

Ruminant Beslenmesinde Kullanılan Bazı Dane Yemlerin Enerji Düzeylerinin İn Vivo ve İn Vitro Metotlarla Belirlenmesi*

Nihat DENEK

Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Şanlıurfa - TÜRKİYE

Suphi DENİZ

Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Van - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 19.08.2002

Özet: Bu çalışmada, ruminant beslemede yaygın olarak kullanılan enerji kaynağı bazı yem maddelerinin enerji içerikleri in vivo ve in vitro yöntemlerle belirlenmiştir. Bu amaçla mısır, arpa, buğday, çavdar, yulaf ve tritikaleden 4'er örnek kullanılmıştır. Yem maddelerinin in vivo sindirilme dereceleri, klasik sindirim denemesi ile belirlenmiştir. Bu denemede "eksik blok deneme deseni" uygulanmış ve her yem hammaddesi 4 farklı hayvana yedirilmiştir. İn vitro sindirim denemesinde enzim tekniği kullanılmış ve bu amaçla sellüloz, hemisellüloz, amilaz ve pepsin enzimleri kullanılmıştır. İn vivo sindirim denemesinde, yem hammaddelerinin (mısır, arpa, buğday, çavdar, yulaf ve tritikale) kuru madde sindirilme dereceleri (KMS) sırasıyla % 83,81, % 79,86, % 81,34, % 83,05, % 75,50 ve % 84,00; organik madde sindirilme dereceleri (OMS) sırasıyla % 83,90, % 81,50, % 82,33, % 83,84, % 76,95 ve % 84,81; sindirilebilir enerji (SE) içerikleri sırasıyla 15,94, 15,49, 15,64, 15,93, 14,62 ve 16,12 MJ/kg KM; metabolik enerji (ME) içerikleri sırasıyla 13,52, 12,76, 12,98, 13,12, 12,39 ve 13,23 MJ/kg KM; net enerji laktasyon (NE_L) içerikleri ise sırasıyla 8,41, 7,84, 7,99, 8,13, 7,52 ve 8,21 MJ/kg KM olarak bulunmuştur ($P < 0,05$). Aynı yem maddelerinin in vitro KMS değerleri sırasıyla % 81,21, % 80,04, % 81,04, % 81,72, % 62,05 ve % 84,17; OMS değerleri sırasıyla % 82,27, % 81,07, % 81,82, % 82,66, % 63,25 ve % 84,76; SE içerikleri sırasıyla 15,27, 14,98, 15,22, 15,07, 11,88 ve 15,61 MJ/kg KM; ME içerikleri sırasıyla 12,90, 12,51, 12,68, 12,68, 9,90 ve 13,04 MJ/kg KM; NE_L içerikleri ise sırasıyla 8,41, 8,11, 8,23, 8,30, 6,79 ve 8,43 MJ/kg KM olarak belirlenmiştir ($P < 0,05$). Bu çalışmada; a) yulaf dışındaki diğer yem maddelerinin in vivo ve in vitro KMS ve OMS değerlerinin benzer olduğu, b) arpa, buğday ve çavdarda in vivo metot yerine enzim tekniğinin yem maddelerinin ME ve NE_L değerlerinin belirlenmesinde kullanılabileceği, c) mısır için NE_L , tritikale için ise ME değerlerinin tespitinde in vivo metot yerine enzim tekniğinin kullanılabileceği, d) yulafta enzim tekniğinin in vivo metot yerine kullanılamayacağı, sonucuna varılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Dane yemler, klasik sindirim denemesi, enzim tekniği, sindirilebilirlik, enerji içeriği.

The Determination of Energy Levels in Some Cereal Grains Used in Ruminant Diets by In Vivo and In Vitro Methods

Abstract: The aim of this study was to determine the energy levels of some energy source grains commonly used in ruminant nutrition by in vivo and in vitro methods. To achieve this objective, corn, barley, wheat, rye, oat, and triticale (4 replicates) were utilized. The in vivo digestibility of grains was determined with a metabolism trial using 4 animals per sample in an incomplete block design. The in vitro digestibility of grains was determined using an enzyme technique. For this purpose, cellulase, hemicellulase, amylase and pepsin were used. The in vivo dry matter and organic matter digestibilities of corn, barley, wheat, rye, oat and triticale were 83.81, 79.86, 81.34, 83.05, 75.50 and 84.00%; and 83.90, 81.50, 82.33, 83.84, 76.95 and 84.81%, respectively. Digestible energy, metabolizable energy, net energy for lactation content of grains, in the same order, were 15.94, 15.49, 15.64, 15.93, 14.62 and 16.12 MJ/kg DM; 13.52, 12.76, 12.98, 13.12, 12.39 and 13.23 MJ/kg DM; and 8.41, 7.84, 7.99, 8.13, 7.52 and 8.21 MJ/kg DM ($P < 0.05$). The in vitro dry matter and organic matter digestibilities of the grains, in the same order, were 81.21, 80.04, 81.04, 81.72, 62.05 and 84.17%; 82.27, 81.07, 81.82, 82.66, 63.25 and 84.76%. Digestible energy, metabolizable energy and net energy for lactation calculated by the in vitro method were 15.27, 14.98, 15.22, 15.07, 11.88 and 15.61 MJ/kg DM; 12.90, 12.51, 12.68, 12.68, 9.90 and 13.04 MJ/kg DM; and 8.41, 8.11, 8.23, 8.30, 6.79 and 8.43 MJ/kg DM ($P < 0.05$). In this study: a) in vivo and in vitro dry matter digestibility and organic matter digestibility were similar in all grains, except for oat; b) the enzyme technique can be used instead of the in vivo method for the calculation of metabolizable energy and net energy for the lactation content of barley, wheat and rye; c) the enzyme technique can replace the in vivo method for the calculation of the net energy for the lactation content for corn, and the metabolizable energy content for triticale; and d) the enzyme technique cannot be used instead of the in vivo method for oat.

Key Words: Cereal grains, classical digestibility trial, enzyme technique, digestibility, energy content.

* Bu makale Nihat DENEK'in aynı isimli doktora tezinden özetlenmiştir (TÜBİTAK / VHAG-1494).

Giriş

Bir yem hammaddesi ya da yem karmasının, vücutta çeşitli metabolik olaylar için sağladığı enerji, o yem maddesinin besleyici değerini belirlemede oldukça önemlidir. Metabolik olaylar, yaşam için gerekli vücut fonksiyonları, dokuların yenilenmesi, et, süt ve yumurta gibi ürünlerin sentezi, hayvanın yaptığı iş gibi aktivitelerde enerjiye ihtiyaç duyulduğundan, yemin enerji verme yeteneği, besleyici değerinin önemli bir ölçüsüdür (1). Diğer taraftan, özellikle tahılların fiyatı, enerji konsantrasyonlarına göre belirlendiğinden, kârlı bir üretime imkan tanıyan ekonomik rasyonların hazırlanabilmesi yem maddelerinin enerji içeriği hakkında doğru bilgi sahibi olmayı gerektirmektedir (2).

Yem hammaddelerinin enerji içeriklerinin belirlenmesinde sindirim denemelerinin kullanılması, fazla süre, işçilik, yem ile alet ve ekipmana ihtiyaç duyulması gibi dezavantajları nedeniyle ekonomik ve pratik değildir. Bu nedenle, araştırmacılar daha kısa sürede sonuç verebilen, laboratuvar koşullarında uygulanabilen ve ucuz olan yöntemlerin geliştirilmesine yönelmişlerdir (3,4). Bu konuda ilk önemli çalışmanın Tilley ve Terry (5) tarafından 1963 yılında yapıldığı bildirilmektedir. İki aşamalı olarak gerçekleştirilen bu metotta, yem numunesi önce rumen sıvısı, daha sonra da HCl - Pepsin çözeltisi ile 48'er saat muameleye tabi tutularak sindirilme derecesi belirlenmektedir.

Tilley ve Terry (5)'nin iki aşamalı metoduna dayanan enzim tekniği, 1970'li yıllarda kullanılmaya başlanmıştır. Bu metot, yem maddesinin, rumen sıvısı kullanılmaksızın, 38 °C'lik ısıda sellülaz, hemisellülaz, amilaz ve pepsin gibi enzimlerle inkubasyonu sonucunda sindirilebilirliğinin belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Enzim metodu, diğer in vitro metotlarla kıyaslandığında, in vivo yöntemle yakın sonuç vermesi, rumen kanüllü hayvanlara gereksinim duyulmaması, düzenek kurmanın diğer metotlar kadar zor olmaması ve kısa zamanda sonuç vermesi gibi avantajlarının olduğu bildirilmektedir (4).

Bu çalışmanın amacı, enerji bakımından zengin bazı dane yemlerin (mısır, arpa, buğday, çavdar, yulaf ve tritikale) enerji içeriklerinin in vivo (klasik sindirim denemesi) ve in vitro (enzim tekniği) yöntemlerle belirlemek ve her iki yöntemle elde edilen sonuçları karşılaştırılarak enzim tekniğinin güvenilirliğini araştırmaktır.

Materyal ve Metot

Bu çalışma, klasik sindirim denemesi (in vivo yöntem) ve enzim tekniği denemesi (in vitro yöntem) olmak üzere 2 deneme halinde yürütülmüştür.

Klasik sindirim denemesinde, hayvan materyali olarak 8 baş 1 yaşlı Morkaraman toklu kullanılmıştır. Denemede, 8 adet sindirim kafesi ve polyester çadır kumaşından 40 x 60 cm ebatlarında gübre toplama torbaları kullanılmıştır. Yem materyali olarak farklı bölgelerden 4'er adet olmak üzere mısır (M), arpa (A), buğday (B), çavdar (Ç), yulaf (Y) ve tritikale (T), kaba yem kaynağı olarak da yonca kuru otu (YKO) kullanılmıştır. Dane yemlerin (mısır, arpa, buğday, çavdar, yulaf ve tritikale) sindirilme dereceleri, klasik sindirim denemesi ile belirlenmiştir. Denemede 8 adet hayvan kullanılmış ve her yem hammaddesi 4 tekerrür halinde hayvanlara yedirilmiştir. Deneme eksik blok dizayn deneme desenine göre düzenlenmiştir (6). Hayvanlar denemenin başında paraziter invazyonlara karşı ilaçlanmıştır. Hayvanların mineral madde ihtiyaçları sindirim kafeslerinin ön kısımlarına bağlanan yalama taşları ile karşılanmış ve hayvanların önünde sürekli taze ve temiz su bulundurulmuştur.

Denemenin her dönemi, ilk 10 günü alıştırma ve bunu izleyen 7 günü de gübre toplama dönemi olmak üzere 17 günde gerçekleştirilmiştir. Deneme toplam 12 dönemde tamamlanmıştır. Hayvanlara günlük iki öğün halinde (sabah 08.⁰⁰ ve akşam 20.⁰⁰) tartılarak verilen YKO ve dane yem miktarları, kuru madde (KM) esasına göre, hayvanların canlı ağırlıklarının % 2,5'i düzeyinde olacak şekilde belirlenmiş ve rasyonun % 60'ı dane yem, % 40'ı ise YKO'dan oluşturulmuştur.

Gübre toplama dönemlerinde, gübreler her gün aynı saatte torbalarından alınmış ve her hayvanın gübresi ayrı ayrı tartılarak % 10'u analizlerin yapılacağı zamana kadar derin dondurucuda saklanmıştır. Her gübre toplama döneminin sonunda toplanan gübre örnekleri hayvanlara göre sınıflandırılmış ve her hayvana ait örnekler homojen şekilde karıştırılarak, her dönem ve hayvan için tek bir örnek elde edilmiştir. Ham protein (HP) analizi için gereken miktar ayrıldıktan sonra kalan gübre örneği, Blatzler ve Swift'in (7) bildirdiği yöntemle kurutulmuştur.

Dane yem hammaddelerinin besin madde sindirilme derecelerinin hesaplanmasında "farklılığın saptanması ile sindirilme derecesinin belirlenmesi" metodu kullanılmıştır.

Denemede kullanılan YKO ve dane yem hammaddelerinin KM, HP, ham yağ (HY) ve ham kül (HK)

analizleri Weende analiz sistemine göre (8), ham selüloz (HS) analizleri ise Crampton ve Maynard (9)'in bildirdiği metotla yapılmıştır. Gübrede HP analizi yaş numunelerde, KM, HK ve HY analizleri kurutulmuş numunelerde, Weende analiz sistemine göre (8), HS analizleri ise Crampton–Maynard (9)'in bildirdiği metotla yapılmıştır. Dane yemlerin sindirilebilir enerji (SE), ME ve NE_L içerikleri, yem maddelerinin ham besin madde sindirilebilirlikleri esas alınarak, eşitliklerle hesaplanmıştır (3,10,11).

Enzim tekniği denemesinde, in vivo yöntemde kullanılan yem hammaddeleri kullanılmıştır. Denemede sellülaz (*Trichoderma viride*'den elde edilmiş Sigma C-9422), hemisellülaz (*Aspergillus niger*'den elde edilmiş Sigma H-2125), amilaz (Porcine pancreastan elde edilmiş Sigma A-3176) ve pepsin (Merck 7190-2000 FIP-U/g) ticari enzim preparatları kullanılmıştır. Enzim tekniğinin uygulanması ve KMS, OMS D'Orleans ve ark. (12), SE ve ME içeriklerinin hesaplanmasında Sauvant ve ark. (13), NE_L ise Aiple ve ark.(14)'na göre hesaplanmıştır. Denemede kullanılan dane yem maddelerinin KM, HK, HP ve HY analizleri Weende analiz sistemine göre (8), HS analizi ise Crampton ve Maynard (9)'in bildirdiği metotla yapılmıştır.

Çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde varyans analizi, gruplar arası farklılığın belirlenmesinde Duncan testi kullanılmıştır (6). İn vivo ve in vitro metotlarla elde edilen değerlerin karşılaştırılmasında metotlar arası benzerliğin tespit edilmesi Bland ve Altman (15)'nin bildirdikleri ve % 95 güven aralığı esasına dayanan benzerlik testi (agreement) kullanılmıştır. Bu değerlendirme sisteminde % 95 güven aralığında hesaplanan, in vivo ve in vitro metotlara ait min-max aralıktaki değerlerin, ortak değere sahip olup olmadığı incelenmiştir. Metotlar arasında ortak değere sahip parametreler benzer olarak ifade edilmiştir. İstatistiksel analizlerde, SAS (16) paket programından yararlanılmıştır.

Bulgular

Denemede kullanılan yem hammaddelerinin ham besin madde içerikleri Tablo 1'de, in vivo sindirilebilir besin madde ve enerji içerikleri Tablo 2'de, yem maddelerinin in vitro sindirilebilir besin madde ve enerji içerikleri Tablo 3'te, çalışmada kullanılan yem maddelerinin sindirilebilir besin madde ve enerji içeriklerinin in vivo ve in vitro

metotlar arası karşılaştırılmasına ait sonuçlar ise Tablo 4'te verilmiştir.

Tartışma

Bu çalışmada, ruminantların beslenmesinde yaygın olarak kullanılan enerji kaynağı yem hammaddelerinin (mısır, arpa, buğday, çavdar, yulaf ve tritikale) in vivo (klasik sindirim) ve in vitro (enzim tekniği) yöntemlerle KMS, OMS, SE, ME ve NE_L düzeylerinin belirlenmesi ve in vitro metodun güvenilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

Yem maddelerinin in vivo KMS mısır, arpa, buğday, çavdar, yulaf ve tritikalede sırasıyla % 83,81, % 79,86, % 81,34, % 83,05, % 75,50 ve % 84,00 olarak bulunmuştur (P < 0,05). Bu parametre açısından en yüksek değerler sırasıyla tritikale, mısır ve çavdardan elde edilmiş, bunları sırasıyla buğday, arpa ve yulaf izlemiştir (Tablo 2). Clark ve Beard (17) arpa, buğday ve yulafın KMS değerlerini sırasıyla % 82-84, % 86 ve % 79 olarak bulmuşlardır. Tespit edilen KMS değerleri, bu çalışmadan elde edilen değerlerden yüksek bulunmuştur. Öğretmen ve Kılıç (10) ise, aynı yem maddeleri için bu değerleri % 88,38, % 76,48 ve % 70,70 olarak bildirmektedirler. Aynı araştırmacıların arpa için bildirdiği KMS değeri (% 88,38) de bu çalışmadan elde edilen değerden yüksek; ancak buğday ve yulaf için buldukları değerler (% 76,48- % 70,70) düşüktür.

Organik maddenin sindirilme derecesi mısır, arpa, buğday, çavdar, yulaf ve tritikalede sırasıyla % 83,90, % 81,50, % 82,33, % 83,84, % 76,95 ve % 84,81 olarak belirlenmiştir (P < 0,05). Organik madde sindiriminde en yüksek değer tritikaleden elde edilmiş (% 84,81), ancak bu değer istatistiki yönden mısır, buğday ve çavdar ile benzer bulunmuştur. Bu parametre açısından en düşük değer (% 75,95) yulaftan elde edilmiş, bu değeri arpaya ait değer (% 81,50) izlemiştir. Yulafta OMS'nin düşük oluşunun ana nedeni, bu yem hammaddesinin HS içeriğinin yüksek oluşudur. Nitekim yemlerin sindirilme derecesinin teorik hesaplanmasında, yemin HS içeriği önemli bir faktör olarak ele alınmakta ve hayvan türlerine göre değişiklik göstermekle birlikte, yemin HS içeriği belli bir faktörle çarpılarak total sindirilebilirlik için öngörülen değerden çıkarılmaktadır. Örneğin; koyunlarda OMS'nin hesaplanmasında yemin HS içeriği 0,83 faktörü ile çarpılmakta ve elde edilen değer, total sindirilebilirlikten (% 99) düşürülmektedir (1). Bu çalışmada kullanılan yem maddelerinin HS içerikleri incelendiğinde, HS içeriğine

Tablo 1. Çalışmada kullanılan yem maddelerinin ham besin madde içerikleri, % KM.

Yem	KM	HK	OM	HP	HS	HY	NÖM
Mısır	87,21	1,54	98,46	10,68	2,81	2,79	82,18
Arpa	90,44	2,79	97,21	13,22	6,87	2,15	74,97
Buğday	88,84	1,80	98,20	16,43	3,27	1,45	77,05
Çavdar	88,38	1,84	98,16	12,44	2,62	1,08	82,03
Yulaf	90,14	3,61	96,39	10,81	12,98	4,17	68,44
Tritikale	90,04	1,71	98,29	15,81	2,15	0,83	79,50
K. yonca	88,97	13,40	86,60	14,85	27,64	3,45	40,66

Tablo 2. Yem maddelerinin in vivo yöntemle belirlenen sindirilebilir besin madde (% KM) ve enerji (MJ/kg KM) içerikleri.

	Mısır	Arpa	Buğday	Çavdar	Yulaf	Tritikale
KMS	83,81 ± 1,29 ^a	79,86 ± 1,09 ^b	81,34 ± 0,64 ^{ab}	83,05 ± 0,79 ^a	75,50 ± 1,01 ^c	84,00 ± 0,62 ^a
OMS	83,90 ± 1,13 ^{ab}	81,50 ± 1,11 ^b	82,33 ± 0,62 ^{ab}	83,84 ± 0,75 ^{ab}	76,95 ± 0,93 ^c	84,81 ± 0,50 ^a
HPS	46,54 ± 4,36 ^c	62,11 ± 2,24 ^{ab}	64,12 ± 2,85 ^a	60,49 ± 3,04 ^{ab}	52,82 ± 4,48 ^{bc}	69,30 ± 2,18 ^a
HSS	41,18 ± 4,09 ^{bc}	51,58 ± 4,38 ^b	30,11 ± 3,89 ^c	33,06 ± 3,62 ^c	64,63 ± 4,89 ^a	20,70 ± 3,29 ^c
HYS	87,38 ± 1,68 ^a	86,42 ± 2,60 ^a	87,41 ± 2,42 ^a	57,00 ± 4,18 ^b	91,44 ± 0,89 ^a	47,92 ± 5,79 ^c
NÖMS	90,34 ± 0,81 ^a	87,34 ± 0,83 ^b	88,29 ± 0,74 ^{ab}	89,14 ± 0,72 ^{ab}	83,84 ± 1,29 ^c	89,64 ± 0,51 ^{ab}
SE	15,94 ± 0,22 ^{ab}	15,49 ± 0,21 ^b	15,64 ± 0,12 ^b	15,93 ± 0,14 ^{ab}	14,62 ± 0,18 ^c	16,12 ± 0,10 ^a
ME	13,52 ± 0,18 ^a	12,76 ± 0,17 ^{cd}	12,98 ± 0,10 ^{bc}	13,12 ± 0,12 ^{bc}	12,39 ± 0,16 ^d	13,23 ± 0,08 ^{ab}
NE _L	8,41 ± 0,14 ^a	7,84 ± 0,13 ^c	7,99 ± 0,08 ^{bc}	8,13 ± 0,09 ^{abc}	7,52 ± 0,12 ^d	8,21 ± 0,06 ^{ab}

a,b,.....: Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler farklı bulunmuştur (P < 0.05).

Tablo 3. Yem maddelerinin in vitro yöntemle belirlenen sindirilebilir besin madde (% KM) ve enerji (MJ/ kg KM) içerikleri

	Mısır	Arpa	Buğday	Çavdar	Yulaf	Tritikale
KMS	81,21 ± 0,39 ^b	80,04 ± 0,59 ^b	81,04 ± 1,48 ^b	81,72 ± 0,63 ^b	62,05 ± 0,42 ^c	84,17 ± 0,43 ^a
OMS	82,27 ± 0,43 ^b	81,07 ± 0,59 ^b	81,82 ± 1,56 ^b	82,66 ± 0,63 ^{ab}	63,25 ± 0,43 ^c	84,76 ± 0,53 ^a
SE	15,27 ± 0,06 ^{ab}	14,98 ± 0,12 ^b	15,22 ± 0,27 ^{ab}	15,07 ± 0,10 ^b	11,88 ± 0,07 ^c	15,61 ± 0,10 ^a
ME	12,90 ± 0,06 ^a	12,51 ± 0,11 ^b	12,68 ± 0,21 ^{ab}	12,68 ± 0,08 ^{ab}	9,90 ± 0,07 ^c	13,04 ± 0,09 ^a
NE _L	8,41 ± 0,03 ^a	8,11 ± 0,05 ^c	8,23 ± 0,10 ^{bc}	8,30 ± 0,04 ^{ab}	6,79 ± 0,04 ^d	8,43 ± 0,04 ^a

a,b,.....: Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler farklı bulunmuştur (P < 0.05).

Tablo 4. Yem maddelerinin in vivo ve in vitro yöntemle belirlenen sindirilebilir besin madde (% KM) ve enerji içeriklerinin (MJ/kg KM) karşılaştırılması.

	min - max	ortalama	İn vivo Min - max	İn vitro Ortalama	Benzerlik
Mısır;					
KMS	81,07 – 86,55	83,81 ± 1,29	80,35 – 82,06	81,21 ± 0,39	+
OMS	81,49 – 86,31	83,90 ± 1,13	81,32 – 83,23	82,27 ± 0,43	+
SE	15,48 – 16,40	15,94 ± 0,22	15,15 – 15,40	15,27 ± 0,06	-
ME	13,13 – 13,90	13,52 ± 0,18	12,80 – 13,00	12,90 ± 0,05	-
NE _L	8,10 – 8,71	8,41 ± 0,14	8,36 – 8,45	8,41 ± 0,02	+
Arpa;					
KMS	77,55 – 82,18	79,86 ± 1,09	78,76 – 81,33	80,04 ± 0,59	+
OMS	79,14 – 83,87	81,50 ± 1,11	79,78 – 82,36	81,07 ± 0,59	+
SE	15,04 – 15,94	15,49 ± 0,21	14,71 – 15,25	14,98 ± 0,12	+
ME	12,41 – 13,12	12,76 ± 0,17	12,28 – 12,75	12,51 ± 0,11	+
NE _L	7,57 – 8,11	7,84 ± 0,13	7,99 – 8,23	8,11 ± 0,05	+
Buğday;					
KMS	79,98 – 82,71	81,34 ± 0,64	77,79 – 84,30	81,04 ± 1,48	+
OMS	81,00 – 83,66	82,33 ± 0,62	78,40 – 85,24	81,82 ± 1,55	+
SE	15,39 – 15,89	15,64 ± 0,12	14,62 – 15,82	15,22 ± 0,27	+
ME	12,78 – 13,19	12,98 ± 0,10	12,17 – 13,19	12,68 ± 0,23	+
NE _L	7,83 – 8,15	7,99 ± 0,07	8,00 – 8,47	8,23 ± 0,11	+
Çavdar;					
KMS	81,37 – 84,72	83,05 ± 0,79	80,34 – 83,10	81,72 ± 0,63	+
OMS	82,24 – 85,44	83,84 ± 0,75	81,27 – 84,04	82,66 ± 0,63	+
SE	15,63 – 16,23	15,93 ± 0,14	14,86 – 15,28	15,07 ± 0,10	-
ME	12,86 – 13,37	13,12 ± 0,12	12,49 – 12,88	12,68 ± 0,09	+
NE _L	7,93 – 8,33	8,13 ± 0,09	8,20 – 8,40	8,30 ± 0,05	+
Yulaf;					
KMS	73,33 – 77,66	75,50 ± 1,01	61,13 – 62,97	62,05 ± 0,42	-
OMS	74,96 – 78,95	76,95 ± 0,94	62,30 – 64,19	63,25 ± 0,43	-
SE	14,24 – 15,00	14,62 ± 0,18	11,74 – 12,02	11,88 ± 0,07	-
ME	12,05 – 12,73	12,39 ± 0,16	9,78 – 10,02	9,90 ± 0,05	-
NE _L	7,27 – 7,78	7,52 ± 0,12	6,72 – 6,82	6,79 ± 0,04	-
Tritikale;					
KMS	82,67 – 85,33	84,00 ± 0,63	83,23 – 85,10	84,17 ± 0,43	+
OMS	83,74 – 83,87	84,81 ± 0,50	83,83 – 85,68	84,76 ± 0,42	+
SE	15,91 – 16,32	16,12 ± 0,10	15,40 – 15,82	15,61 ± 0,10	-
ME	13,06 – 13,41	13,23 ± 0,08	12,88 – 13,20	13,04 ± 0,07	+
NE _L	8,07 – 8,34	8,21 ± 0,06	8,36 – 8,51	8,43 ± 0,03	-

bağlı olarak OMS'deki düşüş, mısır, arpa, buğday, çavdar, yulaf ve tritikale için sırasıyla 2,33, 5,70, 2,71, 2,17, 10,77 ve 1,78 olarak hesaplanmaktadır. Yulaf için hesaplanan 10.77 değeri, yulaftan OMS için elde edilen % 75,95 değerinin diğer yem maddelerinden düşük oluşu nedenini açıklamaktadır. Mısırın OMS'ni De Boever ve ark. (18), % 89,4; Aufrere ve Doreau (19), % 86,9; MAFF (3) ise % 87,0 olarak bildirmektedirler. Bu değerler, yapılan çalışmadan elde edilen değerden kısmen yüksek bulunmuştur. Arpanın OMS'ni Öğretmen ve Kılıç (10), % 83,70, Aerts ve ark. (20), % 60,60, O'Mara ve ark. (21), % 86,10, Dowman ve Collins (22), % 78,60-% 88,40 arasında, Akyıldız (23), % 84,90, MAFF (3) ise % 86,00 olarak bildirmektedirler. Bu çalışmada arpa için elde edilen OMS değeri (% 81,50), Öğretmen ve Kılıç (10) ile Dowman ve Collins (22)'in bildirdiği değerler ile benzer bulunurken, Aerts ve ark. (20)'nin bildirdiği değerlerden yüksek, O'Mara ve ark. (21), Akyıldız (23) ve MAFF (3)'ün bildirdikleri değerlerden ise düşüktür.

Araştırmada yem hammaddelerinin SE, ME ve NE_L değerleri hesaplanmıştır (Tablo 2). SE içerikleri bakımından mısır, arpa, buğday, çavdar, yulaf ve tritikale için elde edilen değerler sırasıyla 15,94, 15,49, 15,64, 15,93, 14,62 ve 16,12 MJ/kg KM olarak ($P < 0,05$) bulunmuştur. Bu parametre açısından en yüksek değer tritikaleden elde edilmiş (16,12 MJ/kg KM), ancak bu değer, mısır ve çavdar ile benzer bulunmuştur. SE içeriği bakımından en düşük değer yulaftan (14,62 MJ/kg KM) elde edilmiş, bu değeri buğday ve arpaya ait değerler (15,49 ve 15,64) izlemiştir.

Çalışmada kullanılan yem maddelerinin ME içeriklerine ilişkin değerler mısır, arpa, buğday, çavdar, yulaf ve tritikale için sırasıyla 13,52, 12,76, 12,98, 13,12, 12,39 ve 13,23 MJ/kg KM olarak ($P < 0,05$) belirlenmiştir. ME içerikleri bakımından en yüksek değer mısırdan elde edilmiş (13,52 MJ/kg KM), bu değer, istatistiki yönden tritikalenin ME değeri ile benzer (13,23 MJ/kg KM) ($P < 0,05$); çavdar (13,12 MJ/kg KM), buğday (12,98 MJ/kg KM) ve arpadan (12,76 MJ/kg KM) elde edilen ME değerlerinden yüksek bulunmuştur. ME içeriği yönünden en düşük değer, yulaftan (12,39) elde edilmiştir.

Denemede kullanılan yem hammaddelerinin NE_L parametresine ait değerler mısır, arpa, buğday, çavdar, yulaf ve tritikale için sırasıyla 8,41, 7,84, 7,99, 8,13, 7,52 ve 8,21 MJ/kg KM olarak tespit edilmiştir ($P < 0,05$). NE_L içerikleri bakımından en yüksek değer mısırdan elde edilmiş (8,41); bu değer, tritikale (8,21)

çavdar (8,13) ile benzer, buğday (7,99), arpa (7,84) ve yulaftan (7,52) yüksek ($P < 0,05$) bulunmuştur. NE_L içerikleri bakımından en düşük değer yulaf örneklerinden elde edilmiştir.

Bir yem maddesinin enerji (SE, ME ve NE_L) içeriği, o yemin sindirilebilir besin maddelerinin belli katsayılarla çarpımından elde edildiğinden, yem maddesinin enerji değeri ile yemin sindirilebilir besin maddeleri miktarları arasında pozitif bir korelasyon mevcuttur. Nitekim Tablo 2'deki yem hammaddelerinin sindirilme dereceleri incelendiğinde, OMS değeri en yüksek olan tritikale ve mısırdan elde edilen enerji değerlerinin de yüksek olduğu görülecektir. OMS bakımından tritikale ve mısır ile benzerlik gösteren buğday ve çavdarda HY düzeylerinin düşük oluşu, bu yem maddelerindeki ME düzeylerinin düşmesinde önemli bir neden olarak gösterilebilir. Nitekim ME değerlerinin hesaplanmasında SHY miktarı diğer besin maddelerine oranla, daha yüksek (0,0342) bir katsayı ile çarpılmaktadır.

Mısır, arpa, buğday, çavdar, yulaf ve tritikalenin in vitro KMS dereceleri sırasıyla % 81,21, % 80,04, % 81,04, % 81,72, % 62,05 ve % 84,17; OMS dereceleri ise aynı sıraya göre % 82,27, % 81,07, % 81,82, % 82,66, % 63,25 ve % 84,76 olarak bulunmuştur (Tablo 3). KMS ve OMS bakımından en yüksek değerler tritikale örneklerinden (sırasıyla % 84,17 ve % 84,76) elde edilmiş ($P < 0,05$), bu değerleri çavdar, mısır, buğday ve arpa izlemiştir. Yulafa ait değerler her iki parametre açısından da en düşük grup olarak belirlenmiştir. Ancak OMS değerleri açısından tritikale ile çavdar benzer bulunmuştur. Klasik sindirim denemesinde, yulafın OMS'de gözlenen düşüklük, in vitro sindirim denemesinde daha belirgin bir hal almıştır. Nitekim birinci denemede, diğer yem maddelerine göre 7-8 birim olan düşüklük, bu denemede 18-19 birimlik farklılığa dönüşmüştür. Bu durum, çeşitli araştırmacılar tarafından, rumen ortamında farklı niteliklere sahip enzimlerin bulunmasına karşın, in vitro enzim denemelerinde spesifik bazı selülotik preparatların kullanıldığı ve bu durumun HS sindiriminin düşmesine bağlı olarak OMS'yi de düşürdüğü şeklinde yorumlanmaktadır (24,25).

Yılmaz ve Zincirlioğlu (26) 15'er adet mısır, arpa ve buğday örneği üzerinde yaptıkları in vitro sindirim denemesinde, bu yem hammaddelerinin KMS'lerini sırasıyla % 75,96, % 72,39 ve % 84,97 olarak bulmuşlardır. Yazıcıoğlu ve Yeldan (27) ise, mısır ve arpada aynı değerleri sırasıyla % 60,22-62,62 ve %

64,62 olarak bildirmektedirler. Her iki çalışmadan elde edilen KMS değerleri, buğday hariç, bu çalışmada bulunan verilerden daha düşük, buğdaya ait değer ise daha yüksek bulunmuştur.

Tahıl danelerinin OMS değerlerine ilişkin literatür verileri, buğday için (22,26) genelde bu çalışmadan elde edilen değerden (% 81,82) yüksek bulunmuştur. Nitekim Bilgili (28) bu değeri % 92,54; Dowman ve Collins (22), % 89,90-% 94,50; Yılmaz ve Zincirlioğlu (26) ise % 85,11 olarak bildirmektedirler. Arpa için bildirilen değerlerde ise farklılık bulunmaktadır. İnan ve Zincirlioğlu (29), Dowman ve Collins (22) ile Aufrere ve Doreau (19) bu değerleri sırasıyla % 86,80, % 83,50-% 87,50 ve % 93,00 olarak bulmuşlardır. Yılmaz ve Zincirlioğlu (26) ile Yazıcıoğlu ve Yeldan (27) ise sırasıyla % 74,35 ve % 68,71-% 71,57 olarak bildirmektedirler. Mısır için bildirilen OMS değerlerini ise, Aufrere ve Doreau (19) % 93,20, Yılmaz ve Zincirlioğlu (26), % 75,83, Yazıcıoğlu ve Yeldan (27) ise % 67,63-% 70,32 olarak bulmuşlardır. Dowman ve Collins (22) yulaf için OMS değerini % 71,60-% 79,00 olarak bildirmektedirler. Bu değer bu çalışmadan elde edilen yulafa ait OMS değerinden (% 63,25) daha yüksektir.

Denemede in vitro SE değerleri tritikalede en yüksek olarak belirlenirken (15,61 MJ/kg KM) mısır ve buğday bu yem hammaddesi ile benzer, arpa ve çavdar tritikaleden düşük, ancak mısır ve buğday ile benzer bulunmuştur ($P < 0,05$). Yulafa ait SE değeri ise, diğer yem maddeleri arasında en düşük olarak tespit edilmiştir. Bu parametreye ait literatür bilgileri, genelde bu çalışmadan elde edilen değerlerden daha düşük bulunmuştur. Nitekim Yılmaz ve Zincirlioğlu (26) mısır ve arpa için SE değerlerini sırasıyla 14,31 ve 13,63 MJ/kg KM olarak bildirmektedirler. Aynı araştırmacılar buğday için SE değerini bu çalışmaya yakın (15,54 MJ/kg KM) bulmuşlardır.

Denemede kullanılan yem maddelerinin in vitro metotla belirlenen ME değerleri mısır, arpa, buğday, çavdar, yulaf ve tritikale için sırasıyla 12,90, 12,51, 12,68, 12,68, 9,90 ve 13,04 MJ/kg KM olarak ($P < 0,05$) bulunmuştur. Yem maddelerinin ME değerleri bakımından en yüksek değerler tritikale ve mısırdan elde edilmiş, buğday ve çavdara ait değerler ise bunlarla benzer bulunmuştur. Arpadan elde edilen değer ise, buğday ve çavdar ile benzer, ancak tritikale ve mısırdan düşük bulunmuştur. Yulafa ait in vitro ME değeri ise, diğer yem maddelerinin tamamından daha düşük olarak belirlenmiştir.

Tahıl danelerinin in vitro ME içerikleri ile ilgili bilgiler genellikle mısır, arpa ve buğday üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu veriler, bu çalışmanın sonuçları ile karşılaştırıldığında farklı sonuçlar gözlenmiştir. Arpanın in vitro ME değerini Ensminger ve ark. (30), Zincirlioğlu ve ark. (31) ve İnan ve Zincirlioğlu (29) bu çalışmadan elde edilen değerden daha yüksek değerler bildirirken (sırasıyla 13,23, 14,31 ve 13,96 MJ/kg KM), Allen (32) bu çalışma ile uyumlu bir değer (12,67 MJ/kg KM) elde etmiştir. Bilgili (28) ile Yılmaz ve Zincirlioğlu (26) ise buğdayın in vitro ME değerini sırasıyla 14,85 ve 11,95 MJ/kg KM olarak bildirmişlerdir. Bilgili (28)'nin bildirdiği değer, bu çalışmaya ait değerden yüksek, Yılmaz ve Zincirlioğlu (26)'nun bildirdiği değer ise daha düşük bulunmuştur. Yılmaz ve Zincirlioğlu (26)'nun mısırın in vitro ME düzeyi için bildirdikleri 12,12 MJ/kg KM değeri de, bu çalışmadan elde edilen 12,90 MJ/kg KM değerinden daha düşüktür.

Yem hammaddelerinin in vitro NE_L değerleri açısından mısır, arpa, buğday, çavdar, yulaf ve tritikaleye ait değerler, sırasıyla 8,41, 8,11, 8,23, 8,30, 6,79 ve 8,43 MJ/kg KM olarak belirlenmiştir. Bu parametrede de en yüksek değerler tritikale ve mısırdan elde edilmiş, çavdara ait değer ise, bu yem hammaddeleri ile benzer bulunmuştur. Buğdaya ait değer ise, çavdar ve arpa ile benzer; tritikale ve mısırdan düşük; yulaftan yüksek bulunmuştur. Bu parametre açısından da en düşük NE_L değeri yulaftan elde edilmiştir.

Çalışmada kullanılan yem hammaddelerinin in vivo ve in vitro sindirilebilir besin madde ve enerji içeriklerinin karşılaştırılmasına ilişkin veriler Tablo 4'te verilmiştir. Metotlar arası karşılaştırmada aynı yem hammaddesinin iki metoda ilişkin değerlerin benzerlik gösterip göstermediği esas alınmıştır. Bu amaçla % 95 güven aralığı esasına dayanan benzerlik testi (agreement) kullanılmıştır. Bu değerlendirme sisteminde % 95 güven aralığında hesaplanan, in vivo ve in vitro metotlara ait min-max aralıktaki değerlerin ortak değere sahip olmadığı incelenmiştir. Metotlar arasında ortak değere sahip parametreler benzer olarak ifade edilmektedir.

Denemede kullanılan yem hammaddelerinin metotlar arası karşılaştırılmasında, mısırın KMS, OMS ve ME parametreleri açısından in vivo ve in vitro metotlar benzer, SE parametresi açısından ise, in vivo ve in vitro metotlar farklı bulunmuştur. Çalışmada kullanılan yem maddelerinden arpa ve buğday değerlendirildiğinde, KMS,

OMS, SE, ME ve NE_L parametreleri açısından in vivo ve in vitro metotlar arasında benzerlik tespit edilmiştir. Çavdardan elde edilen bulgular metotlar arası KMS, OMS, ME ve NE_L parametreleri açısından benzer, SE parametresi için ise farklı bulunmuştur. Yulafa ait veriler ise, in vivo ve in vitro metotlara ait parametrelerin tamamı farklı bulunmuştur. Tritikalede, in vivo ve in vitro metotlar arasında KMS, OMS ve ME değerleri yönünden benzerlik, SE ve NE_L değerleri açısından ise farklılık belirlenmiştir.

Yem maddelerinin in vivo ve in vitro parametrelerine ait değerlerin ele alındığı Tablo 4 incelendiğinde, yulaf dışındaki diğer yem hammaddelerinin tamamında in vivo ve in vitro metotlardan elde edilen OMS değerlerinin

benzer olduğu; yulaf ise, in vitro OMS değerinin in vivo değerden düşük olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada; a) Yulaf dışındaki diğer yem hammaddelerinin in vivo ve in vitro KMS ve OMS değerlerinin benzer olduğu, b) Arpa, buğday ve çavdarda in vivo metot yerine enzim tekniğinin yem maddelerinin ME ve NE_L değerlerinin belirlenmesinde kullanılabileceği, c) Mısırdaki NE_L , tritikalede ise ME değerlerinin belirlemede in vivo metot yerine enzim tekniğinin kullanılabileceği, d) Yulafte enzim tekniğinin in vivo metot yerine kullanılamayacağı, e) Ülkemizde üretimi yeni gelişmekte olan tritikalenin, ruminant beslemede mısıra eşdeğer bir yem hammaddesi olarak değerlendirilebileceği, sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- Coşkun, B., Şeker, E., İnal, F.: Yemler ve Teknolojisi. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayın Ünitesi. 1998. Konya.
- Alp, M., Türker, H.: Yaygın olarak kullanılan kanatlı yemlerinde metabolize olabilir enerjinin hızlı biyolojik yöntemle saptanması. İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg. 1989; 15: 65-80.
- MAFF: Energy Allowances and Feeding Systems for Ruminants. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Department of Agriculture and Fisheries for Scotland, Department of Agriculture for Northern Ireland. Her Majesty's Stationery Office. London. Techn. Bull. 1975; 33, 79 pp.
- De Boever, J.L., Cottyn, B.G., Buysse, F.X., Wainman, F.V., Vanacker, J.M.: The use of an enzymatic technique to predict digestibility metabolizable and net energy of compound feedstuffs for ruminants. Anim. Feed Sci. Technol. 1986; 4: 203-214.
- Tilley, J.M.A., Terry, R.A.: A two-stage technique for in vitro digestion of forage. J. Br. Grassl. Soc. 1963; 18: 104-111.
- Steel, R.C.D., Torrie, J.H.: Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. 2nd Ed. McGraw-Hill Book Company. New York 1980.
- Blatzler, J.W., Swift, R.F.: A comparison of nitrogen and energy determinations on fresh and over-air dried cattle faeces. J. Dairy Sci. 1959; 42: 686-691.
- Akkılıç M., Sürmen, S.: Yem Maddeleri ve Hayvan Besleme Laboratuvar Kitabı. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınları. No: 357. 1979. Ankara Üniversitesi Basımevi. Ankara.
- Crampton, E.W., Maynard, L.A.: The relation of cellulose and lignin content to nutritive value of animal feeds. J. Nutr. 1938; 15: 383-395.
- Öğretmen, T., Kılıç, A.: Gevişgetirenlerin beslenmesinde kullanılan önemli bazı yemlerin NE_L içeriklerinin in vivo ve in vitro yöntemleri ile saptanması. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. 1991. İzmir.
- Van Es, A.J.H.: Feed evaluation for ruminants. I. The systems in use from May 1977 onwards in the Netherlands. Livestock Prod. Sci. 1978; 5: 331-345.
- D'Orleans, M., Giger, S., Sauvant, D.: Mise au point d'une methode enzymatique de prevision de la digestibilite de la matiere organique des aliments concentres. Institut National Agronomique. Paris. Grignon. 1980.
- Sauvant, D., Aufrere, J., Michalet-Doreau, B., Giger, S., Chapoutot, P.: Valeur nutritive des aliments concentres simples: Tables et prevision. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix, I.N.R.A. 1987; 70: 75-89.
- Aiple, K.P., Steingass, H., Drochner, W.: Prediction of the net energy content of raw materials and compound feeds for ruminants by different laboratory methods. Arch. Anim. Nutr. 1996; 49: 213-220.
- Bland, J.M., Altman, D.G.: Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. Lancet. 1. 1986; 43: 307-310.
- SAS.: SAS user's guide: Statistics. Statistical Analysis Systems Institute Inc. 1985. Cary. NC.
- Clark, J., Beard, J.: Prediction of the digestibility of ruminant feeds from their solubility in enzyme solutions. Anim. Feed Sci. Technol. 1977; 2: 153-159.
- De Boever, J.L., Cottyn, B.G., Boucque, Ch.V., Aerts, J.V., Buysse, F.X.: Comparative digestibility by sheep and cows and consequences on energy value. Can. J. Anim. Sci. 1984; 64 (Suppl): 175-176.
- Aufrere, J., Doreau, M.B.: Comparison of methods for predicting digestibility of feeds. Anim. Feed. Sci. Technol. 1988; 20: 203-218.

20. Aerts, J.V., De Brabander, D.L., Cottyn, B.G., Buysse, F.X.: Comparison of laboratory methods for predicting the organic matter digestibility of forages. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1977; 2: 337-349.
21. O'Mara, F.P., Coyle, J.E., Drennan, M.J., Young, P., Caffrey, P.J.: A comparison of digestibility of some concentrate feed ingredients in cattle and sheep. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1999; 81: 167-174.
22. Dowman, M.G., Collins, F.C.: The use of enzyme to predict the digestibility of animal feeds. *J. Sci. Food Agric.* 1982; 33: 689-696.
23. Akyıldız, A.R.: Türkiye yem Maddeleri: Ham besin maddeleri, hazmolma dereceleri, hazmolabilir besin maddeleri ve nişasta değerleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No. 293. 1967. Ankara.
24. Cone, J.W., Van Gelder, A.H., Van Vuuren, A.M.: In vitro estimation of rumen fermentable organic matter using enzymes. *Netherlands J. Agric. Sci.* 1996; 44: 103-110.
25. Cone, J.W., Vlot, M.: Comparison of degradability of starch in concentrates by enzymes and rumen fluid. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 1990; 63: 142-148.
26. Yılmaz, A., Zincirlioğlu, M.: Ruminant beslemede kullanılan bazı yemlerin in vivo ve in vitro sindirilebilirlikleri arasındaki ilişkiler. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi. 1994. Ankara.
27. Yazıcıoğlu, N., Yeldan, M.: Ruminant yemlerinin sindirilebilirliklerini saptamada uygulanan çeşitli in vitro yöntemlerinin karşılaştırılması üzerinde bir araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 1987. Ankara.
28. Bilgili, H.: İç Anadolu Bölgesinde yetiştirilen bazı buğday varyetelerinde ruminantlar için metabolik enerji değerlerinin saptanması üzerinde bir araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 1993. Ankara.
29. İnan, A., Zincirlioğlu, M.: İç Anadolu Bölgesinde yetiştirilen bazı arpa varyetelerinde ruminant metabolik enerji değerlerinin saptanması üzerine bir araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. 1993. Ankara.
30. Ensminger, M.E., Olfield, J.E., Heinemann, W.W.: *Feeds and Nutrition*. 2nd Ed. The Ensminger Publishing Co. California. USA. 1990.
31. Zincirlioğlu, M., Mutlu, K., Yılmaz, A., Ceylan, N., Yezer, K., Şimşek, M., Türker, M., Gökoğlu, H., Yiğit, S., Yaşacan, Z.: Ruminant karma yemlerinin ve bazı yem hammaddelerinde enerji değerlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Tarım Bakanlığı Koruma Kontrol Genel Müdürlüğü Araştırma Projeleri. 1993. Proje Kodu: KKG-GY-02-Y-4.
32. Allen, D.R.: Feedstuffs ingredient analysis table. *Feedstuffs*, July 26, 1989, 61: 31. 191 p. Carol Stream. IL , USA.