

## Ruminant Beslemede Yaygın Olarak Kullanılan Kimi Kaba Yemlerin Sindirilebilirlik ve Metabolik Enerji Düzeylerinin 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

Received: 20.06.2002

**Özet:** Ruminant beslemede yaygın olarak kullanılan kimi kaba yemlerin kuru madde ve organik madde sindirilebilirliği ile metabolik enerji düzeylerinin iki farklı in vitro metotla (in vitro enzim tekniği ve iki aşamalı sindirim yöntemi) belirlenerek pratikte kullanım olanaklarının araştırıldığı bu çalışmada, 7'şer adet yonca kuru otu, korunga kuru otu ve çayır kuru otu ile 4'er adet buğday samanı, mercimek samanı, mısır silajı ve sorgum silajı kullanılmıştır.

İn vitro enzim tekniği ile yonca kuru otu, korunga kuru otu, çayır kuru otu, buğday samanı, mercimek samanı, mısır silajı ve sorgum silajının kuru madde sindirilme dereceleri sırasıyla % 51,53, % 47,79, % 41,02, % 30,15, % 47,81, % 63,74 ve % 53,25; organik madde sindirilme dereceleri sırasıyla % 57,93, % 52,68, % 46,37, % 33,73, % 53,49, % 67,92 ve % 56,75; metabolik enerji değerleri ise, aynı sıraya göre 9,11, 8,28, 7,31, 5,25, 8,19, 10,74 ve 8,88 MJ/kg KM olarak ( $P < 0,05$ ) bulunmuştur. Aynı yem maddelerinin iki aşamalı sindirim yöntemi ile kuru madde sindirilme dereceleri sırasıyla % 56,32, % 50,21, % 45,31, % 41,34, % 49,67, % 63,19 ve % 53,75; organik madde sindirilme dereceleri sırasıyla % 61,36, % 56,21, % 51,41, % 47,08, % 56,56, % 70,02 ve % 57,16; metabolik enerji değerleri ise, aynı sıraya göre 9,28, 9,07, 7,75, 7,55, 9,16, 10,57 ve 9,01 MJ/kg KM olarak ( $P < 0,05$ ) belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan yem maddelerinin metotlar arası karşılaştırılmasında; buğday samanı hariç, diğer yem maddelerinden elde edilen kuru madde ve organik madde sindirilebilirliği ile metabolik enerji değerleri, her iki metotta benzer ( $P > 0,05$ ) bulunurken; buğday samanında in vitro enzim tekniği ile elde edilen kuru madde ve organik madde sindirilebilirliği ile metabolik enerji değerleri, iki aşamalı sindirim yönteminde belirlenen değerlerden daha düşük ( $P < 0,05$ ) bulunmuştur.

Bu çalışmada, kaba yemlerin sindirilebilirliği ve ME düzeylerinin belirlenmesinde iki aşamalı sindirim yönteminin klasik sindirim denemelerine alternatif olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Kaba yem, in vitro sindirilebilirlik, metabolik enerji düzeyi

### The Determination of Digestibility and Metabolizable Energy Levels of Some Forages Commonly Used in Ruminant Nutrition by In Vitro Methods

**Abstract:** This study was carried out to determine the dry matter (DM) and organic matter (OM) digestibilities, and metabolizable energy levels of some forages commonly used in ruminant nutrition by 2 different in vitro methods; the enzyme technique and the 2-stage method (rumen fluid + HCl-pepsine). Seven different samples of alfalfa hays, sainfoin hay and grass hay, and 4 different samples of wheat straws, lentil straw, corn silage and sorghum silage were used in the experiment.

DM digestibilities were 51.53% for alfalfa hay, 47.79% for sainfoin hay, 41.02% for grass hay, 30.15% for wheat straw, 47.81% for lentil straw, 63.74% for corn silage and 53.25% for sorghum silage by the enzyme technique ( $P < 0.05$ ). OM digestibilities and metabolizable energy levels were 57.93% and 9.11 MJ/kg DM for alfalfa hays, 52.68% and 8.28 MJ/kg DM for sainfoin hay, 46.37% and 7.31 MJ/kg DM for grass hay, 33.73% and 5.25 MJ/kg DM for wheat straw, 53.49% and 8.19 MJ/kg DM for lentil straw, 67.92% and 10.74 MJ/kg DM for corn silage, and 56.75% and 8.88 MJ/kg DM for sorghum silage by enzyme technique ( $P < 0.05$ ). DM and OM digestibilities and metabolizable energy levels were 56.32%, 61.36% and 9.28 MJ/kg DM, respectively, for alfalfa hays, 50.21%, 56.21% and 9.07 MJ/kg DM, respectively, for sainfoin hay, 45.31%, 51.41% and 7.75 MJ/kg DM, respectively, for grass hay, 41.34%, 47.08% and 7.55 MJ/kg DM, respectively, for wheat straw, 49.67%, 56.56% and 9.16 MJ/kg DM, respectively, for lentil straw, 63.19%, 70.02% and 10.57 MJ/kg DM, respectively, for corn silage and 53.75%, 57.16% and 9.01 MJ/kg DM, respectively, for sorghum silage by the 2-stage method ( $P < 0.05$ ). When the 2 techniques were compared, the estimations of DM and OM digestibilities and metabolizable energy levels by both techniques were similar ( $P > 0.05$ ) in all forages, except for wheat straw. DM and OM digestibilities and metabolizable energy levels of wheat straw were lower with the enzyme technique compared to the 2-stage method ( $P < 0.05$ ).

In conclusion, the 2-stage method can be an alternative technique for determining forage digestibility and metabolic energy content to classical digestion trials.

**Key Words:** Forage, in vitro digestibility, metabolizable energy level

## Giriş

Kaba yemlerin enerji içerikleri ve besleyici değerleri, diğer yem maddelerinde olduğu gibi, kuru madde ve organik madde sindirilebilirlikleri ile doğru orantılıdır. Yem maddelerinin sindirilebilirlik ve enerji değerlerinin belirlenmesinde kullanılan respirasyon odaları ve klasik sindirim denemelerinin (1,2) pahalı, uzun zaman alması ve düzenek kurma zorlukları gibi olumsuz yönleri bulunmaktadır. Bu durumu göz önünde bulunduran araştırmacılar, yem maddelerinin sindirilebilirliklerinin belirlenmesinde yeni arayışlara yönelmişlerdir.

Ruminantların beslenmelerinde kullanılan yem maddeleri, sindirilebilirlik değerlerini etkileyen selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi hücre duvarı elemanları içermektedirler. Yem maddelerinin hücre duvarı elemanlarını yıkımlayabilen enzim karışımları kullanılarak, sindirilebilirliklerini belirlemek amacıyla kimi in vitro metotlar geliştirilmiştir (3). Bu metotların en eskisi Tilley ve Terry (4)'nin iki aşamalı in vitro sindirim yöntemidir. Bu metoda göre, yem maddesi birinci aşamada, anaerob ortamda rumen sıvısı ile; ikinci aşamada ise, seyreltik HCl-pepsin çözeltisi ile inkube edilmektedir. Bu yöntemin her iki aşamasında da inkubasyon süresi 48 saat; inkubasyon ısı ise 38-39 °C'dir. Metodun birinci aşaması yem maddesinin yapısında bulunan selülozun; ikinci aşama ise, çözünmemiş proteinlerin parçalanmasını sağlamaktadır (5,6).

İki aşamalı sindirim yönteminde, rumen sıvısının temini için canlı hayvan barındırma zorunluluğunun bulunması, araştırmacıları fungal selüloz preparatları kullanılarak uygulanan enzim tekniklerinin geliştirilmesi yoluna yöneltmiştir (7). Enzim tekniğinde, çoğunlukla *Trichoderma viride*, *Trichoderma resei* ya da *Aspergillus niger*'den elde edilen selüloz enzimi kullanılmaktadır (8,9). Enzim tekniği uygulamasında yemlerin sadece selüloz enzimi ile inkubasyona bırakılması yeterli olmamakta, ayrıca ruminantların alt sindirim organlarının etkisini gösterebilecek bir uygulamanın da yapılması gerekmektedir. Bu amaçla seyreltilmiş HCl - pepsin çözeltisi kullanılmaktadır (5).

Çeşitli kaynaklara göre, enzim tekniğinde pepsin-HCl ve selüloz inkubasyonları için 24 saat ile 48 saate kadar değişen inkubasyon süreleri yeterli bulunurken; bazı araştırmacılar, bu sürenin yem maddesinin kalitesine bağlı olduğunu, kalitesiz yem maddelerinde bu sürenin 48 saatten daha fazla olabileceğini, inkubasyon ısısının ise 40

°C olduğunu bildirmektedirler (10-12). Selüloz kullanılarak hazırlanan tampon çözeltinin pH'sı 4,6-4,8, yem maddesinin partikül büyüklüğü 0,75-1 mm; kullanılan yem miktarı ise, 0,2-0,5 g arasında değişmektedir (11,12).

Kaba yem maddelerinde sindirilebilirliğin belirlenmesini amaçlayan bir çalışmada (13), in vitro enzim tekniğinin besin madde analizlerine dayalı hesaplamalara kıyasla daha iyi sonuçlar verdiği bildirilmektedir. Çeşitli kaba yem örnekleri ile yapılan bir çalışmada (14), iki aşamalı in vitro sindirim yöntemi ve in vitro enzim tekniği karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve güvenilirliğin daha az olmasına rağmen, bazı avantajlarından dolayı, in vitro enzim tekniğinin yem değerinin saptanmasında rutin olarak kullanımının iki aşamalı in vitro sindirim yöntemine kıyasla daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır. Bazı araştırmacılar (12) yem maddelerinin in vitro sindirilebilirliğinin belirlenmesinde rumen sıvısı yerine selüloz enzimi kullanımının uygun olabileceğini; ayrıca, kısa zamanda sonuç vermesi ve hayvan materyaline gereksinim duyulmaması gibi avantajlarının da bulunduğunu bildirmektedirler.

Bu çalışmanın amacı, ruminant beslemede yaygın olarak kullanılan kimi kaba yemlerin kuru madde ve organik madde sindirilebilirlikleri ile metabolik enerji düzeylerini iki farklı in vitro metotla belirlemek ve her iki yöntemin pratikte kullanım olanaklarını araştırmaktır.

## Materyal ve Metot

### Materyal

Araştırmada yem materyali olarak 7'şer adet yonca kuru otu (YKO), çayır kuru otu (ÇKO) ve korunga kuru otu (KKO) ile 4'er adet buğday samanı (BS), mercimek samanı (MeS), mısır silajı (MS) ve sorgum silajı (SS) olmak üzere, toplam 37 adet kaba yem örneği kullanılmıştır. Yem örnekleri, kuru madde (KM), organik madde (OM) ham protein (HP), ham yağ (HY), ham kül (HK), ham selüloz (HS) ve azotsuz öz madde (NÖM) analizleri için 2 mm; enzim tekniği ve iki aşamalı sindirim yöntemi için ise, 1 mm elekten geçecek şekilde öğütülmüşlerdir. Enzim tekniğinde, *Trichoderma viride*'den elde edilmiş selüloz enzimi (Sigma C- 9422) ile pepsin enzimi (Merck 7190-2000 FIP U/g) kullanılmıştır. İki aşamalı sindirim yönteminde kullanılan rumen sıvısı yonca kuru otu tüketen rumen kanüllü tokludan alınmıştır.

## Metot

Yem örneklerinin KM, OM, HP, HY, HK ve NÖM analizleri Weende analiz sistemine (15) göre, HS analizleri ise Crampton ve Maynard (16)'in bildirdiği metotla yapılmıştır. Enzim tekniğinde, her yem maddesinden 3'er tekerrür olacak şekilde kuru madde sindirilebilirliği (KMS) ve organik madde sindirilebilirliği (OMS) Aufrere (13)'nin bildirdiği metotla; metabolik enerji (ME) değerleri ise, Kellner ve Kirchgessner (17)'in bildirdiği eşitlikle hesaplanmıştır. İki aşamalı sindirim yöntemi ile KMS, OMS ve ME değerleri de, her yem maddesinden 3'er tekerrür olacak şekilde, Tilley ve Terry (4)'nin tarif ettiği ve Marten ve Barnes (1) tarafından modifiye edilmiş iki aşamalı sindirim yöntemine göre yapılmıştır. Bu amaçla, günde iki öğün halinde sabah 08:00 ve akşam 20:00'de kuru madde ihtiyacı düzeyinde yonca kuru otu ile beslenen rumen fistüllü toklu, rumen sıvısı inokulant donörü olarak kullanılmıştır. Yemlemeden ortalama 6 saat sonra, uç kısmına steril hortum bağlanan 50 ml'lik plastik enjektörle alınan rumen sıvısı, içerisinde sıcak su geçirilmiş termos kabı içerisinde kısa sürede laboratuvara ulaştırılarak CO<sub>2</sub> gazı altında tülbent bezinden süzöldükten sonra kullanılmıştır. Daha önceden kuru madde sindirilebilirliği klasik sindirim denemesi ile belirlenmiş (KMS % 64,73) yonca kuru otu, kontrol olarak her sette 3 adet kullanılmış ve sonuçlar bu kontrol değerlerine göre düzeltilmiştir.

## İstatistiksel Analizler

Çalışmadan elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde varyans analizi, gruplar arası farklılığın belirlenmesinde ise, Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (18). Her iki metotla elde edilen

değerlerin karşılaştırılmasında Bland ve Altman (19)'in bildirdikleri ve % 95 güven aralığı esasına dayanan benzerlik testi (agreement test) kullanılmıştır. İstatistik analizlerin uygulanmasında SAS (20) paket programından yararlanılmıştır.

## Bulgular

Araştırmada kullanılan yem maddelerinin ham besin madde içerikleri Tablo 1'de, enzim tekniği ile belirlenen KMS, OMS ve ME değerleri Tablo 2'de, iki aşamalı sindirim yöntemi ile belirlenen KMS, OMS ve ME değerleri ise Tablo 3'te verilmiştir. Denemede kullanılan yem maddelerinin metotlar arası karşılaştırılması Tablo 4'te, sunulmuştur.

## Tartışma

Kimi kaba yem maddelerinin KMS, OMS ve ME düzeylerinin in vitro enzim tekniği ve iki aşamalı sindirim yöntemi ile belirlenmesi ve bu sonuçların, klasik sindirim denemeleri ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırılarak, sözü edilen yöntemlerin pratikte kullanılabilme olanaklarının araştırıldığı bu çalışmada kullanılan yem maddelerinin ham besin madde içerikleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Araştırmada kullanılan yemlerin in vitro enzim tekniği ile elde edilen KMS, OMS ve ME değerleri Tablo 2'de sunulmuştur. Yonca kuru otu, korunga kuru otu, çayır kuru otu, buğday samanı, mercimek samanı, mısır silajı ve sorgum silajının KMS değerleri sırasıyla % 51,53, % 47,79, % 41,02, % 30,15, % 47,81, % 63,74 ve % 53,25; OMS değerleri sırasıyla % 57,93, % 52,68, %

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

Yem	KM	HK	OM	HP	HY	HS	NÖM
YKO	91,18	10,01	89,99	15,19	1,93	30,04	42,83
KKO	90,62	8,37	91,63	12,39	1,61	34,84	42,79
ÇKO	90,74	10,34	89,66	10,54	1,59	34,64	42,89
BS	92,76	9,82	90,18	4,64	1,78	38,70	45,06
MeS	92,38	9,71	90,29	7,81	1,40	34,16	46,92
MS	30,70	5,68	94,32	5,63	2,05	25,71	60,93
SS	30,10	5,68	94,32	4,78	0,99	35,47	53,08

YKO: Yonca kuru otu; KKO: Korunga kuru otu; ÇKO: Çayır kuru otu; BS: Buğday samanı; MeS: Mercimek samanı; MS: Mısır silajı; SS: Sorgum silajı ; KM: Kuru madde; HK: Ham kül; OM: Organik madde; HP: Ham protein; HY: Ham yağ; HS: Ham selüloz; NÖM: Azotsuz öz madde

Tablo 2. Yem maddelerinin in vitro enzim tekniği ile belirlenen KMS (% KM), OMS (% KM) ve ME içerikleri (MJ/kg KM).

	YKO	KKO	ÇKO	BS	MeS	MS	SS
KMS	51,53 ± 1,10 <sup>b</sup>	47,79 ± 0,91 <sup>c</sup>	41,02 ± 0,96 <sup>d</sup>	30,15 ± 1,60 <sup>e</sup>	47,81 ± 1,40 <sup>c</sup>	63,74 ± 1,02 <sup>a</sup>	53,25 ± 0,90 <sup>b</sup>
OMS	57,93 ± 1,37 <sup>b</sup>	52,68 ± 1,04 <sup>c</sup>	46,37 ± 1,28 <sup>d</sup>	33,73 ± 1,84 <sup>e</sup>	53,49 ± 1,82 <sup>c</sup>	67,92 ± 1,00 <sup>a</sup>	56,75 ± 0,96 <sup>bc</sup>
ME	9,11 ± 0,22 <sup>b</sup>	8,28 ± 0,61 <sup>c</sup>	7,31 ± 0,76 <sup>d</sup>	5,25 ± 0,82 <sup>e</sup>	8,19 ± 0,79 <sup>c</sup>	10,74 ± 0,45 <sup>a</sup>	8,88 ± 0,42 <sup>bc</sup>

a,b: Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler farklı bulunmuştur (P < 0,05).

YKO: Yonca kuru otu; KKO: Korunga kuru otu; ÇKO: Çayır kuru otu; BS: Buğday samanı; MeS: Mercimek samanı; MS: Mısır silajı; SS: Sorgum silajı; KMS: Kuru madde sindirilebilirliği; OMS: Organik madde sindirilebilirliği; ME: Metabolik enerji

Tablo 3. Yem maddelerinin iki aşamalı sindirim yöntemi ile belirlenen KMS (% KM), OMS (% KM) ve ME içerikleri (MJ/kg KM).

	YKO	KKO	ÇKO	BS	MeS	MS	SS
KMS	56,32 ± 1,08 <sup>b</sup>	50,21 ± 1,05 <sup>c</sup>	45,31 ± 0,90 <sup>d</sup>	41,34 ± 1,27 <sup>e</sup>	49,67 ± 1,59 <sup>c</sup>	63,19 ± 0,24 <sup>a</sup>	53,75 ± 0,36 <sup>b</sup>
OMS	61,36 ± 1,76 <sup>ab</sup>	56,21 ± 1,34 <sup>b</sup>	51,41 ± 1,05 <sup>c</sup>	47,08 ± 1,46 <sup>d</sup>	56,56 ± 2,04 <sup>b</sup>	70,02 ± 0,27 <sup>a</sup>	57,16 ± 0,48 <sup>b</sup>
ME	9,28 ± 0,19 <sup>b</sup>	9,07 ± 0,19 <sup>b</sup>	7,75 ± 0,13 <sup>c</sup>	7,55 ± 0,25 <sup>c</sup>	9,16 ± 0,35 <sup>b</sup>	10,57 ± 0,03 <sup>a</sup>	9,01 ± 0,06 <sup>b</sup>

46,37, % 33,73, % 53,49, % 67,92 ve % 56,75; ME değerleri ise sırasıyla 9,11, 8,28, 7,31, 5,25, 8,19, 10,74 ve 8,88 MJ/kg KM olarak (P < 0,05) belirlenmiştir. İn vitro enzim tekniği ile yem maddelerinin KMS, OMS ve ME parametrelerinin her üçü için en yüksek değerler mısır silajı örneklerinden elde edilmiştir (P < 0,05). Bu yem maddesini yonca kuru otu ve sorgum silajı izlemiştir. Bu metotta en düşük KMS, OMS ve ME değerleri buğday samanı örneklerinden elde edilmiştir (P < 0,05).

Araştırmada kullanılan yem maddelerinin iki aşamalı sindirim yöntemi ile elde edilen KMS, OMS ve ME değerleri Tablo 3'te verilmiştir. Yonca kuru otu, korunga kuru otu, çayır kuru otu, buğday samanı, mercimek samanı, mısır silajı ve sorgum silajının KMS değerleri sırasıyla % 56,32, % 50,21, % 45,31, % 41,34, % 49,67, % 63,19 ve % 53,75; OMS değerleri sırasıyla % 61,36, % 56,21, % 51,41, % 47,08, % 56,56, % 70,02 ve % 57,16; ME değerleri ise sırasıyla 9,28, 9,07, 7,75, 7,55, 9,16, 10,57 ve 9,01 MJ/kg KM olarak (P < 0,05) belirlenmiştir. İki aşamalı sindirim yöntemi ile belirlenen KMS, OMS ve ME parametreleri için en yüksek değerler mısır silajı örneklerinden elde edilmiştir (P < 0,05). Bu değerleri yonca kuru otu ve sorgum silajı örnekleri izlemiştir. KMS, OMS ve ME parametreleri açısından yonca kuru otu, korunga kuru otu, mercimek samanı ve sorgum silajı örnekleri birbirleri ile benzer bulunmuştur. Bu parametreler açısından en düşük

değerler, çayır kuru otu ve buğday samanı örneklerinden elde edilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan yem maddeleri ile benzer yem maddeleri üzerinde yapılan in vitro (enzim tekniği ve iki aşamalı sindirim yöntemi) çalışmalarda, KMS, OMS ve ME parametrelerine ait sonuçlar, bu çalışmanın sonuçları ile benzer (8,21,22) bulunurken; kimi çalışmalarda daha yüksek (10,23-26), kimi çalışmalarda ise daha düşük (27,28) sonuçlar elde edilmiştir. Yem maddelerinin yetiştirildiği toprağın yapısı, yemin varyetesi, biçim dönemi gibi faktörler yem maddelerinin sindirilebilirliği ve dolayısıyla ME içeriği üzerine etkili olduğundan, aynı türden yem örnekleri üzerinde yapılan çalışmalarda, benzer sonuçlar alınabileceği gibi, farklı sonuçların ortaya çıktığı da gözlenmektedir.

Araştırmada kullanılan yem maddelerinin in vitro enzim tekniği ve iki aşamalı sindirim yöntemi ile elde edilen KMS, OMS ve ME parametrelerinin karşılaştırılması Tablo 4'te sunulmuştur. Yonca ve çayır kuru otu örneklerinin KMS değerleri, yöntemler arasında farklı (P < 0,05) bulunurken; OMS ve ME parametrelerine ilişkin değerler benzer bulunmuştur. Buğday samanı örneklerinde ise KMS, OMS ve ME parametrelerinin her üçü de farklı (P < 0,05) bulunmuştur. Korunga kuru otu, mercimek samanı, mısır silajı ve sorgum silajı örneklerinin KMS, OMS ve ME değerleri metotlar arası

Tablo 4. Yem maddelerinin in vitro enzim tekniği ve iki aşamalı sindirim yöntemi ile belirlenen KMS (% KM), OMS (% KM) ve ME (MJ/kg KM) içeriklerinin karşılaştırılması.

	In vitro enzim tekniği		İki aşamalı sindirim yöntemi		Benzerlik
	min - max	ortalama	min - max	Ortalama	
YKO					
KMS	49,14 - 53,91	51,53 ± 1,10	54,00 - 58,64	56,32 ± 1,08	-
OMS	54,98 - 60,88	57,93 ± 1,37	54,04 - 66,14	61,36 ± 1,76	*
ME	8,62 - 9,59	9,11 ± 0,22	8,87 - 9,69	9,28 ± 0,19	*
KKO					
KMS	45,83 - 49,76	47,79 ± 0,91	47,95 - 52,48	50,21 ± 1,05	*
OMS	50,44 - 54,91	52,68 ± 1,04	53,31 - 59,10	56,21 ± 1,34	*
ME	7,92 - 8,63	8,28 ± 0,61	8,56 - 9,57	9,07 ± 0,19	*
ÇKO					
KMS	38,94 - 43,09	41,02 ± 0,96	43,36 - 47,26	45,31 ± 0,90	-
OMS	43,60 - 49,14	46,37 ± 1,28	49,13 - 53,69	51,41 ± 1,05	*
ME	6,88 - 7,75	7,31 ± 0,76	7,47 - 8,03	7,75 ± 0,13	*
BS					
KMS	26,36 - 33,93	30,15 ± 1,60	38,34 - 44,34	41,34 ± 1,27	-
OMS	29,37 - 38,09	33,73 ± 1,84	43,63 - 50,54	47,08 ± 1,46	-
ME	4,56 - 5,93	5,25 ± 0,82	6,96 - 8,13	7,55 ± 0,25	-
MeS					
KMS	44,50 - 51,13	47,81 ± 1,40	45,92 - 53,42	49,67 ± 1,59	*
OMS	49,18 - 57,80	53,49 ± 1,82	51,74 - 61,38	56,56 ± 2,04	*
ME	7,66 - 8,97	8,19 ± 0,79	8,34 - 9,98	9,16 ± 0,35	*
MS					
KMS	61,33 - 66,15	63,74 ± 1,02	62,62 - 63,76	63,19 ± 0,24	*
OMS	65,55 - 70,28	67,92 ± 1,00	69,38 - 70,65	70,02 ± 0,27	*
ME	10,36 - 11,11	10,74 ± 0,45	10,49 - 10,65	10,57 ± 0,03	*
SS					
KMS	51,12 - 55,38	53,25 ± 0,90	52,91 - 54,60	53,75 ± 0,36	*
OMS	54,48 - 59,02	56,75 ± 0,96	56,02 - 58,31	57,16 ± 0,48	*
ME	8,53 - 9,24	8,88 ± 0,42	8,87 - 9,15	9,01 ± 0,06	*

\* : Min-max değerler bakımından ortak değere sahip yem maddeleri, metotlar arası karşılaştırmada benzer bulunmuştur (P < 0.05).

karşılaştırmada, her üç parametre açısından da, benzer bulunmuştur.

Ancak araştırmada kullanılan yem maddelerinin KMS, OMS ve ME parametrelerine ilişkin iki aşamalı sindirim yöntemi ile elde edilen benzer değerler, rakamsal düzeyde de olsa, iki aşamalı sindirim yöntemi ile elde edilen değerler lehine, daha yüksek olarak belirlenmiştir. Çeşitli araştırmacılar (16,29,30) bu sonucu, rumen ortamında farklı nitelik ve aktiviteye sahip enzimlerin bulunmasına karşın, in vitro enzim tekniğinde kullanılan enzimlerin spesifik olması ve bu durumun ham selüloz sindirimini azaltarak KMS, OMS ve dolayısıyla ME değerlerinin de düşmüş olabileceğine bağlamaktadırlar. Nitekim, ham

selüloz miktarı yüksek olan buğday samanının KMS, OMS ve ME içeriği açısından, iki aşamalı sindirim yönteminin lehine istatistiksel düzeyde bir farklılığın ortaya çıkmış olması, bu görüşü destekler niteliktedir.

Çerçi ve ark., üç farklı çalışmada (31-33) mısır silajının KMS ve OMS değerlerini klasik sindirim denemesi ile belirlemişlerdir. Bu araştırmacıların bulduğu KMS değerleri (sırasıyla % 69,76, % 66,87 ve % 66,93) bu çalışmada elde edilen değerlerden yüksek bulunurken; OMS değerleri (sırasıyla % 71,09, % 69,80 ve % 67,90), bu çalışmanın OMS değerleri ile benzer bulunmuştur. Deniz ve ark. (34)'nın mısır silajı için belirlediği KMS ve OMS değerleri (sırasıyla % 56,80 ve %

60,39) ise, bu çalışmanın değerlerinden daha düşük bulunmuştur.

Literatürde kuru yoncanın klasik sindirim denemesi ile belirlenen KMS ve OMS değerlerini Deniz ve ark. (35) sırasıyla % 58,56 ve % 60,58; Nantoume ve ark. (36) % 59,20 ve % 61,40; Rao ve ark.(37) KMS değerini % 52-65 arasında; Iantcheva ve ark. (27) ise, OMS değerini % 60,40 (% 49,20-69,00) olarak bildirmektedirler. Bu araştırmacıların klasik sindirim denemeleri ile elde ettikleri KMS ve OMS değerleri, bu çalışmada enzim tekniği ile elde edilen değerlerden ziyade, iki aşamalı sindirim yöntemiyle elde edilen değerlere daha yakın bulunmuştur.

Yine klasik sindirim denemesi ile yapılan çalışmalarda, ÇKO için KMS ve OMS değerlerini; Deniz ve ark.(35) % 60,18 ve 62,33; Villalobos ve ark. (38) KMS değerini % 59,80-61.80 arasında; Iantcheva ve ark. (27) ise, OMS değerini % 58,00 (% 51,60-63.30) olarak bulmuşlardır. Bu araştırmacıların ÇKO için bildirdikleri KMS ve OMS değerleri, bu çalışmada elde edilen değerlerden yüksek bulunmuştur.

Coşkun ve ark. (39), Tuncer ve ark. (40) ile Coşkun ve ark. (41) buğday samanı için in vivo KMS ve OMS değerlerini sırasıyla % 47,74 ve % 49,22; % 44,28 ve % 45,19; % 47,70 ve % 49,22 olarak bulmuşlardır. Bu araştırmacıların buğday samanı için buldukları KMS değerleri, bu çalışmada buğday samanı için belirlenen KMS değerinden yüksek bulunurken; OMS değerleri, özellikle bu çalışmada iki aşamalı sindirim yöntemi ile elde edilen OMS değerlerine yakın bulunmuştur. Şehu ve ark. (42) da buğday samanının KMS ve OMS değerlerini % 43,7 ve % 47,13 olarak bulmuşlardır. Buğday samanı için bu çalışmada in vitro enzim tekniği ile elde edilen KMS ve

OMS değerleri, Şehu ve ark. (42)'nin bildirdikleri in vivo değerlerden düşük bulunurken, iki aşamalı sindirim yöntemi ile elde edilen KMS ve OMS değerleri bu araştırmacıların bildirdikleri değerlere yakın bulunmuştur.

Coşkun ve ark. (39)'nın mercimek samanı için bildirdikleri KMS ve OMS değerleri (% 64,10 ve % 68,10), bu çalışmada aynı yem maddesi için belirlenen değerlerle benzer bulunmuştur. Yine Şehu ve ark. (42), mercimek samanının KMS ve OMS değerlerini % 49,43 ve % 55,09 olarak belirlemiş ve bu araştırmacıların bildirdikleri in vivo sindirim değerleri de, bu çalışmada mercimek samanı için in vitro enzim tekniği ve iki aşamalı sindirim yöntemi ile elde edilen KMS ve OMS değerlerine yakın bulunmuştur.

Sonuç olarak; bu çalışmada, çeşitli kaba yem maddelerinin enzim tekniği ve iki aşamalı sindirim yöntemi ile belirlenen KMS, OMS ve ME değerlerinin, buğday samanı hariç, diğer yem maddelerinde benzer olduğu; bu değerlerin, klasik sindirim denemesi ile belirlenen KMS ve OMS değerleri ile yapılan karşılaştırmalarda; iki aşamalı sindirim yöntemi ile elde edilen sonuçların, enzim tekniğine kıyasla klasik sindirim denemeleri ile elde edilen sonuçlara daha yakın olduğu, ayrıca, enzim tekniğinde kullanılan enzim preparatlarının çok pahalı olması ve ülkemizde konu ile ilgili laboratuvarların hayvan barındırmalarının ciddi sorun oluşturmaması nedeniyle, iki aşamalı sindirim yönteminin kaba yemlerin sindirilebilirliği ve ME düzeylerinin belirlenmesinde kullanılabileceği ve bu yöntemin uygulanması ile ülkemize kayda değer miktarda döviz tasarrufu sağlayacağı, sonucuna varılmıştır.

## Kaynaklar

1. Marten, G. C., Barnes, R. F.: Prediction of energy digestibility of forages with in vitro rumen fermentation and fungal enzyme systems. In "Proc. Int. Workshop on Standardization of Analytical Methodology for Feed". Ed. W. J. Pigden, C.C. Balch, M. Graham, Int. Dev. Res. Center, 1980, Ottawa, Canada.
2. Pace, V., Barge, M.T., Settineri, D., Malossini, F.: Comparison of forage digestibility in vitro with enzymic solubility. Anim. Feed Sci. Technol. 1994; 11: 125-136.
3. 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.
4. 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.
5. Givens, D.I., Adamson, A.H., Coby, J.M.: The effect of ammoniation on the nutritive value of wheat, barley and oat straws. II. Digestibility and energy value measurements in vivo and their prediction from laboratory measurements. Anim. Feed Sci. Technol. 1988; 19: 173-184.
6. Weiss, W.P.: Symposium: Prevailing concepts in energy utilization by ruminants. Predicting Energy Values of Feeds. J. Dairy Sci. 1993; 76: 1802-1811.

7. 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.
8. Aufrere, J.: Use of enzymatic methods to predict feed energy and protein values. VI. International Grassland Congress, Nice, France, 1989.
9. Öğretmen, T., Kılıç, A.: Gevişgetirenlerin beslenmesinde kullanılan önemli bazı yemlerin NEL içeriklerinin in vivo ve in vitro yöntemleri ile saptanması. E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi, 1991, İzmir.
10. De Boever, J.L., Cottyn B.G., De Brabender, D.L., Vanacker, J.M., Boucque, Ch.V.: Equations to predict digestibility and energy value of grass silages, maize silages, grass hays, compound feeds and raw materials for cattle. Nutr. Abst. Rev. Series B: Livestock Feeds and Feeding. 1999; 69: 835-850.
11. De Boever, J.L., Cottyn, B.G., Vanacker, J.M., Boucque, Ch.V.: An improved enzymatic method by adding gamma-nase to determine digestibility and predict energy value of compound feeds and raw materials for cattle. Anim. Feed Sci. Technol. 1994; 47: 1-18.
12. Dickerson, R.L., Bill, J.R., Scott, G.: Cellulase vs. rumen fluid for in vitro digestibility of mixed diets. J. Range Manag. 1988; 41: 337-339.
13. Aufrere, J.: Etude de la prevision de la digestibilite des fourrages par une methode enzymatique. Ann. Zootech. 1982; 31(2): 111-130.
14. De Boever, J.L., Cottyn B.G., Veries J.I., Buysse, F.X., Vanacker, J.M.: The use of a cellulase technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of forages. Anim. Feed Sci. Technol. 1988; 19: 247-260.
15. Akkılıç M., Sürmen, S.: Yem Maddeleri ve Hayvan Besleme Laboratuvar Kitabı. A.Ü. Veteriner Fak. Yayınları No: 357 A.Ü. Basımevi, 1979, Ankara.
16. 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.
17. Kellner, R.J., Kirchgessner, M.: A method of estimating digestibility of green fodder and roughages with cellulase in vitro. Landw. Forschung, 1976; 20: 204-210.
18. Steel, R.C.D., Torrie, J.H.: Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. McGraw-Hill Book Company, 1980, New York.
19. Bland, J.M., Altman, D.G.: Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. Lancet, 1986; 43: 307-310.
20. SAS.: SAS user's guide: Statistics. Statistical Analysis Systems Institute Inc, 1985, Cary, NC.
21. Yılmaz, A., Zincirlioğlu, M.: Ruminant beslemede kullanılan bazı yemlerin in vivo ve in vitro sindirilebilirlikleri arasındaki ilişkiler. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi, 1994, Ankara.
22. Allen, D.R.: Feedstuffs ingredient analysis table. Feedstuffs, 61: 31-191.
23. Moss, A.R., Givens, D.I.: Chemical composition and in vitro digestion to predict digestibility of field-cured and barn-cured grass hays. Anim. Feed Sci. Technol. 1990; 31: 125-138.
24. Jarrige, R.: Ruminant Nutrition. Recommended allowances and feed tables. Chapters 13-14, 1989; 213-305.
25. Moss, A.R., Givens, D.I., Phipps, R.H.: Digestibility and energy value of combinations of forage mixtures. Anim. Feed Sci. Technol. 1992; 39: 151-172.
26. Mekasha, Y., Tegegne, A., Yami, A., Umunna, N.N: Evaluation of non-conventional agro-industrial by-products as supplementary feeds for ruminant: in vitro and metabolism study with sheep. Small Rum. Res. 2002; 44: 25-35.
27. Kirchgessner, M.: Hayvan Besleme. Çeviri: Doç. Dr. Asım Kılıç, TÜBİTAK Yayınları No: 611, 1985, Ankara.
28. Iantcheva, N., Steingass, H., Todorov, N., Pavlov, D.: A comparison of in vitro rumen fluid and enzymatic methods to predict digestibility and energy value of grass and alfalfa hay. Anim. Feed Sci. Technol. 1999; 81: 333- 344.
29. 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.
30. 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; 14: 203-214.
31. Çerçi, İ.H., Şahin; K., Güler, T., Tatlı, P.: Farklı oranlarda silajlık mısır ve yonca kullanılarak yapılan silajların kalitesinin belirlenmesi. Türkiye 1. Silaj Kongresi, 16-19 Eylül, 1997, Bursa.
32. Çerçi, İ.H., Şahin; K., Güler, T., Gürdoğan, F.: Ara ürün olarak silajlık mısır yetiştirilmesi ve bu mısırın iki farklı ortamda silolanmasının silaj kalitesine etkisi. Türkiye 1. Silaj Kongresi, 16-19 Eylül 1997, Bursa
33. Çerçi, İ.H., Tatlı, P., Gürdoğan, F., Birben, B. : Farklı vejetasyon dönemlerinde hasat edilen mısıra üre katkısının silaj kalitesi ve toklularda besin maddelerinin sindirilebilirliği üzerine etkisi. I. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 29 Ağustos-02 Eylül, 2001, Elazığ.
34. Deniz, S., Denek, N., Nursoy, H., Oğuz, N.: Değişik şekillerde üretilen Şeker Pancarı posası silajının kuzu ve süt ineği rasyonlarında kullanılma olanakları. III. Sindirilebilirlik ve Kuzu Besisi Denemesi. Tr. J. Vet. Anim. Sci., 2002, 26: 771-777.
35. Deniz, S., Denek, N., Karslı, M.A., Yumak, H., Nursoy, H.: Farklı batözlerle öğütmenin kaba yemlerin besin madde içeriği ile yem tüketimi ve sindirilme derecesine etkisi. Yüzüncü Yıl Üniv. Vet. Fak. Derg., 2000, 11: 82-86.
36. Nantoume, H., Forbes, T.D.A., Hensarling, C.M., Sieckenius, S.S.: Nutritive value and palability of guajillo (*Acacia berlandieri*) as a component of goat diets. Small Rum. Res. 2001; 40: 139-148.

37. Rao, M.R., Harbers, L.H., Smith, E.F.: Estimating intake and digestibility of native flint hills hay. *J. Range Manag.* 1974: 27: 20-23.
38. Villalobos, G., Adams, D.C., Klopfenstein, T.J., Nichols, T.J., Lamb, J.B.: Grass hay as a supplement for grazing cattle. I. Animal performance. *J. Range Manag.* 1997: 50: 351-356.
39. Coşkun, B., Kadak, R., Tuncer, Ş.D., Şeker, E., Baytok, E., Deligözoğlu, F.: Üre ve melasla muamele edilen buğday ve mercimek samanlarının hayvan beslemede kullanımı üzerine araştırmalar. *Hay. Araş. Derg.*, 1991; 1: 27-33.
40. Tuncer, Ş. D., Coşkun, B., Deniz, S., İnal, F., Polat, E.S., Deligözoğlu, F.: Pamuk tohumu kapçıının sindirilme derecesi üzerine çeşitli kimyasal maddelerle muamelenin etkileri. *Hay. Araş. Derg.*, 1992; 2: 14-17.
41. Coşkun, B., Deniz, S., Ayar, A., Kadak, R., Deligözoğlu, F.: Amonyak ile muamele edilen buğday samanının sindirilme derecesinin tespiti ve siğir besisinde kullanıma imkanları. *Selçuk Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 1992: 8: 69-73.
42. Şehu, A., Yalçın, S., Önel, A.G., Koçak, D.: Kaba yemlerin bazı özelliklerinden yararlanarak kuzularda kuru madde tüketimi ve canlı ağırlık artışının belirlenmesi. *Tr. J. Vet. Anim. Sci.*, 1998; 22: 475-483.