlerine ilave yapmak ve bu yolla yemlerin sindirimine yardımcı olmaktır (Kalkan 2008).

Hücrelerde oldukça önemli metabolik görevleri olan enzimler, biyokimyasal reaksiyonları katalize eden protein yapısında moleküllerdir ve günümüzde çeşitli amaçlarla kullanılmak üzere gündelik ve ekonomik hayata girmiştir. Endüstrinin hemen her alanında kullanılan enzimler genellikle mikroorganizmalardan elde edilmektedir.

Çünkü mikroorganizma kaynaklı enzimlerin; katalitik aktivitelerinin çok yüksek olmaları, istenmeyen yan ürün oluşturmamaları, daha stabil ve ucuz olmaları, fazla miktarda elde edilebilmeleri gibi avantajları vardır. Ekstremofilik mikroorganizmalar; yüksek ve düşük sıcaklıklarda, pH değerlerinde (pH 0-3 veya pH 10-12) veya çok yüksek tuz konsantrasyonlarında (%5-30) yaşamak üzere adapte olmuşlardır. Bu koşullarda yaşayan bakterilerden elde edilen enzimler ekstrem pH ve sıcaklık koşullarına dayanıklı oldukları için endüstriyel alanda yoğun olarak kullanılmaya başlanmışlardır. Enzim teknolojisinin giderek gelişmesi, bu ürünlerin kullanım alanlarının çeşitliliğı ve ekonomik değerinin çok yüksek olması nedeniyle bioteknolojinin endüstriyel enzimler ile ilgili alanında yapılan çeşitli araştırmalar daha da önem kazanmaktadır. Selüloz, bitki biokütlesinin yaklaşık % 40'ını oluşturmaktadır. Yaklaşık 15000 glikoz biriminin β -1,4-

glikozidik bağlar ile linear bir şekilde bağlanması ile oluşur. Selülozun suya karşı yüksek çekiciliği olmasına rağmen, suda hiç çözünmez. Selüloz glikoza, en az üç farklı enzimin sinerjik çalışması ile hidrolize olabilir (Kıran ve ark. 2006).

Yem endüstrisinde de çiftlik hayvanları için kullanılan ticari enzimler mikrobiyal fermantasyon ürünleridir. Fermantasyon tamamlandığında enzim proteinleri kaynak organizma ve fermantasyon kalıntılarından ayrılır. Birçok durumda enzim ürünleri arasında kaynak organizma aynı olmasına rağmen üretilen enzimin tip ve aktivitesi seçilen organizma, besi yeri ve kullanılan kültür şartlarına göre geniş ölçüde farklılaşabilir. Bu enzim ürünleri yoğun ve saftır ve bunlar genellikle canlı hücre içermezler. Ruminant rasyonları için enzim ürünleri; Fungal (genelde *Trichoderma longibrachiatum*, *Aspergillus niger*, *A. oryzae*) ve Bakteriyel (genelde *Bacillus spp.*) orjinalidir. Bunlardan başka ruminantlar için yem katkısı olarak değerlendirilebilecek kullanılabilir ticari enzim ürünleri yem olamayan uygulamalar için üretilmiştir. Örneğin selülaz ve ksilanazlar kereste, kağıt, tekstil ve kimya endüstrisinde sıklıkla kullanılmaktadır. Ruminant rasyonlarında yem katkı maddesi olarak kullanılacak bazı fibrolitik enzim ürünleri ise orijinalinde silaj katkı maddesi olarak ortaya çıkmıştır. Ruminantlar için enzimle ilgili araştırmaların çoğunun odak noktası bitkisel hücre duvarını parçalayan enzimler olmuştur. Bitkilerde en büyük yapısal polisakkarit olan selüloz ve hemiselüloz, selülaz ve hemiselülaz enzimleriyle çözünebilir şekere dönüştürülebilir. Selülaz ve hemiselülazların tipleri ticari enzim ürünleri arasında oldukça farklı olabilir ve bu enzimlerin aktiviteleri bu ürünlerin hücre duvarı yıkılmasının yetersiz olması üzerine çok güçlü etkileri olabilir. Buna ek olarak selülozu parçalayan enzimlerin amilaz, proteaz ve pektinaz gibi ikincil enzim aktiviteleri de olabilir (Beauchemin ve ark. 2003). Ruminantlar için selülozu parçalayan enzimlerin katkı maddesi olarak kullanımı 1969'larda araştırılmaya başlanmıştır. Fakat bu araştırmalarda kullanılan ilk enzim preparatları iyi tanımlanıp karakterize edilmediği için deneme hayvanlarından elde edilen sonuçlar farklı olmuştur. Son on yıl içerisinde ise yüksek yem maliyetinden dolayı ruminantlar için enzim kullanımının potansiyeli konusu yeniden gündeme gelmiş ve araştırmalara konu olmuştur. Günümüzde daha düşük maliyetli, daha aktif ve iyi karakterize edilmiş enzim preparatlarının elde edilmesi mümkündür. Bununla birlikte zaman içerisinde gelişmiş ve değişmiş olan ticari enzim preparatlarının içeriği hakkında bilgi sağlamak çok zordur bu nedenle farklı araştırmalarda kullanılan ticari enzim

preparatlarının içindeki enzimlerin aynı olup olmadığı bilinmemektedir. Nitekim bu konuda yapılan bir araştırmada 22 ticari enzim preparatının protein konsantrasyonları, model maddeler üzerindeki enzim aktiviteleri ve hidrolitik kapasiteleri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda enzim preparatların farklı şekillerdeki etkilerinin farklı maddelere etkili olmaları, enzim-yem spesifitesine bağlanabileceği ve ticari enzim preparatlarının kullanılmadan önce çok iyi tanımlanması gerektiğini bildirmiştir (Colombatto ve ark. 2003). Diğer taraftan rumen ekosistemindeki proteolitik aktivite ile korunmamış ticari enzim preparatlarının hızlı bir şekilde inaktive edilebileceği ve son yıllarda daha stabil ticari preparatların piyasaya sürüldüğü de bildirilmektedir (Morgavi ve ark. 2001).

Konuyla ilgili yapılan araştırmalarda gelişmekte olan sığırların rasyonlarının yüksek düzeyde kaba yem içermesi durumunda ekzogen enzim ürünlerinin kullanılması olanakları araştırılmaktadır ve bu tür rasyonlara selülotik enzimlerin eklenmesinin selülozun sindirimini artırdığı konusunda bildirişler vardır. Birçok araştırmacı tarafından ekzogen selülatik enzimlerle ruminal enzimler arasında bir sinerjinin var olduğu da bildirilmektedir, fakat hala etki mekanizması tam olarak açıklanamamıştır (Colombatto ve ark. 2003).

Lewis ve ark. (1996) % 70 oranında çayır kuru otu içeren kaba yeme dayalı rasyonların sindirilebilirliği üzerine selülaz ve ksilaz içeren solüsyonların farklı metotlarla eklenmelerinin etkilerini belirlemek için yaptıkları araştırmada, kuru madde tüketimi ve NDF tüketimi üzerine muamelelerin etkisi önemli bulunmuştur. Kontrole kıyasla enzim eklenen gruplarda rumen pH'sı daha düşük, yemlemeden 16 saat sonraki toplam UYA konsantrasyonu daha yüksek, NDF'nin rumende parçalanmış miktarı daha fazla olduğu belirlenmiştir ($P<0.05$). Rumene doğrudan enzim eklenen grupla (grup 5) 2. ve 3. grup karşılaştırıldığında ise 8. ve 32. saatlerde kuru madde parçalanabilirliğinin daha düşük olduğu belirlenmiştir ($P<0.01$).

Rodriguez ve ark. (2002) nin yonca kuru otuna ve çavdar kuru otuna ekzogen fibrolitik enzim ilavesinin KM, OM, HP, NDF, ADF ve hemiselülozunun sindirimi ve tüketimi üzerine etkilerine yönelik araştırmada, yonca otuyla beslenen koyunkarın çavdar otuyla beslenenlere göre daha fazla KM ve OM tükettikleri, ADF tüketimi bakımından kuru otlar arasında farklılık gözlenmezken, NDF tüketiminin yonca grubunda daha düşük olduğu ($P<0.01$), enzim ilavesiyle yonca otunun HP, hemiselüloz ($P<0.05$) ve NDF ($P<0.01$) sindirilebilirliği ile UYA konsantrasyonunun arttığı ($P<0.05$) bildirilmiştir.

Bu araştırmanın sonuçları şunu göstermektedir ki; kaba yemlere doğrudan enzim eklenmesi kaba yemlerin sindirilebilirliğinin artırılması için önemli bir potansiyele sahiptir. Diğer taraftan yüksek düzeyde dane yem içeren rasyonlara selülotik enzim eklenerek yapılan araştırmaların sonuçları yüksek düzeyde kaba yem içeren rasyonlara enzim eklenmesi ile yapılan araştırma sonuçlarıyla mukayese edildiğinde daha uyumlu ve tutarlı sonuçlar elde edilmiştir.

Örneğin arpa ruminant rasyonlarının önemli bir bileşenidir. Arpa kuru madde ağırlığının % 15–20'sini oluşturan arpa kabukları yüksek düzeyde selüloz içermesinden dolayı % 19–20 NDF içerir. Arpanın sindirilebilirliği kabuklarından dolayı sınırlıdır. Arpa kabukları arpa samanından daha az sindirilme derecesine sahiptir. Ayrıca arpa kabukları ruminal bakterilerin daha sindirilebilir olan endospermine ulaşmalarını engelleyerek mikrobiyal sindirimi sınırlar. Bu tip rasyonlarda sellülotik enzimler arpanın sindirilebilirliğini artırmak amacı için kullanılabilir (Beauchemin ve Rode 1995, Lewis ve ark. 1996, Feng ve ark. 1996). Geviş getirme, tükürük üretimi ve rumen pH'sı yüksek düzeyde yoğun yem içeren rasyonlarla beslenen sığırlarda genellikle düşüktür. Bu gibi sebeplerden dolayı ve ekzogen fibrolitik enzimler yüksek düzeyde yoğun yem içeren rasyonlarla beslemede ortaya çıkan selüloz sindirimindeki düşüşün önlenmesi için kullanılabilir.

Krause ve ark. (1998) arpa danelerinin fibrolitik enzim karışımlarıyla muamelesinin sığırlarda geviş getirme, ruminal fermantasyon ve sindirilebilirliği üzerine etkilerini araştırmışlardır. Ayrıca bu araştırmada yoğun yem içeren rasyonlarla beslenen feedlot sığırları için kaba yem kaynağı olarak arpa silajı yerine arpa samanının kullanımı potansiyel faydaları da araştırılmıştır. Çünkü arpa samanı arpa silajına göre daha etkili bir selüloz kaynağıdır. Arpa silajı yerine arpa samanının kullanımı uzun lifler halinde daha fazla NDF sağlayarak geviş getirme süresini arttırarak tükürük salgısı miktarını arttırır. Araştırmada arpalara uygulanan enzim muamelesi şu şekilde olmuştur; arpa danelerine 15 l/ton su eklenerek bir gece yumuşatılırken 100 gr/l düzeyinde enzim solüsyonu ilave edilmiştir. Araştırma sonucunda arpanın enzimle muamelesinin sindirim kanalında ADF sindirilebilirliğini % 28 arttırdığı ve ruminasyon zamanını günde 1 saat uzattığı belirlenmiştir (P<0.05). Farklı rasyonların ruminal pH üzerine etkisi gözlenmemesine rağmen silajın samanla yer değiştirmesi ruminal asetat miktarı ve sindirim kanalında ADF sindirimini arttırmıştır (P<0.01). Araştırma sonucunda arpa temeline dayalı yüksek

düzyeyde dane yem içeren rasyonlarda fibrolitik enzim karışımının kullanılması selüloz sindirimini iyileştirebileceği söylenebilir. Diğer araştırmalar incelendiğinde (izelge 2.2.) katılan enzim miktarına bağlı olarak % 95 oranında arpa içeren rasyonlara enzim eklenmesi rasyonun sindirilebilirliğini artırıp yemden yararlanmayı % 6-12 oranında iyileştirdiğini bildiren araştırmalar vardır (Beauchemin ve ark. 1999). Iwaasa ve ark. (1997) ise KM sindirilebilirliğindeki artıştan dolayı yemden yararlanmanın olumlu yönde etkilendiğini bildirmiştir.

Çizelge 2.2. Yüksek düzeyde yoğun yem içeren feedlot bitirme rasyonlarına ticari enzim ürünleri eklenerek yapılan bazı araştırmaların sonuçları

Enzim Düzeyleri

	Kontrol	1.Enzim düzeyi	2.Enzim düzeyi	Fark
Beauchemin ve ark. 1999				
Hayvan Sayısı	10	9	-	-
Başlangıç Ağırlığı. (kg)	407	414	-	-
Km Tük (kg/gün)	9.99	9.53	-	% - 5
GCAA (kg/gün)	1.48	1.52	-	% 6
Yemden Yararlanma	7.11 ^e	6.33 ^d	-	% - 11
Iwaasa ve ark. 1997				
Hayvan Sayısı	10	10	10	-
Başlangıç Ağırlığı. (kg)	476	479	481	-
Km Tük (kg/gün)	10.6	9.8	9.8	% - 8
GCAA (kg/gün)	2.0	2.1	2.2	% 1
Yemden Yararlanma	5.2 ^g	4.9 ^g	4.6 ^f	% - 6-12
Kuru Madde Sin (%)	65.7 ^f	69.3 ^g	68.9 ^g	% 5
Beauchemin ve ark. 1995				
Hayvan Sayısı	86	101	-	-
Başlangıç Ağırlığı.(kg)	385 ^e	360 ^d	-	% - 6.5
Km Tük (kg/gün)	10.73	10.62	-	% - 1
Ağırlık Kazancı (kg)	172 ^e	188 ^d	-	% 9
GCAA (kg/gün)	1.40 ^e	1.53 ^d	-	% 9
Yemden Yararlanma	7.72	6.95	-	% - 11

d,e < 0.05, f,g < 0.10

McAllister ve ark. (1999) farklı bir ticari enzim preparatı kullanarak yaptıkları araştırmada hem kaba yemlere (% 30 çavdar silajı) hem de dane yemlere (%70 arpa) kuru madde bazında 3,5 l/ton oranında enzim eklenmesinin günlük canlı ağırlık kazancını %

10 oranında artırdığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte ZoBell ve ark. (2000) % 17 oranında kaba yem ve yüksek oranda arpa içeren feedlot bitirme rasyonlarında aynı enzim preparatının hiçbir etkisi olmadığını bildirmişlerdir.

Sonuç olarak; besi sığırı rasyonlarında selülotik enzim kullanımının potansiyel faydaları olmasına karşın et endüstrisi için enzim teknolojilerinin geliştirilmesi ve adaptasyonu çok yavaş ilerlemektedir. Çünkü enzim ürünleri antibiyotik ya da implant üretimiyle kıyaslandığında daha pahalıdır. Bununla birlikte besi endüstrisi için sınırlı sayıda enzim ürünü vardır.

Süt sığırlarında süt üretimi ve sindirilebilirlik üzerine dışarıdan eklenen fibrolitik enzimlerin etkisi birçok araştırmada incelenmiştir. Konuyla ilgili olarak yapılan 20 ayrı araştırma ve 41 farklı muamele ile elde edilen sonuçlar gözden geçirildiğinde; süt sığırlarının rasyonlarına enzim eklenmesi kuru madde tüketimini ortalama olarak $1,0 \pm 1,3$ kg/gün, süt veriminin ise ortalama olarak $1,1$ kg/gün $\pm 1,3$ düzeyinde etkilediği anlaşılmaktadır. Bu sonuçlar bize; farklı ticari enzim preparatları ve farklı deneme koşullarında gerçekleştirilen araştırmalardan elde edilen sonuçların genelde olumlu olduğu fakat varyasyonun çok yüksek olduğunu göstermektedir. Bazı araştırmalarda süt sığırlarının rasyonlarına enzim eklenmesiyle hayvanlardan çok olumlu sonuçlar alınmıştır.

Lewis ve ark. (1999) kaba yemleri selülaz / ksilaz karışım ile muamele etmişler ve erken laktasyondaki süt sığırlarının 6.3 kg/gün (%16) daha fazla süt ürettiklerini ve araştırmada kullanılan enzim preparatının çok yüksek ya da çok düşük düzeylerde rasyonlara eklenmesinin verim üzerine etkinliğinin daha az olduğunu bildirmişlerdir.

Rode ve ark. (1999) rasyonun yoğun yem kısmına enzim ekledikleri araştırmada ($1,3$ g/kg kuru madde bazında TMR'nuna) erken laktasyondaki süt sığırlarının süt verimlerinin $3,6$ kg/gün düzeyinde arttığını bildirmişlerdir ($P < 0.01$). Nitekim Yang ve ark. (1999)'da süt sığırlarının yoğun yemlerine enzim karıştırılmasının erken laktasyonda süt verimini 2 kg/gün (%5.9) artırdığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte bu gibi bazı araştırmada toplam harmanlanmış rasyonlara aynı ticari enzim preparatının eklenmesiyle olumlu sonuçlar elde edilmemiştir (Çizelge 2.3.).

Çizelge 2.3. Erken laktasyondaki süt sığırlarının rasyonlarına enzim eklenmesinin etkileri.

Lewis ve ark. 1999

Rode ve ark. 1999

Yang ve ark. 1999

	Kontrol	Düşük	Orta	Yüksek	Kontrol	EYY	Kontrol	EYY	TMR
KMT (kg/gün)	24.4 ^b	26.2 ^a	26.2 ^a	26.6 ^a	18.70	19.0	19.4	19.8	20.4
Süt V (kg/gün)	39.6 ^b	40.8 ^b	45.9 ^a	41.2 ^b	35.9 ^f	35.5 ^g	35.3 ^b	37.4 ^a	35.2 ^b
Süt Bileşimi (%)									
Yağ	3.99 ^a	3.83 ^{ab}	4.00 ^a	3.75 ^b	3.87 ^a	3.37 ^b	3.34	3.19	3.14
Protein	2.95 ^a	2.87 ^b	2.88 ^b	2.85 ^b	3.24	3.03	3.18	3.13	3.13
Laktoz	4.89 ^{ab}	4.91 ^{ab}	4.92 ^a	4.81 ^b	4.73 ^c	4.62 ^d	4.65	4.65	4.56
CAA (kg/gün)	-	-	-	-	-0.63	-0.60	0.15	0.04	0.14
KM Sin (%)	-	-	-	-	61.7 ^a	69.1 ^b	63.9 ^a	66.6 ^b	65.7 ^{ab}
NDF Sin (%)	-	-	-	-	42.5 ^a	51.0 ^b	42.6	44.3	45.9

a,b: p<0.05, c,d: p< 0.10, f,g:p<0.11, TMR: Toplam Miks Rasyon, CAA: Canlı Ağırlık Artışı (Kg/Gün/Baş), EYY: Enzim Eklenmiş Yoğun Yem, KMT: Kuru Madde Tüketimi

Çizelge 2.3.'ün incelenmesinden anlaşıldığı gibi ekzogen fibrilolitik enzimlerin ruminantlarda olumlu etkilerinin olduğu açıktır fakat olumsuz sonuçların alındığı araştırma şartlarının incelenmesi konunun açıklığa kavuşması bakımından çok önemlidir.

Ruminantlar için kullanılan ticari enzim ürünlerinin kullanılmadan önce tam olarak karakterizasyonunun yapılması bu ürünlerin bilimsel araştırmalarda kullanılarak geliştirilebilmesi için çok önemlidir. Nitekim, Colombatto D. ve ark. (2003) 22 farklı ticari enzim ürününün yonca kuru otu ve mısır silajından açığa çıkardığı (indirgediği) şeker miktarını belirlemiş ve bu verilere dayanarak farklı ticari enzim ürünlerinin protein konsantrasyonu, model maddeler üzerindeki enzimatik aktiviteleri ve hidrolitik kapasitelerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda yonca kuru otunda etkili olan enzimlerin stürüktürel yapıları parçalayarak sindirilebilir yapıların üzerindeki mikrobiyal kolonizasyonu geciktirdiğini ve rumende parçalanmayı artırdığını bildirmişlerdir. Diğer taraftan ekzogen enzimlerle ruminal enzimler arasında bir sinerji olduğunu bildiren birçok araştırmada olduğu gibi mısır silajında da bu sinerji ile kaba yemlerin rumende daha hızlı parçalandığını bildirmişlerdir. Günümüzdeki araştırmalarda

çoğunlukla enzimle muamele edilmiş kaba yemlerin silolanmadan sonraki etkileri incelenmiştir. Genellikle silolanamayan kaba yemlerin fibrolitik enzimlerle muamelesi konusunda çok az araştırma vardır. Özellikle kuru ot olarak hasat edilen ve kaba yem oranı yüksek rasyonlara doğrudan yem katkı maddesi olarak ekzogen fibrolitik enzimlerin etkilerini belirlemeye çalışacak araştırmalara ihtiyaç vardır. Nitekim Feng ve ark. (1999) 4x4 Latin kare deneme deseni kullanarak 4 rumen kanüllü öküz kullanarak çayır otuna fibrolitik enzim preparatlarının etkilerini belirlemeye çalışmışlardır.

Araştırma sonucunda yemlemeden önce enzimle muamelenin hasattan sonra enzimle muameleden daha etkin olduğu ve enzim muamelesinin rumende üretilen mikrobiyal fibrolitik enzimlerle birlikte selülotik kalıntıların şekere dönüşümüne yardımcı olduğu bildirilmiştir.

Nowak ve ark. (2003) kurudaki ineklerin rasyonlarına fibrolitik enzim eklenmesinin buğday samanı ve TMR'ın rumende kaybolan ADF, NDF ve KM üzerine etkisi ile KM'nin sindirilebilirliği üzerine etkilerini araştırılmışlardır. Enzim kompleksi 1 kg kuru maddede 8000 karboksil metil selülaz ve 20000 ksilenaz ünitesi içermiştir. Bunlar arpa temeline dayalı oluşan yoğun yem karmasına toz formunda katılmıştır. Rumendeki kayıp in situ yöntemlerle belirlenmiş bağırsaklardaki sindirilebilirlik ise mobil torba tekniğine göre belirlenmiştir. Ekzogen enzim eklenmesi buğday samanı ve TMR'den kaynaklanan kuru madde NDF ve ADF parçalanabilirliğini çok az etkilemiştir. Fibrolitik enzim inkübasyonun 4. ve 6. saatlerinde kuru madde NDF ve ADF parçalanabilirliğini artırmış fakat 12-24 saat gibi uzun inkübasyon sürelerinde düşürmüştür. Enzim kullanımı TMR ve buğday samanının KM sindirimini arttırmış fakat bu artış istatistik olarak önemli bulunmamıştır.

Sutton J. ve ark. (2003) tarafından yapılan bir araştırmada fibrolitik enzim ürünlerinin uygulama yöntemlerinin süt sığırlarında sindirim olayları ve süt üretimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Süt sığırlarına KM bazında % 57 kaba yem (3/1 Mısır silajı: Çim silajı) % 43 yoğun yem içeren TMR ad libitum olarak verilmiştir.

Araştırma sonucunda rasyonlara enzim eklenmesi ve muamele yöntemlerinin yem tüketimi ve süt verimi üzerine olumlu etkileri gözlenmezken kuru madde, organik madde ve nişastanın rumendeki sindiriminin rasyonlara enzim eklenmesinden etkilenmediği bildirilmiştir.

Bowman ve ark. (2003) yılında yaptıkları bir araştırmada fibrolitik enzim ürünlerinin yem tüketimi, çiğneme, tükürük salgısı ve rumen pH'sı üzerine etkileri 4x4 latin kare deneme düzeninde rumen kanülü bulunan 4 baş çoklu doğum yapmış ve 4 baş ilkinde doğum yapan süt

sığırı kullanmışlardır. Rasyonlar arpa, arpa silajı ve yonca silajından oluşmuş (kuru madde bazında %55 kaba yem, % 45 yoğun yem) ve enzim uygulamaları şu şekilde olmuştur:

1.Kontrol

2.Yoğun yeme enzim eklenmesi

3.TMR'na enzim eklenmesi (TMR'nun %4'ü düzeyinde)

4.Premikslere enzim eklenmesi (TMR'nun %0,2'si düzeyinde)

Enzim eklenmesi gün içerisinde çiğneme ve ruminasyon zamanını etkilememiştir. Muamelelerden etkilenmeksizin tüm gruplarda tükürük salgısı artmıştır. Çoklu doğum yapmış inekler tek doğum yapmışlara göre daha fazla yem tüketmelerine rağmen yem yemeye ayrılan süre ve hız aynı olmuştur. Tek doğum yapmış ineklerde çoklu doğum yapmışlara kıyasla ruminasyon daha kısa olmuş ve bunun sonucu olarak da gün içerisinde daha az ruminasyon gerçekleştirmişlerdir. Sonuçlar şunu göstermektedir ki fibrolitik enzim ürünlerinin uygulanması, yem tüketimi ve çiğnemeye bağlı olarak yemlerin fiziksel sitürüklerini iyileştirmişlerdir.

Bordeny ve ark. (2010) orta laktasyondaki 18 süt ineqi ile yaptıkları bir araştırmada TMR rasyonlarına 15 gr /gün /baş fibrolitik enzim eklenmesinin bazı kan parametreleri, süt verimi ve bileşimi üzerine etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. Süt ineklerinin rasyonlarına fibrolitik enzim eklenmesinin kandaki toplam protein ve glikoz miktarını kontrol grubuna göre sırasıyla 0.969 g/dl ve 7.47g/dl. artırdığını belirlemişlerdir (P<0.01). Diğer taraftan orta laktasyondaki süt ineklerinin süt verimlerinin 3.37 kg/gün/baş ve %4 YGDSV 5.35 kg/gün/baş olarak artış sağladığını (P<0.05, 0.01) bildirmişlerdir. Enzim eklenen gruplarda kan protein ve glikoz düzeyindeki artışın rumende özellikle protein ve organik madde sindirilebilirliğinin artışı ve rumenden mikrobiyal akışın artışıyla izah etmişlerdir. Enzim eklenmesi enerji verimliliğini artırmıştır. Ekzogen fibrolitik emzimler selüloz sindirimini artırarak TUYA içerisinde asetik asit oranını artırarak süt yağı sentezini artırmıştır.

Petersa ve ark. (2010) 6 adet çoklu doğum yapmış Holstein ırkı rumen ve düedonal kanüllü süt sığırı ile yaptıkları bir çalışmada, ticari bir ekzogen fibrolitik enzim ürününü (Roxazyme® G2) yemlemeden önce TMR'un kuru maddesine 6.2 ml/kg düzeyinde ekleyerek süt verimi ve kompozisyonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda süt sığırlarının TMR'lara enzim eklenmesinin süt verimi ve kompozisyonu üzerine etkilerinin istatistik olarak

önemli olmadığını belirlemişlerdir. Ve bu çalışmadaki bulgularında, çok sayıdaki literatürde bulunan farklı ve oldukça değişken sonuçlar ile uyum içerisinde olduğunu bildirmişlerdir.

Ortiz Rodeo ve ark. (2013) ruminant beslemede ekzogen enzim kullanılmasının süt verimi ve kimyasal yapısı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 29 araştırmada kullanılan 9 enzim ve 52 muamelen elde edilen sonuçların meta analizi sonucunda; farklı araştırmalarda ruminant rasyonlarına eklenen ekzogen enzimlerin süt verimi üzerine etkilerinin geniş bir varyasyon gösterdiğinden dolayı bu konunun tekrar gözden geçirilip incelenmesi gerektiğini bildirmişlerdir.

Adesogan ve ark. (2014) süt sığırlarının rasyonlarına farklı dozlarda fibrolitik enzim eklenerek yapılan 20 araştırmanın sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Karşılaştırmanın sonuçlarında süt sığırlarının rasyonlarına eklenen enzim miktarı arttıkça TUYA miktarında rakamsal bir artış olmasına rağmen farklılıkların genel olarak istatistikî olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Benzer sonuçlar asetik asit miktarı için de söz konusudur. Fakat propiyonik asit için ise kontrol grubuna göre rasyona eklenen enzim düzeyi arttıkça propiyonik asit miktarında da artış olduğu belirlenmiş ve bu artışın tüm araştırmalarda istatistik olarak önemli olduğu tespit edilmiştir.

Ruminantlarda yemden yararlanma ve verimliliği artırmada fibrilolitik enzimlerin önemli bir potansiyeli vardır. Süt sığırı ve besi sığırı rasyonlarına ticari ksilaz ve selülaz eklenmesi performanslarını büyük ölçüde arttırabilir. Rumen ortamının karışık yapısından dolayı enzimlerin etkilerini tam olarak belirlemek zordur. Genel olarak rumende selüozun hidrolizi üzerine ek bir etki gösterirler ve ekzogen enzimler rumendeki endojen enzimlerle birlikte sinerji oluştururlar. Bu teknolojinin gelişmesini sınırlayan en önemli faktörler yeni ürünler için uygun bir kontrol sisteminin olmayışı ve olumlu etkilerinin ortaya çıkması için spesifik enzim aktivitelerinin belirlenmesindeki güçlüklerdir (Rode ve ark. 2001).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Hayvan Materyali

Araştırma 06.01.2009 – 07.04.2009 tarihleri arasında Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde bazı özellikleri aşağıdaki Çizelge 3.1.'de belirtilen çoklu doğum yapmış 4 baş Holstein ırkı süt sığırlarıyla yürütülmüştür.

Çizelge 3.1. Araştırmada kullanılan süt sığırlarının canlı ağırlıkları ile buzağılama tarihleri.

Kulak No	Canlı Ağırlık, kg	Buzağılama Tarihi
3	580	15.09.2008
20	580	17.12.2008
27	570	25.10.2008
29	650	17.12.2008

Hayvanların ahırdaki yerleri ve dönemlere göre verilecek Toplam Miks Rasyonlar (TMR= Total Mixed Ration) kurayla belirlenmiş ve araştırmada 10 gün süren alıştırmaya döneminden sonra 21 gün süren deneme (esas) döneminde elde edilen bulguların değerlendirilmesi yapılmıştır. Denemede kullanılan süt sığırlarının besin madde gereksinimleri NRC 2001 (Anonymous 2001)' e göre belirlenmiş ve denemede kullanılan süt sığırlarına TMR' lar *ad libitum* düzeyde verilmiştir. Hayvanların su gereksinimleri ahır içerisinde otomatik suluklardan karşılanmış ve hayvanların gün içerisinde kendilerine ayrılan padoklarda gezinmeleri sağlanmıştır.

Ayrıca herhangi bir sağlık problemiyle karşılaşılması durumu göz önünde tutularak benzer özellikteki iki adet süt sığırları deneme süresince yedekte bulundurulmuş ve deneme süresince hayvanların tüm sağlık kayıtları ve kullanılan ilaçlar kayıt altına alınmıştır.

3.1.2. Yem Materyali

Verim denemesinin gerçekleştirilmesi için kullanılacak hayvanlara TMR'lar *ad libitum* düzeyde değişik enzim dozlarıyla (0, 10, 20, 30 g/gün/baş) birlikte verilmiştir. Ayrıca deneme süresince kullanılan rasyonda farklı bir yem katkı maddesi kullanılmamıştır. Araştırmada

kullanılan TMR' nun kaba/yoğun yem oranları % 60/40 olacak şekilde hazırlanmış olup, yapısı ve ham besin maddeleri içerikleri Çizelge 3.2. ve 3.3. da verilmiştir.

TMR'ların Metabolik Enerji içerikleri.'de Anonim 2009'da belirtilen formüle göre, Net Enerji Laktasyon içerikleri Anonin 2016 a'da belirtilen formüle göre hesaplanmıştır.

Çizelge 3.2. Araştırmada kullanılan TMR'ların içeriği

TMR İçeriği	100 kg TMR İçeriği
Yoğun Yem	40
Fiğ Kuru Otu	15
Yonca Kuru Otu	15
Mısır Silajı	30
Toplam	100

Çizelge 3.3. Araştırmada kullanılan TMR ın ham besin madde içerikleri

Ham Besin Maddeleri	Verilen TMR Ham Besin Maddeleri (%)	% KM de Ham Besin Maddeleri
Kuru Madde	53.74	100
Ham Protein	7.74	14.40
Ham Yağ	1.93	3.58
Ham Kül	5.15	9.57
Ham Selüloz	11.22	20.88
N'suz Öz Maddeler	27.70	51.57
Asit Deterjan Lif	14.07	26.19
Asit Deterjan Lignin	2.33	4.35
Nötr Deterjan Lif	26.14	48.64
Ca	0.48	0.90
Na	0.75	0.14
P	0.20	0.37
Metabolik Enerji (kcal/kg)	1234	2296
NEL (kcal/kg)	790	1470

*Rasyona 1 kg düzeyinde ilave edilen premiksin her kg'da Vitamin A:10 000 0000 IU/kg, Vitamin D₃: 2 000 000 IU/kg, Vitamin E: 30 000 mg/kg, Fe: 50 000 mg/kg, I: 800 mg/kg, Cu:10 000 mg/kg,Mn: 52 000 mg/kg, Zn: 50 000 mg/kg, Se: 150 mg/kg, Ca: 48 000 mg/kg, P: 36 000 mg/kg düzeyinde bulunmaktadır.

3.1.3. Enzim Materyali

Araştırmada kullanılan enzim materyali *Aspergillus Niger* ve *Trichoderma Longibachiatum* fermantasyon ürünü olup % 88 KM de en az 300 CMCaz / g Selülaz enzimi içeren bir preparattır (FORAGEZYME[®]) ve temin edilen firmanın süt sığırları için önerdiği miktar 20 g / gün düzeyindedir.

3.2. Yöntem:

Araştırma 4x4 Latin kare desenine göre planlanmıştır. Deneme 10 gün alıştırma (ön) ile 21 gün deneme dönemi olmak üzere her biri 31 gün süren 4 ardışık dönemde yürütülmüştür. Bu amaçla TMR'lara aşağıda belirtilen şekilde enzim eklenmiştir;

- 1.TMR (Kontrol)
- 2.TMR + 10 g enzim /gün/baş
- 3.TMR + 20 g enzim /gün/baş
- 4.TMR + 30 g enzim /gün/baş

Çizelge 3.4. 4x4 Latin kare deneme desenine göre uygulanan yemleme planı

Dönemler/İnekler	3	20	27	29
1. Dönem	0	10	30	20
2. Dönem	30	0	20	10
3. Dönem	20	30	10	0
4. Dönem	10	20	0	30

Deneme süresince her ineğin her dönemdeki yem ve KM tüketimleri 10 gün süren ön dönemin 8. 9. ve 10. günlerinde belirlenmiş ve belirlenen bu KM tüketim miktarlarının değeri 21 gün süren deneme döneminin ilk haftasındaki KM tüketim miktarları olarak kabul edilmiştir. Aynı şekilde 21 gün süren deneme döneminin 1. ve 2. haftasının 5. 6. ve 7. günlerinde belirlenen yem tüketim miktarlarından hesaplanan KM tüketim miktarlarının ortalama değeri bir sonraki haftanın KM tüketim miktarları olarak kabul edilmiştir. Deneme süresince ineklere TMR ad libitum düzeyde verilmiştir. Denemede planlanan enzim miktarlarının inekler tarafından tamamen tüketildiğinden emin olmak için deneme süresince enzimler her gün saat 14.00'de yarım litre içme suyu ile karıştırılarak ağız yoluyla ineklere içirilmiştir. Kuru madde analizi için örnekler verilen yemler ve yemliklerde artan yemler her inek için her dönemde ayrı ayrı toplanmış ve KM analiz sonuçlarına göre o dönemdeki KM tüketim miktarları belirlenmiştir. Ayrıca her dönemde verilen ve artan yemlerden örnek alınarak naylon torbalar içerisinde derin dondurucuda (-18⁰C) kimyasal analizler için saklanmıştır.

Deneme yemlerinin sütün bileşimine ve rumen UYA leri üzerine etkilerini saptamak amacıyla 21 günlük deneme döneminin 1. 10. ve 20. günlerinde rumen sıvısı örnekleri ve her inekten sabah ve akşam sağimlarında alınan 0,5 L süt örnekleri alınarak ayrı ayrı cam kavanozlara konulmuş ve derin dondurucuda (-18⁰C) saklanmıştır.

3.2.1. Yemlerde Kimyasal Analizler

Araştırmada kullanılan yemlerde KM analizleri, T.C. Resmi Gazete Sayı 14987 (1974), Ham protein analizleri, AOAC Official Method 990.03 (Anonymous 2002), Ham yağ analizleri, Commission Regulation (EC) No 152/2009 (Anonymous 2009), Ham selüloz analizleri, AOAC Official Method 962.09 (Anonymous 1998), Ham Kül analizleri, TS ISO 5984 (Anonymous 2009), Azotsuz Öz Maddeler Tayini, 25.08.1974 tarih ve 4 nolu sayfalı Resmi Gazete, ADF, ADL ve NDF analizleri, TS EN ISO 13906 (Anonymous 2009), Toplam fosfor analizleri Commission Regulation (EC) No 152/2009 (Anonymous 2009) ve Kalsiyum ve Sodyum analizleri Anonymous 2007'ye göre yapılmıştır.

3.2.1.1. TMR nın Metabolik ve Net Enerji Laktasyon Hesabı

Ruminantlar için yem maddelerinde metabolik enerji (ME), kg organik maddede (OM) kcal olarak (Anonim 2009),

$ME (kcal/kg OM) = 3260 + (0.455 \times HP) + (3.517 \times HY) - (4.037 \times HS)$ formülü ile hesaplanmıştır.

HP: Kilogram organik maddede ham protein (g),

HS: Kilogram organik maddede ham selüloz (g),

HY: Kilogram organik maddede ham yağ (g)' dir.

Net Enerji Laktasyon içeriği ise (mcal/kg/km) olarak ,

$NE_L (mcal/kg) = 2.105 + 0.00086\% HP - 0.0247\% ADF$ (Anonim 2016)'ya göre hesaplanmış ve kcal çevrilmiştir.

NE_L: Net Enerji Laktasyon (mcal/kg/km)

HP: Ham Protein

ADF: Asit Deterjanda Çözünmeyen Lif

3.2.2. Rumen Sıvısında Toplam Uçucu Yağ Asitleri Analizi

Rumen sıvısındaki toplam UYA leri gaz kromatografisi yöntemi ile belirlenmiştir.

Analize hazırlanmış olan 5 ml rumen sıvısı 15 ml'lik santrifüj tüpüne konulduktan sonra

üzerine 1 ml % 25'lik metafosforik asit eklenerek 30 dakika bekletilmiş, daha sonra tüp içeriği 3.000 r.p.m. de 10 dakika süre ile santrifüj edilmiş ve hazırlanan materyal uygun koşullardaki gaz kromotoğrafi cihazına enjekte edilmiştir. Kısa zincirli yağ asitlerinin miktarı standart çözeltilerdeki organik asitlerden elde edilen pik alanlarına göre örneklerin pik alanları mukayese edilerek belirlenmiştir (Anonymous 1996 a).

3.2.3. Süt Analizleri

Sütlerin KM, HK ve HY analizleri Oysun (1991)'e göre yapılmıştır.

Sütlerde protein analizleri ise AOAC Official Method 990,03 (2002) 'ye göre yapılmıştır. Süt numuneleri, tartımdan önce karıştırılarak homojenizasyonu sağlanmıştır.

Deney numunesi, yüksek sıcaklıkta (850-950⁰C) saf oksijenle (%99,9) yakılması sonucu açığa çıkan azotun, helyum gazı ile ısı iletim detektörüne taşınıp ölçülmesi ve 6,38 protein faktörü ile çarpılarak % protein olarak hesaplanmıştır.

% 4 YGDSV'ise,

% Yağlı Süt = 0.4M+15 x YO. formülüne göre hesaplanmıştır (Canbolat 2015).

M: Süt Miktarı, L

YO: M miktarındaki sütte yağ miktarı

3.2.4. İstatistik Analizler

Deneme sonuçlarının değerlendirilmesinde Latin Kare deneme tekniğinden yararlanılarak varyans analizi yapılmış ve rasyonlar arası farklılığın önemi ise LSD Student's t testi ile belirlenmiştir (Turan 1995). Söz konusu araştırmada 4x4 Latin karesi veri tablosundaki tanımlardan yararlanarak, verileri, sıra, sütun ve muamele toplam ve ortalamaları tanımlanmıştır.

Muamele=sıra=sütun sayısı=a olan bu denemede, i=muamele numarası, j=dönem numarası ve k=İnek numarası olarak gösterilmiş, (i,j,k=1...a) , j ninci dönem ve k ninci İnek yer alan i ninci muameleye ait veri, $X_{jk(i)}$ = veri şeklinde belirlenmiştir.

Dönem, inek ve muamele toplam ve ortalamaları, genel toplam ve ortalama aşağıda olduğu gibi tanımlanmıştır.

$$X_{j.(.)} = \text{Dönem toplamı (j ninci sıranın toplamı)}$$

$$\bar{X}_{j.(.)} = \text{Dönem ortalaması (j ninci sıranın ortalaması)}$$

$$X_{.k(.)} = \text{İnek toplamı (k ninci sütun toplamı)}$$

$$\bar{X}_{.k(.)} = \text{İnek ortalaması (k ninci sütun ortalaması)}$$

$$X_{..(i)} = \text{Muamele toplamı (i ninci muamele toplamı)}$$

$$\bar{X}_{..(i)} = \text{Muamele ortalaması (i ninci muamele ortalaması)}$$

$$X_{..(.)} = \text{Genel toplam}$$

$$\bar{X}_{..(.)} = \text{Genel ortalama}$$

Gözlenen değer = Genel ortalama + Dönem etkisi + İnek etkisi + Muamelenin etkisi + Hatanın etkisi.

$$X_{jk(i)} = \bar{X}_{..(.)} + R_j + C_k + T_i + e_{jk(i)}$$

modeli şeklinde tanımlanmıştır. Burada R_j =Dönem etkisi, C_k =İnek etkisi, T_i =Muamelelerin etkisi ve $e_{jk(i)}$ =hata etkisidir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. İneklerin Günlük Ortalama TMR ve Kuru Madde Tüketimleri

Denemenin esas döneminde saptanan TMR ve KM tüketimleri Çizelge 4.1. 'de, bu değerlerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2. ve 4.4.'de, dönem, inek ve enzim düzeyine göre ortalamalar ise Çizelge 4.3. ve 4.5.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. İneklerin günlük ortalama TMR ve KM tüketimleri (kg/gün/baş)

Dönemler	İnekler	Dozlar	TMR tüketimi (kg/gün/baş)	KM tüketimi (kg/gün/baş)
1	3	0	18.55±0.731	9.52±0.883
1	20	10	19.30±0.539	9.88±0.243
1	27	30	18.78±0.334	9.64±0.170
1	29	20	20.35±0.497	10.44±0.253
2	3	30	20.90±0.535	10.82±0.244
2	20	0	22.10±0.938	11.32±0.713
2	27	20	20.82±0.961	10.76±0.616
2	29	10	22.50±0.863	11.69±0.489
3	3	20	23.35±0.802	12.15±0.417
3	20	30	23.32±0.134	12.19±0.064
3	27	10	23.42±0.130	12.73±0.233
3	29	0	24.65±0.619	12.58±0.158
4	3	10	24.62±0.415	12.97±0.112
4	20	20	24.52±0.402	12.82±0.208
4	27	0	26.94±0.329	13.76±0.316
4	29	30	26.65±0.287	13.94±0.151

Çizelge 4.2. İneklerin günlük ortalama TMR tüketimleri varyans analiz tablosu

	SD	KT	KO	F
Dönemler	3	91.903	36.634	67.39**
İnekler	3	6.58	2.016	4.26
Dozlar	3	1.77	0.492	1.79
Hata	6	2.737	0.560	-
Genel	15	102.176	-	-

**($P < 0.01$)

Çizelge 4.3. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre TMR tüketim ortalamaları (kg/gün/baş).

Dönemler	\bar{X}	İnekler	\bar{X}	Dozlar	\bar{X}
1	19.245 ^a	3	21.857	0	23.060
2	21.581 ^b	20	22.312	10	22.462
3	23.687 ^c	27	22.490	20	22.262
4	25.683 ^d	29	23.537	30	22.412

LSD(0.05):1.16, (a,b,c,d < 0.01)

Çizelge 4.4. İneklerin günlük ortalama kuru madde tüketimi varyans analiz tablosu

	SD	KT	KO	F
Dönemler	3	19.491	6.497	16.120*
İnekler	3	2.950	0.983	2.440
Dozlar	3	1.319	0.439	1.091
Hata	6	2.418	0.403	-
Genel	15	26.180	-	-

*($P < 0.05$)

Çizelge 4.5. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre KM tüketim ortalamaları (kg/gün/baş).

Dönemler	\bar{X}	İnekler	\bar{X}	Dozlar	\bar{X}
1	9.869 ^a	3	11.364	0	11.045
2	11.148 ^b	20	11.555	10	11.818
3	12.414 ^c	27	10.972	20	11.544
4	12.621 ^c	29	12.162	30	11.645

LSD(0.05):1.093, (a,b,c< 0.05)

Deneme süresince ineklerin ortalama TMR tüketimleri ve KM tüketimleri bakımından farklı enzim dozları ve inekler arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmamış, buna karşın dönemler arası farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0.01).

Dönemler arası farklılık laktasyonun ilerlemesi ile süt verimindeki artışa paralel olarak yem tüketimi ve KM tüketiminin artışından kaynaklanmış olduğu söylenebilir. Nitekim dönemlere göre süt verimindeki artış sırasıyla; 25.041, 26.232, 26.762 ve 27.237 kg/gün/baş olarak tespit edilmiş ve dönemlere göre ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0.01). Bu sonuçların Lewis ve ark. (1996), Rode ve ark. (1999) ve Rodriguez ve ark. (2002) bildirimleri ile uyum içerisinde fakat Yang ve ark. (2000) ve Sutton ve ark. (2003) bildirimleri ile farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

4.2. İneklerin Günlük Ortalama ve %4 Yağa Göre Düzeltilmiş Süt Verimleri

Denemenin esas döneminde saptanan günlük ortalama süt verimleri ve % 4 yağa göre düzeltilmiş süt verimleri Çizelge 4.6.'de, bu değerlerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7. ve 4.9 'da, dönem, inek ve enzim düzeyine göre ortalamalar ise Çizelge 4.8. ve 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. İneklerin günlük ortalama ve %4 yağa göre düzeltilmiş süt verimleri (kg/gün/baş)

Dönemler	İnekler		Süt Verimleri (kg/gün/baş)	
	1	2	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
1	3	0	24.18±0.286	24.87±2.348
1	20	10	24.32±1.154	24.98±1.452
1	27	30	26.35±3.102	26.51±4.438
1	29	20	25.32±2.389	25.96±2.245
2	3	30	27.42±1.607	27.89±1.674
2	20	0	24.18±1.538	23.37±1.566
2	27	20	26.73±3.616	26.06±3.624
2	29	10	26,60±2.597	27.08±2.819
3	3	20	27.60±1.377	28.87±1.334
3	20	30	27.38±1.486	28.66±1.687
3	27	10	26.35±3.153	27.48±3.269
3	29	0	25.72±2.644	26.99±2.766
4	3	10	27.15±1.193	27.48±1.063
4	20	20	27.92±1.424	29.20±1.405
4	27	0	26.38±2.522	27.58±2.581
4	29	30	27.50±2.572	28.76±2.906

Çizelge 4.7. İneklerin günlük ortalama süt verimi varyans analiz tablosu

	SD	KT	KO	F
Dönemler	3	10.721	3.573	13.155*
İnekler	3	0.914	0.304	1.121
Dozlar	3	10.180	3.393	12.491*
Hata	6	1.630	0.271	-
Genel	15	2.447	-	-

*(P< 0.05)

Çizelge 4.8. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre süt verimi ortalamaları (kg/gün/baş).

Dönemler	\bar{X}	İnekler	\bar{X}	Dozlar	\bar{X}
1	25.041 ^a	3	26.587	0	25.112 ^a
2	26.232 ^b	20	25.947	10	26.103 ^b
3	26.762 ^{bc}	27	26.451	20	26.895 ^{bc}
4	27.237 ^c	29	26.287	30	27.162 ^c

LSD(0.05):0.896, (a,b,c< 0.05)

Çizelge 4.8. incelendiğinde günlük ortalama süt verimleri bakımından dönemler ve dozlar arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Çizelgeden de anlaşılacağı gibi. TMR'lara eklenen enzim düzeyi arttıkça süt verimlerinde paralel olarak artış gözlenmiştir. Kontrol gurubuna (25.112 kg/gün/baş) göre 10, 20, 30 gr/gün/baş düzeyinde enzim eklenen gurupların ortalamaları arasındaki farklılık sırası ile 0.991 kg/gün/baş (% 3.95), 1.783 kg/gün/baş (% 6.92) ve 2.050 kg/gün/baş (% 8.16) düzeyinde artış göstermiş ve bu artış istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0.05).

Çizelge 4.9. İneklerin günlük %4 yağa göre düzeltilmiş süt verimi varyans analiz tablosu

	SD	KT	KO	F
Dönemler	3	20.043	6.681	8.869
İnekler	3	1.331	0.437	0.589
Dozlar	3	12.960	4.320	5.735
Hata	6	4.519	0.753	-
Genel	15	38.854		-

Çizelge 4.10. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre % 4 YGDSV ortalamaları (kg/gün/baş).

Dönemler	\bar{X}	İnekler	\bar{X}	Dozlar	\bar{X}
1	25.582	3	27.279	0	25.704
2	26.347	20	26.553	10	26.755
3	28.000	27	27.160	20	27.774
4	28.258	29	27.196	30	27.954

Çizelge 4.10 da görüldüğü gibi günlük ortalama ve %4 yağa göre düzeltilmiş süt verimleri bakımından inekler, dönemler ve dozlar arasındaki farklılık istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. TMR'lara eklenen enzim düzeyi arttıkça %4 yağa göre düzeltilmiş süt verimlerinde paralel olarak artış gözlenmiştir. Bu değerler kontrol gurubuna (25.704 kg/gün/baş) göre 10, 20, 30 kg/gün/baş düzeyinde enzim eklenen grupların ortalamaları arasındaki farklılık sırasıyla; 1.051 kg/gün/baş (%3.08), 2.070 kg/gün/baş (%8.05) ve 2.250 kg/gün/baş (%8.75) düzeyinde artış göstermiş fakat bu rakamsal artış istatistik olarak önemli bulunmamıştır.

Bu sonuçlar Lewis ve ark. (1996), Role ve ark. (1999) ve Beauchamin ve ark. (2003) bildirimleriyle farklılık göstermesine rağmen ve Sutton ve ark. (2003) bildirimleriyle uyum içerisinde bulunmuştur.

4.3. Sütte Kuru Madde, Yağ, Protein ve Kül Oranları

Denemede farklı enzim düzeylerinin (0 Kontrol, 10 , 20 ve 30 g/gün/baş) sütte kuru madde, yağ, protein ve kül oranlarına olan etkisi saptanmak amacıyla deneme döneminin 1., 10. ve 20. günlerinde alınan süt örneklerinde yapılan analizler sonucu elde edilen bulgular Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Sütte kuru madde, yağ, protein ve kül oranları (%).

Dönemle r	İnekler	Dozlar	Kuru Madde	Yağ	Protein	Kül
			$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
1	3	0	12.64±0.286	4.09±0.320	2.64±0.328	0.67±0.027
1	20	10	13.00±0.666	4.00±0.346	3.04±0.183	0.69±0.029
1	27	30	12.82±0.436	4.14±0.291	3.39±0.156	0.72±0.054
1	29	20	13.328±0.395	4.36±0.327	3.35±0.249	0.68±0.038
2	3	30	13.37±0.264	4.25±0.093	3.49±0.135	0.69±0.023
2	20	0	12.86±0.422	4.02±0.215	3.20±0.434	0.68±0.050
2	27	20	12.28±0.323	4.07±0.160	3.36±0.244	0.69±0.019
2	29	10	12.98±0.114	4.12±0.105	3.25±0.086	0.68±0.037
3	3	20	13.33±0.346	4.30±0.170	3.31±0.542	0.69±0.025
3	20	30	13.37±0.320	4.36±0.241	3.38±0.045	0.73±0.068
3	27	10	11.93±0.368	4.32±0.236	3.49±0.309	0.70±0.018
3	29	0	12.84±0.566	4.20±0.195	3.49±0.086	0.70±0.019
4	3	10	13.52±0.270	4.33±0.155	3.10±0.180	0.72±0.029
4	20	20	12.63±0.684	4.28±0.072	3.42±0.266	0.74±0.039
4	27	0	12.82±0.516	4.16±0.116	3.03±0.289	0.70±0.016
4	29	30	12.35±0.178	4.50±0.209	3.22±0.211	0.72±0.029

4.3.1. Sütte Kuru Madde Oranları

Farklı enzim düzeylerinin (0 , 10, 20 ve 30 g/gün/baş) sütte kuru madde oranlarına etkisi bakımından yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12.'de ve dönem, inek ve dozlar bakımından ortalamaları ise Çizelge 4.13.'de verilmiştir.

Çizelge 4.12.. Süt kuru madde oranı varyans analiz tablosu

	SD	KT	KO	F
Dönemler	3	0.0283	0.009	0.033
İnekler	3	1.174	0.391	1.382
Dozlar	3	0.074	0.024	0.088
Hata	6	1.698	0.283	-
Genel	15	2.9760	-	-

Çizelge 4.13. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre süt KM ortalamaları (%).

Dönemler	\bar{X}	İnekler	\bar{X}	Dozlar	\bar{X}
1	12.945	3	13.216	0	12.790
2	12.874	20	12.965	10	12.857
3	12.869	27	12.463	20	12.889
4	12.828	29	12.873	30	12.980

Çizelge 4.13.'deki veriler incelendiğinde TMR'lara eklenen enzim düzeyi arttıkça sütte KM oranı kontrol grubuna (%12.79) göre 10, 20 ve 30 g/gün/baş enzim düzeyi için sırasıyla; % 0.07 (%0.55), % 0.11 (%0.86) ve % 0.19 (%1.48) rakamsal artış göstermiş fakat farklılıklar dozlar, inekler ve dönemler için istatistik olarak önemli bulunmamıştır.

4.3.2. Sütte Yağ Oranları

Farklı enzim düzeylerinin (0 , 10, 20 ve 30 g/gün/baş) süt yağı üzerine etkisini incelemek bakımından yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14.'de, dönem, inek ve dozlar ortalamaları ise Çizelge 4.14.'de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Süt yağ oranı varyans analiz tablosu

	SD	KT	KO	F
Dönemler	3	0.127	0.042	6.201
İnekler	3	0.044	0.014	2.172
Dozlar	3	0.083	0.027	4.097
Hata	6	0.0409	0.006	-
Genel	15	0.296	-	-

Çizelge 4.15. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre süt yağ oranı ortalamaları (%)

Dönemler	\bar{X}	İnekler	\bar{X}	Dozlar	\bar{X}
1	4.145	3	4.244	0	4.117
2	4.115	20	4.165	10	4.193
3	4.294	27	4.172	20	4.250
4	4.318	29	4.292	30	4.313

Çizelge 4.15.'deki veriler incelendiğinde TMR'lara eklenen enzim düzeyi arttıkça sütte yağ oranı kontrol (%4.11) gurubuna göre rakamsal artış eğilimi göstermesine rağmen 10, 20 ve 30 g/gün/baş için sırasıyla; % 0.08 (%1.94), % 0.13 (%3.15) ve %0.19 (%4.15) dozlar, dönem ve inek ve ortalamaları arasındaki farklılıklar istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Bu sonuçlar Lewis ve ark. (1999) ve Yang ve ark. (2000) ile uyum içerisinde fakat Rode ve ark. (1999) ile farklılık göstermektedir.

4.3.3. Sütte Protein Oranları

Süt protein oranlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16.'de, dönem, inek ve enzim düzeyine göre ortalamaları Çizelge 4.17.'de verilmiştir.

Çizelge 4.16. Süt protein varyans analiz tablosu

	SD	KT	KO	F
Dönemler	3	0.311	0.104	3.774
İnekler	3	0.109	0.036	1.131
Dozlar	3	0.256	0.085	3.106
Hata	6	0.165	0.055	-
Genel	15	0.843	-	-

Çizelge 4.17. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre süt proteini ortalamaları (%)

Dönemler	\bar{X}	İnekler	\bar{X}	Dozlar	\bar{X}
1	3.467	3	3.347	0	3.089
2	3.343	20	3.316	10	3.219
3	3.193	27	3.308	20	3.359
4	3.103	29	3.136	30	3.370

Çizelge 4.17. incelendiğinde, sütte KM ve yağ oranların da olduğu gibi TMR'lara eklenen enzim düzeyi arttıkça sütte protein oranında kontrol (% 3.08) göre rakamsal artış eğilimi göstermesine rağmen 10, 20 ve 30 g/gün/baş için sırasıyla; % 0.13 (%4,2), % 0.27 (%8.74) ve % 0.280 (%9.06) dozlar, dönemler ve inekler arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Bu sonuçlar Levis ve ark. (1999) ile uyum içerisinde fakat Rode ve ark. (1999), Yang ve ark. (2000) ile farklılık göstermektedir.

4.3.4. Sütte Kül Oranları

Süt kül oranlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.18.'de, dönem, inek ve enzim düzeyine göre ortalamaları Çizelge 4.19.'da verilmiştir.

Çizelge 4.18. Süt kül varyans analiz tablosu

	SD	KT	KO	F
Dönemler	3	0.002	> 0.001	5.583
İnekler	3	>0.001	>0.001	1.485
Dozlar	3	0.001	> 0.001	2.997
Hata	6	0.001	>0.001	-
Genel	15	0.006	-	-

Çizelge 4.19. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre süt kül oranı ortalamaları (%)

Dönemler	\bar{X}	İnekler	\bar{X}	Dozlar	\bar{X}
1	0.691	3	0.692	0	0.687
2	0.685	20	0.710	10	0.696
3	0.704	27	0.703	20	0.702
4	0.720	29	0.695	30	0.714

Çizelge 4.19. incelendiğinde rasyona katılan enzim düzeyine paralel olarak sütte kül oranında bir miktar artış gözlenmekle beraber, sütte kül oranları bakımından dönemler, inekler ve enzim düzeyleri ortalamaları arasındaki farklılık istatistik önemli bulunmamıştır.

4.4. Toplam Uçucu Yağ Asitleri (TUYA) Miktarı (mmol/L)

Denemenin esas döneminde rumen sıvısında saptanan TUYA miktarları Çizelge 4.20.'de ve bu değerlerin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.21. ve dönem, inek ve enzim düzeyine göre ortalamalar ise Çizelge 4.22.'da verilmiştir.

Çizelge 4.20. Toplam uçucu yağ asitleri miktarı (mmol/L).

Dönemler	İnkl er	Doz lar	TUYA (mmol/L)
1	3	0	96.07±0.011
1	20	10	108.98±0.010
1	27	30	110.04±0.043
1	29	20	110.51±0.033
2	3	30	110.62±0.212
2	20	0	95.78±0.145
2	27	20	102.60±0.141
2	29	10	104.43±0.077
3	3	20	105.83±0.071
3	20	30	110.39±0.190
3	27	10	107.51±0.151
3	29	0	98.01±0.082
4	3	10	100.14±0.014
4	20	20	106.58±0.141
4	27	0	98.79±0.141
4	29	30	109.03±0.014

Çizelge 4.21. TUYA varyans analiz tablosu

	SD	KT	KO	F
Dönemler	3	60.235	20.078	0.386
İnekler	3	47.956	15.985	0.307
Dozlar	3	380.323	126.774	2.437
Hata	6	312.051	52.008	-
Genel	15	800.565	-	-

Çizelge 4.22.Dönem, inek ve enzim düzeyine göre TUYA ortalamaları (mmol/L)

Dönemler	\bar{X}	İnekler	\bar{X}	Dozlar	\bar{X}
1	106.650	3	103.915	0	97.162
2	103.607	20	103.212	10	106.235
3	107.685	27	107.205	20	107.630
4	103.135	29	106.745	30	110.050

Çizelge 4.22.'deki veriler incelendiğinde TMR'lara eklenen enzim düzeyi arttıkça TUYA miktarı kontrol gurubuna (97.16 mmol/L) göre artış eğilimi göstermesine rağmen 10, 20 ve 30 g/gün/baş için sırasıyla; 9 mmol/lt (%9,26), 10,46 mmol/L (%10,79) ve 12,88 mmol/L (%13,26) dönem, inek ve enzim düzeyleri ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Bu sonuçlar Levis ve ark. (1996) ve Adesogan ve ark. (2014) ile uyum içerisindedir.

4.5. Asetik, Propiyonik ve Bütirik Asit Konsantrasyonları (mmol/L)

Denemenin esas döneminde saptanan TUYA konsantrasyon miktarları Çizelge 4.23.'da, asetik, propiyonik ve bütirik asit ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.24, 4.26. ve 4.28'de ve dönem, inek ve enzim düzeyine göre ortalamalar ise Çizelge 4.25. 4.27. ve 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.23. Asetik, propiyonik, bütirik asit konsantrasyonları (mmol/L)

Dönemler				Asetik Asit	Propiyonik Asit	Bütirik Asit
				$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
1	3	0	49.50±0.163	23.80±0.111	16.10±0.075	
1	20	10	52.72±0.142	28.41±0.691	20.76±0.551	
1	27	30	49.92±0.170	29.82±0.207	22.81±0.125	
1	29	20	58.00±0.417	26.50±0.420	23.30±0.289	
2	3	30	56.60±0.153	27.13±0.102	21.30±0.107	
2	20	0	46.25±0.164	25.93±0.784	18.06±0.022	
2	27	20	47.86±0.087	28.37±0.404	20.23±0.902	
2	29	10	52.54±0.193	28.12±0.578	18.20±0.857	
3	3	20	56.60±0.153	26.40±0.172	17.81±0.560	
3	20	30	50.01±0.103	29.77±0.258	21.07±0.333	
3	27	10	61.20±0.083	29.30±0.231	19.76±0.671	
3	29	0	52.20±0.081	24.46±1.360	15.33±0.123	
4	3	10	47.79±0.174	28.91±0.363	17.65±0.235	
4	20	20	49.83±0.248	30.01±0.011	29.01±0.198	
4	27	0	49.34±0.033	26.71±0.265	26.71±0.275	
4	29	30	48.32±0.184	27.78±0.180	27.78±0.072	

Çizelge 4.24. Asetik asit varyans analiz tablosu

	SD	KT	KO	F
Dönemler	3	75.001	25.000	0.924
İnekler	3	42.661	14.220	0.525
Dozlar	3	46.504	15.501	0.573
Hata	6	162.263	27.043	-
Genel	15	326.430	-	-

Çizelge 4.25. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre asetik asit ortalamaları (mmol/L).

Dönemler	\bar{X}	İnekler	\bar{X}	Dozlar	\bar{X}
1	52.785	3	53.122	0	49.322
2	51.312	20	49.202	10	53.312
3	54.752	27	52.080	20	53.572
4	48.820	29	53.265	30	51.462

Çizelge 4.25. incelendiğinde dönem, inek ve farklı enzim düzeylerinin rumen asetik asit konsantrasyonu üzerine etkisi kontrol grubuna (49.32 mmol/L) göre rasyonlara eklenen enzim düzeyi arttıkça sayısal bir artış (3.99, 4.25 ve 2.14 mmol/L) göstermesine rağmen istatistik olarak önemli bulunmamıştır.

Çizelge 4.26. Propiyonik asit varyans analiz tablosu

	SD	KT	KO	F
Dönemler	3	5.947	1.982	2.381
İnekler	3	3.074	1.024	1.231
Dozlar	3	42.624	14.20	17.070*
Hata	6	4.994	0.832	-
Genel	15	56.640	-	-

*(P < 0.05)

Çizelge 4.27. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre propiyonik asit ortalamaları (mmol/L).

Dönemler	\bar{X}	İnekler	\bar{X}	Dozlar	\bar{X}
1	27.382	3	27.060	0	24.975 ^a
2	27.887	20	28.280	10	27.685 ^b
3	26.732	27	27.550	20	28.320 ^{bc}
4	28.377	29	27.490	30	29.400 ^c

LSD(0.05):1.573.(a,b,c<0.05)

Propiyonik asit rumen konsantrasyonu bakımından dönem ve inek ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemsiz bulunmuştur. Çizelge 4.26.'deki veriler incelendiğinde TMR'lara eklenen enzim düzeyi arttıkça propiyonik asit miktarı kontrol gurubuna (24.97 mmol/L) göre artış eğilimi göstermiş, 10,20 ve 30 g/gün/baş için sırasıyla; 2,71 mmol/L (%9,69), 3,34 mmol/L (%11,96) ve 4,42 mmol/L (%15,82) ve enzim düzeyleri ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Bu sonuçlar Adesogan, (2014) ile uyum içerisindedir.

Çizelge 4.28. Bütirik asit varyans analiz tablosu

	SD	KT	KO	F
Dönemler	3	4.610	1.536	0.230
İnekler	3	23.662	7.887	1.182
Dozlar	3	81.617	27.205	4.077
Hata	6	40.037	6.6729	-
Genel	15	149.928	-	-

Çizelge 4.29. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre bütirik asit ortalamaları (mmol/L).

Dönemler	\bar{X}	İnekler	\bar{X}	Dozlar	\bar{X}
1	20.217	3	18.215	0	17.070
2	19.197	20	20.080	10	19.812
3	20.182	27	21.617	20	19.947
4	20.667	29	20.352	30	23.435

Rasyona katılan enzim düzeyine bağı olarak rumende bütirik asit miktarı artış göstermekle beraber, rumende bütirik asit konsantrasyonları bakımından dönem, inek ve enzim doz ortalamaları arasındaki farklılık istatistik önemli bulunmamıştır.

5. SONUÇ

Araştırma deneme süresince ineklerin ortalama TMR tüketimleri ve KM tüketimleri bakımından farklı enzim dozları ve inekler arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmamış, buna karşın dönemler arası farklılık önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

Dönemler arası farklılık laktasyonun ilerlemesi ile süt verimindeki artışa paralel olarak yem tüketimi ve KM tüketiminin artışından kaynaklanmış olduğu söylenebilir. Nitekim dönemlere göre süt verimindeki artış sırasıyla; 25.041, 26.232, 26.762 ve 27.237 kg/gün/baş olarak tespit edilmiş ve dönemlere göre ortalamalar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Günlük ortalama süt verimleri bakımından dozlar arasındaki farklılıklar da istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). TMR'lara eklenen enzim düzeyi arttıkça süt verimlerinde paralel olarak artış gözlenmiştir. Kontrol grubuna göre 10, 20, 30 g/gün/baş düzeyinde enzim eklenen grupların ortalamaları arasındaki farklılık sırası ile 0.99 kg/gün/baş (% 3.95), 1.783 kg/gün/baş (%6.92) ve 2.050 kg/gün/baş (%8.16) düzeyinde artış göstermiş ve bu artış istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

TMR'lara eklenen enzim düzeyi arttıkça %4 yağa göre düzeltilmiş süt verimlerinde paralel olarak artış gözlenmiştir. Bu değerler kontrol grubuna göre 10, 20, 30 kg/gün düzeyinde enzim eklenen grupların ortalamaları arasındaki farklılık sırası ile 1.051 kg/gün/baş (%3.08), 2.070 kg/gün/baş (%8.05) ve 2.250 kg/gün/baş (%8.75) düzeyinde artış göstermiş fakat bu rakamsal artış istatistik olarak önemli bulunmamıştır.

TMR'lara eklenen enzim düzeyi arttıkça sütte KM oranı kontrol grubuna göre artış eğilimi göstermesine rağmen 10, 20 ve 30 g/gün için sırasıyla; % 0.07 (%0.55), % 0.11 (%0.86) ve %0.19 (%1.48) dönem, inek ve enzim düzeyleri ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmamıştır.

TMR'lara eklenen enzim düzeyi arttıkça sütte yağ oranı kontrol grubuna göre artış eğilimi göstermesine rağmen 10, 20 ve 30 g/gün için sırasıyla; % 0.08 (%1.94), % 0.13 (%3.15) ve %0.19 (%4.15) dönem, inek ve enzim düzeyleri ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Sütte KM ve yağ oranların da olduğu gibi

TMR'lara eklenen enzim düzeyi arttıkça sütte protein oranında kontrol grubuna göre artış eğilimi göstermesine rağmen 10, 20 ve 30 g/gün/baş için sırasıyla; %0.15 (%3.69), % 0.27 (%6.65) ve % 0.28 (%6.89) dönemler, inekler ve enzim düzeyleri ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmamıştır.

TMR'lara eklenen enzim düzeyi arttıkça TUYA miktarı kontrol grubuna göre artış eğilimi göstermesine rağmen 10, 20 ve 30 g/gün/baş için sırasıyla; 9 mmol/L (%9.26), 10.46 mmol/L (%10.79) ve 12,88 mmol/L (%13.26) dönem, inek ve enzim düzeyleri ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Rumen propiyonik asit konsantrasyonu TMR'lara eklenen enzim düzeyi arttıkça propiyonik asit miktarı kontrol grubuna göre artış eğilimi göstermiş, 10, 20 ve 30 g/gün/baş için sırasıyla, 2.71 mmol/L (%9.69), 3,345 mmol/L (%11.96) ve 4.425 mmol/L (%15.82) ve enzim düzeyleri ortalamaları arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Bu enzimlerin hücre duvarı yapısında bulunan şekerleri açığa çıkarak rumen fermantasyonunu asetik asitten propiyonik asite dönmesini sağlamasından kaynaklanmış olduğu düşünülebilir.

Sonuç olarak süt sığırlarının rasyonlarına fibrolitik enzim eklenmesi günlük ortalama süt verimini ve rumendeki propiyonik asit miktarını istatistik önemli olarak artırdığı belirlenmiştir ($P<0.05$). Ayrıca yem tüketimi, KM tüketimi, diğer süt bileşenleri ve rumen UYA leri parametrelerinde de rakamsal olarak artış gösterdiği saptanmıştır. Rakamsal artışlar istatistik olarak önemli bulunmamasına rağmen süt sığırcılığında kullanılan TMR'ın besleme değerini artırmada fibrolitik enzim kullanımının önemli bir potansiyele sahip olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Aboagye, I.A. 2015** Use of Exogenous Fibrolytic Enzymes to Improve the Nutritive Value of Preserved Forage for Ruminants, Thompson Rivers University.
- Adesogan, A.T., Ma, A.X., Romero, J.J., ve Arriola, K.G. 2014** Ruminant Nutrition Symposium: Improving Cell Wall Digestion and Animal Performance with Fibrolytic Enzymes. *Journal of Animal Science*. 2014.92:1317-1330
- Adıgüzel, A.O., 2013** Lignoselülozik Materyallerden Biyoetanol Üretimi İçin Kullanılan Ön-Muamele ve Hidroliz Yöntemleri. SAU. Journal of Science and Engineering. 2013 Vol 17, No 3, p. 381-397, 2013
- Anonim 2009 a** TS ISO,5984
- Anonim 2009 b** TS EN ISO,139.036
- Anonim 2009 c** TS 9610,19, ISO 1871.Ruminant Yemlerinde Metabolik Enerji Miktarı Tayini Analiz Yöntemi
- Anonim 2016** Ruminant Yemlerinde SE, ME, TDN, NEm, NEg,NE LDeğerlerinin Ham Besin Maddelerinden Hesaplanması.ttp://www.muratgorgulu.com.tr.
- Anonymous 1996 a** Volatile Fatty Acid Analyses of Blood and Rumen Fluid by Gas Chromatography. *Journal of Dairy Science*.,p 1768-1771
- Anonymous 1998** AOAC Official Method, 962.09
- Anonymous 2001** National Research Council Nutrient Requirements of Dairy Cattle Seventh Revised Edition, Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition. Committee on Animal Nutrition Board on Agriculture and Natural Resources.
- Anonymous 2002** AOAC Official Method, 990.03 **Anonymous 2007** Nordic Committee on Food Analysis No: 186
- Anonymous 2009** Commission Regulation (EC) No 152
- Beauchemin, K.A., Rode, L. M. 1995** Fibrolytic enzymes increase fiber digestibility and growth rate of steers fed dry forages. *Canadian Journal of Animal Science*. 1995, 75(4) : 641-644
- Beauchemin, K.A., Yang, W.Z., Rode, L.M. 1999** Effects of Grain Source and Enzyme Additive on Site and Extent of Nutrient Digestion in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* , 82, ,378–390
- Beauchemin, K. A., Colombatto, D., Morgavi, D. P. and Yang, W. Z. 2003** Use of Exogenous Fibrolytic Enzymes to Improve Feed Utilization by Ruminants. American Society of Animal Science. All rights reserved. *Journal of Animal Science* (E Suppl. 2):E37–E47.
- Bordeny, N.E., Abedo, A.A., El-Sayed, H.M., Daoud, H.S., Soliman and Mahmoud, A.E.M. 2010** Effect of Exogenous Fibrolytic Enzyme Application on Productive Response of Dairy Cows at Different Lactation Stages. *Veterinary Advances* 10 (5): 226-236.
- Bowman, G.R., Beauchemin, K.A., Shelford, J.A. 2003** Fibrolytic Enzymes and Parity Effects on Feeding Behavior, Salivation, and Ruminal pH of Lactating Dairy Cows.*Journal of Dairy Science* , 86 (2): 565-575
- Canbolat, Ö. 2015** Süt Sığırlarının Beslenmesi ve Rasyon Hazırlama Yöntemleri. 978-605-84434-1-9

- Colombatto, D., Morgavi, D.P., Furtado, A.F. and Beauchemin, K.A. 2003** Screening of Enzymes for Ruminants Diets: Relationship between Biochemical Characteristics in vitro Ruminant Degradation. *Journal of Animal Science*. 81,2628-2638
- Feng, P., Hunt, C.V., Prichard, G.T. and Juliten, W.E. 1996** Effect of Enzyme Preparations on In Situ and In Vitro Degradation and In Vivo Digestive Characteristics of Mature-Cool Season Grass Forage in Beef Steers, *Journal of Animal Science*. 74.1349-1357.
- Fengel, D. and Wegener, D. 1989** Wood-Chemistry, Ultrastructure, Reactions, Walter de Gruyter, 182-222, Berlin, New York.
- Haliskaranfil, S. ve Arıkan, B. 2012** Termoalkalifilik Amilaz ve Selülaz Enzim (Mülieenzim) Üreticisi *Bacillus* Sp. İzolasyonu, Enzimlerin Karakterizasyonu ve Biyoteknolojik Uygulanabilirliği. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*:28-3
- Iwassa, A. D., Rode, L. M., Beauchemin, K. A. and Eivemark, S. 1997** Effect of Fibrolytic Enzymes in 29 Barley-based Diets on Performance of Feedlot Cattle and In Vitro Gas Production. In: Evolution of the 30 Rumen Microbial Ecosystem, Joint RRI-INRA Rumen Microbiology Symposium. Aberdeen, Scotland, 31 Poster 39. 32
- Kalkan, H. 2008** Fibrolitik Enzimlerin Buğday Samanının Besleme Değeri Üzerine Etkileri. Uludağ Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Zootekni Anabilim Dalı. Bursa.
- Karademir, G.B. 2003** Yem Katkı Maddesi Olarak Kullanılan Biyoteknolojik Ürünler Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg. 2003, 43 (1) 61-74
- Kıran, Ö., Çömlekçioğlu, U., Dostbil, N. 2006** Bazı Mikrobiyal Enzimler ve Endüstrideki Kullanım Alanları. *Journal of Science and Engineering* 2006, 9(1)
- Krause, M., Beauchemin, K. A., Rode, L. M., Farr, B. I. and Nørgaard, P. 1998** Fibrolytic Enzyme Treatment of Barley Grain and Source of Forage in High-Grain Diets Fed to Growing Cattle. *Journal of Animal Science* 1998, 76, 2912–2920
- Kurtuluş, M. 2010** Lignoselülozik Materyallerden Termokatalitik İşleme Suda Çözündürülen Polisakkaritlerin Moleküler Yapılarının İncelenmesi, A. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Adana
- Lewis, G. E., Hunt, C. W., Sanchez, W. K., Treacher, R., Pritchard, G. T. and Feng, P. 1996** Effect of Direct-Fed Fibrolytic Enzymes on the Digestive Characteristics of a Forage-Based Diet Fed to Beef Steers. *Journal of Animal Science* 1996. 74,3020–3028
- Lewis, G.E., Sanchez, W.K., Hunt, C.W., Swanson, B.I. 1999** Effect of Direct-Fed Fibrolytic Enzymes on the Lactational Performance of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 1999, Volume 82, Issue 3, Pages 611-617
- McAllister, T. A., Oosting, S. J., Popp, J. D., Mir, Z., Yanke, L. J., Hristov, A. N., Treacher, R. J and Cheng, K.J. 1999** Effect of Exogenous Enzymes on Digestibility of Barley Silage and Growth Performance of Feedlot Cattle. *Canadian Journal of Animal Science*.
- McAllister, T.A., Hristov, A.N., Beauchemin, K.A., Rode, L.M. and Cheng, K.J. 2001** Enzymes in Ruminant Diets. *Agriculture and Agri-Food Canada*, Lethbridge, ABT1J Department of Animal Science, University of British Columbia, Vancouver, BC V6T 1Z4

- Morgavi, D.P., Beauchemin, K. A., Nsereko, V. L., Rode, L. M., McAllister, T. A., Iwaasa, Y., Wang, A. D. and Yang, W. Z. 2001** Resistance of Feed Enzymes to Proteolytic Inactivation by Rumen Microorganisms and Gastrointestinal Proteases. *Journal of Animal Science*, 79,1621–1630
- Nowak, W., Kruczynska, H., Grochowska, S. 2003** The effect of Fibrolytic Enzymes on Dry Matter, ADF and NDF Ruminal Disappearance and Intestinal Digestibility, Czech *Journal of Animal Science* , 48 (5): 191-196
- Okuyan, M.Rifat 1997** Hayvan Besleme Biokimyası, Uludağ Üniv., Ziraat Fakülesi
- Ortiz-Rodea, A., Noriega-Carrillo, A., Salem, A.Z.M., Castelan Ortega, O. and González-Ronquillo, M. 2013** The Use of Exogenous Enzymes in Dairy Cattle on Milk Production and their Chemical Composition Meta-Analysis. *Animal Nutrition and Feed Technology*. 13: 399-409
- Oysun, G. 1991** Süt Ürünlerinde Analiz Yöntemleri. 1.Basım, Ege Üniversitesi. Ziraat Fakültesi, Ders Notu:6 267s.
- Özata, A., Cengiz, T. 2015** Enzimler ve Enzim Aktivitelerinin Gösterilmesi. Anadolu Üniversitesi Ders Notları Ünite 3 sf 25-34.
- Özen, N. 1995** Hayvan Besleme Fizyolojisi ve Metabolizması. (Genişletilmiş 2. Baskı) Ders Notu No: 6. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakülesi, Zootečni Bölümü, Antalya
- Özkul 2009.,** Ruminantların Beslenmesinde Fibrolitik Enzim Kullanımı 6. Zootečni Bilim Kongresi. sf.106-112.
- Petersa, A., Peter Lebzieta, Ulrich Meyera, Ulrike Borcherta, Michael Bulangb and Gerhard Flachowsky (2010)** Effect of exogenous fibrolytic enzymes on ruminal fermentation and nutrient digestion in dairy cows. *Archives of Animal Nutrition* 64, 3 221–237
- Rode, L.M., McAllister, T.A., Beauchemin, A., Morgavi, K. A., Nsereko, D. P., Iwaasa, A.D., Wang, Y. 2001** Enzymes as Direct-feed Additives for Ruminants. *Biotechnology in Animal Husbandry*.301-332
- Rode, L.M., Yang, W.Z., Beauchemin, K.A. 1999** Fibrolytic Enzyme Supplements for Dairy Cows in Early Lactation. *Journal of Dairy Science*. 2121-2126
- Rodriguez-Pinos, J.M., Gonzalez, S.S., Mendoza, G.D., Barcena, R., Cobos, M.A., Hernandez, A. and Ortega, M.E. 2002** Effect of Exogenous Fibrolytic Enzyme on Ruminal Fermentation and Digestibility of Alfalfa and Rye-grass Hay Fed to Lambs. *Journal of Animal Science*. . 80,3016–3020
- Sutton, J.D., Phipps, P.H., Beever, R.H., Humphries, D.E., Hartnell, D.J., Vicini, G.F., D.L. 2003** Hard Effect of Method of Application of a Fibrolytic Enzyme Production Digestive Processes and Milk Production in Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science*. 86 (2): 546-556
- Topuz, U., Eren Kıran, Ö., Çömlekçioğlu, U. 2007** Selülaz Üreticisi *Bacillus* Suslarının Enzimatik Özelliklerinin Araştırılması, *KSU Journal of Science and Engineering*, 13 10(2)
- Turan, Z.M. 1995** Araştırma ve Deneme Metodları. U.Ü. Ziraat Fak. Ders Notu. 62, U.Ü. Basımevi, s. 121. Bursa

- Uskan, B. 2009** Odun Talaşının Hidrotermal Dönüşümünden Elde Edilen Kimyasalların Karakterizasyonu. Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. *Yüksek Lisans Tezi*, Kimya Anabilim Dalı, Ankara
- ZoBell, D.R., Wiedmeier, R.D., Olson, K.C., Treacher, R. 2000** The effect of an exogenous enzyme treatment on production and carcass characteristics of growing and finishing steers. *Animal Feed Science and Technology*. 2.279–285
- Wood, T.M. 1992** Microbial Enzymes Involved in the Degradation of the Cellulose Component of Plant Cell Walls. The Rowett Institute Annual Report:10-21.
- Yang, W.Z., Beauchemin, K.A., Rode, L.M. 1999** Effects of an Enzyme Feed Additive on Extent of Digestion and Milk Production of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* , 82, 2, 391-403

EKLER DİZİNİ

EKLER DİZİNİ

Ek 1. İzobütirik, valerik ve izovalerik asit konsantrasyonları (mmol/L).

Dönemler				İzobütirik Asit	Valerik Asit	İzovalerik Asit
				$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
1	3	0	1.99±0.350	1.77±0.227	2.91±0.335	
1	20	10	1.76±0.283	1.97±0.340	2.03±0.008	
1	27	30	1.99±0.364	2.86±0.595	2.64±0.296	
1	29	20	2.99±0.074	3.84±0.306	2.98±0.234	
2	3	30	3.12±0.164	3.46±0.191	3.01±0.268	
2	20	0	1.40±0.087	1.99±0.380	2.15±0.156	
2	27	20	1.54±0.071	2.30±0.100	2.30±0.100	
2	29	10	1.41±0.211	2.00±0.041	2.16±0.304	
3	3	20	1.53±0.220	1.83±0.254	2.00±0.108	
3	20	30	1.81±0.341	2.21±0.412	2.64±0.156	
3	27	10	2.76±0.148	3.12±0.050	3.25±0.187	
3	29	0	1.58±0.191	1.79±0.272	2.65±0.257	
4	3	10	1.08±0.008	1.74±0.285	1.97±0.267	
4	20	20	1.96±0.332	2.11±0.074	2.12±0.039	
4	27	0	1.67±0.225	1.74±0.238	2.54±0.191	
4	29	30	1.88±0.346	2.42±0.194	2.34±0.107	

Ek 2. İzobütirik varyans analiz tablosu

	SD	KT	KO	F
Dönemler	3	0.624	0.208	0.945
İnekler	3	0.542	0.180	0.821
Dozlar	3	0.098	0.032	0.148
Hata	6	1.321	0.220	-
Genel	15	2.587	-	-

Ek 3.Dönem, inek ve enzim düzeyine göre izobütirik asit ortalamaları (mmol/L).

Dönemler	\bar{X}	İnekler	\bar{X}	Dozlar	\bar{X}
1	2.012	3	1.680	0	1.660
2	1.617	20	1.700	10	1.750
3	1.890	27	2.072	20	1.755
4	1.525	29	1.592	30	1.880

Ek 4. Valerik asit varyans analiz tablosu

	SD	KT	KO	F
Dönemler	3	0.0840	0.028	0.927
İnekler	3	0.169	0.156	1.870
Dozlar	3	0.717	0.209	7.916
Hata	6	0.181	0.030	-
Genel	15	1.152	-	-

Ek 5. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre valerik asit ortalamaları (mmol/L).

Dönemler	\bar{X}	İnekler	\bar{X}	Dozlar	\bar{X}
1	2.025	3	1.950	0	1.822
2	2.187	20	2.067	10	2.010
3	2.042	27	2.227	20	2.020
4	2.002	29	2.012	30	2.405

EK 6. İzovalerik varyans analiz tablosu

	SD	KT	KO	F
Dönemler	3	1.625	0.541	1.757
İnekler	3	0.287	0.095	0.311
Dozlar	3	1.683	0.561	1.819
Hata	6	1.850	0.308	-
Genel	15	5.446	-	-

Ek 7. Dönem, inek ve enzim düzeyine göre izovalerik asit ortalamaları (mmol/L).

Dönemler	\bar{X}	İnekler	\bar{X}	Dozlar	\bar{X}
1	2.227	3	1.887	0	2.312
2	1.405	20	1.882	10	1.665
3	2.085	27	1.657	20	2.015
4	1.742	29	2.032	30	1.467

Ek 8. İncelenen verim öğelerinin arasındaki ikili ilişkiler

	TMR Tüketimleri								
Kuru Madde Tüketimi	0,991**	Kuru Madde Tüketimi	Süt Verimi	%4 YGDSV	Sütte Kuru M.	Sütte Protein	Sütte Yağ	Sütte Kül	TUYA
Süt Verimi	0,535*	0,571*	0,925**						
%4 YGDSV	0,616*	0,649**							
Sütte Kuru Madde	-0.101	-0.143	0.095	0.082					
Sütte Protein	0.186	0.219	0,534*	0.441	-0.026				
Sütte Yağ	0,538*	0,586*	0,658**	0,749**	0.096	0.356			
Sütte Kül	0.453	0.483	0,652**	0,651**	-0.077	0.376	0,530*		
TUYA Asetik Asit	-0.164 -0.149	-0.113 -0.086	0.440 0.078	0.453 0.216	0.130 0.022	0,514*	0.466 0.277	0.352 -0.263	TUYA 0.490
Propiyonik Asit	0.092	0,161	0,542**	0.425	0.079	0.424	0.249	0,696**	0.617
Bütirik Asit	0,358	0.348	0.420	0.444	-0.210	0.159	0.379	0,572*	0.461
İsobütirik Asit	-0,297	-0.254	0.016	0.090	-0.082	0.329	0.298	-0.119	0,569*
Valerik Asit	-0.326	-0.281	0.091	0.040	-0.017	0,506*	0.337	-0.048	0,668**
İsovalerik Asit	-0.231	-0.195	-0.140	-0.030	-0.237	0.180	0.200	-0.190	0.205

0,05=*, 0,01=**

Ek. 9. Araştırmanın gerçekleştirildiği Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Araştırma ve Uygulama iftliğinin bazı fotoğrafları.



Ek 10. Araştırmalarda kullanılan süt sığırlarının bireysel padoklarına ait bazı fotoğraflar



EK 11. Araştırmada kullanılan süt sığırlarından rumen sıvısı alımıyla ilgili bazı fotoğraflar



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Selçuk BÖLÜKTEPE

Doğum Yeri ve Tarihi: MUŞ 03.09.1969

Yabancı Dili: İngilizce / İspanyolca

Eğitim Durumu:

1991 Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü (Lisans)

1997 Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme A.B.D.(Yüksek Lisans)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

1991 - 1992: Özel besi çiftliği / İzmir

1993 - 1997: Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü / Bursa

1997 - 1998: Tarım İl Müdürlüğü / Kars

1998 – halen: Gıda ve Yem Kontrol Merkez Araştırma Enstitüsü / Bursa

İletişim (e-posta) selcukboluktepe@gmail.com

Yayımlar:

1. Using Possibilities of Food Industry By-Products Poultry Manure Mixture Silages at Lamb Fattening 1997. Karabulut, A., İ. Filya, İ. Ak, Ş. Köseoğlu, S. Bölüktepe. Turk J Vet Anim Sci, 21,(2) 187-191

2. Feed Value of Food Industry By-Products Poultry Manure Mixture Silages 1997. Karabulut, A., İ. Filya, İ. Ak, Ş. Köseoğlu, S. Bölüktepe. Turk J Vet Anim Sci, 21(3), 263-266

3. The Effects of Niacin Supplied to The Rations of Fattening Performance and Some of Fattening Blood and Rumen Fluid Metabolites. 1997 Filya, İ., A. Karabulut, İ. Ak, S. Bölüktepe ve T. Değirmencioğlu. Tekirdag University, Faculty of Agriculture Dep. of Animal Sci. P.247-257. Tekirdağ / TURKEY

4. Influence of Concentrate Feed Form on Fattening Performance of Merino Lambs. 1998 Ak, İ., İ.Filya, S, Bölüktepe, V. Akgündüz. AgEng Oslo 98 International Conference on agricultural engineering. Oslo 24-27 August 1998, Part 2, 97-98.

5. The Effects of Dietary Niacin and Fat Supplementation to Diets of Dairy Cattle on Milk Composition and Some Blood Parameters. 1998 Ak, İ. S. Bölüktepe. AgEng Oslo 98 International Conference on agricultural engineering. Oslo 24-27 August 1998, Part 1, 131-133.

6. Feed Value and Using Possibilities at Animal Feeding of Grape-fruit By – Products.2004 Bölüktepe S.,İ.Ak.,Food Research Institute of the Ministry of Agricultural and Rural Affairs. Paper No: 122 2004 Bursa / TURKEY

7. Calcium Phosphorus and Oxalic Acid Contents of Sugar Beat Leaves Harvested in Bursa Region. 2004 Feed Research Institute of the Ministry of Agricultural and Rural Affairs. Bölüktepe. S, İ.Ak, E.Tan. Paper No: 121 2004 Bursa / TURKEY

8. Modelling purine derivative excretion in dairy goats: endogenous excretion and the relationship between duodenal input and urinary output. 2007 M. Mota and J. Balcells and N. H. Ozdemir Baber and S. Bölüktepe and A. Belenguer. The Animal Consortium, Volume 2, Issue 01, January 2008, pp 44-51 doi: 10.1017/S1751731107000973, Published online by Cambridge University Press