

## Kaba Yemlerin Rumende Protein Parçalanabilirliklerinin *in situ* Naylon Torba Tekniği ile Belirlenmesi

Muazzez POLAT<sup>1</sup> Yılmaz ŞAYAN<sup>2</sup> Hülya ÖZKUL<sup>3</sup>  
Cemal POLAT<sup>4</sup>

Geliş tarihi: 25.07.2007

Kabul edilmiş tarihi: 27.09.2007

**Öz:** Bu çalışmanın amacı Batı Anadolu koşullarında yetiştirilen bazı kaba yemlerin (yonca kuruotu, çayır kuruotu, mısır silo yemi, buğday samanı) Metabolik Protein (MP) içeriklerinin hesaplanmasında kullanılan rumende etkin parçalanmış protein (ERDP) ve parçalanmamış protein (RUP) fraksiyonlarını *in situ* naylon torba tekniği ile belirlemektir. Bu amaçla, rumende 0 (A, ham proteinin suda çözülebilir kısmı), 4, 8, 16, 24, 48 ve 72 saatlik inkübasyon periyotlarına göre ham protein (HP) parçalanabilirliklerinden, HP parçalanabilirlik parametreleri olan b (HP'nin suda çözünmeyen fakat rumen mikroorganizmaları tarafından parçalanabilir kısmı), c (b'nin saatte parçalanma oranı) ve T (Lag time) elde edilmiş, bunlardan rumenden geçiş hızı katsayılarına göre değişen p (etkin protein parçalanabilirliği=ERDP) oranları hesaplanmıştır. Son olarak da, kaba yemlerin HP'leri içerisindeki rumenden geçiş hızlarına göre ERDP ve RUP (HP-ERDP) miktarları bulunmuştur. Sonuç olarak, kaba yemler MP içeriklerinin hesaplanmasında kullanılan ERDP fraksiyonu bakımından yonca kuruotu, çayır kuruotu, mısır silajı, buğday samanı, RUP fraksiyonu bakımından ise yonca kuruotu, mısır silajı, çayır kuruotu ve buğday samanı şeklinde sıralanmıştır. Ruminantların protein gereksinimlerinin MP olarak karşılanabilmesi için hazırlanan rasyonlarda protein kaynaklarının rasyonel kullanılmasında ve rumende protein metabolizmasında kayıp olan azotun kaynaklanan çevre kirliliğinin önlenmesinde, kaba yemlerin ERDP miktarlarının dikkate alınması gerekmektedir. Ayrıca, bu yemlerin RUP içeriklerinin kalitelerinin belirlenmesi gerektiği de ileri sürülebilir.

**Anahtar kelimeler:** Ruminant, kaba yem, *in situ*, protein parçalanabilirliği

<sup>1</sup>Araş. Gör., E.Ü. Z. F. Zootekni Bölümü, 35100 Bornova-İzmir,  
muazzez.polat@ege.edu.tr

<sup>2</sup>Prof. Dr. E.Ü. Z. F. Zootekni Bölümü, 35100 Bornova-İzmir

<sup>3</sup>Dr., E.Ü.Z.F. Zootekni Bölümü, 35100 Bornova-İzmir

<sup>4</sup>Yrd. Doç. Dr., N.K.Ü. Z.F. Zootekni Bölümü, Tekirdağ

## Determination of Roughages Protein Degradation in the Rumen by Using *in situ* Nylon Bag Method

**Abstract:** The aim of the present study was to obtain the effective rumen degradable (ERDP) and undegradable protein (RUP) values of some roughages grown Western Anatolia (alfalfa hay, grass hay, maize silage and wheat straw) by using *in situ* Nylon Bag Method to determine metabolizable protein (MP) content. The crude protein (CP) degradability parameters b (potential degradable CP), c (fractional rate of degradation of feed CP per hour) and T (Lag time) were obtained based on the degradation rates of roughage CP in the rumen for 0 (water soluble CP), 4, 8,16,24,48 and 72 hours. Furthermore, p (effective degradability) values were found by using these parameters according to rumen outflow rates. Lastly, ERDP and RUP (CP-ERDP) amounts were calculated based on CP contents. According to the obtained findings, ERDP amounts were decreased in the following order alfalfa hay, grass hay, maize silage and wheat straw, RUP amounts were ranked as alfalfa hay, maize silage, grass hay and wheat straw from the highest to the lowest according to the rumen outflow rates. It can be stated that, to meet ruminants protein requirements with MP system, the ERDP is needed to prepare rational ration formulation and to prevent N pollution leads to an excess of N in the rumen. Also, intestinal digestibility of RUP needs to be considered.

**Key words:** Ruminant, roughage, *in situ*, protein degradation

### Giriş

Ruminantlar için önemli enerji kaynağı olan kaba yemlerden yonca gibi baklagillerin protein içerikleri yüksektir. Bu nedenle baklagil ile baklagil ve buğdaygil karışımlarından protein kaynağı olarak da yararlanılmaktadır. Örneğin, süt sığırı rasyonlarında iyi nitelikli bir çayırotu ile hayvanın enerji ihtiyacının yaklaşık % 50'sinin, protein ihtiyacının % 60'dan fazlasının kolayca karşılanabildiği bildirilmektedir (Tamminga ve Chen, 2000). Ayrıca, ruminant rasyonlarının kaba yem ağırlıklı olarak hazırlanması aynı zamanda sürdürülebilir tarım için gerekli işletme girdilerinin azaltılması ve son zamanlarda uygulama alanı hızla artan organik hayvansal üretim içinde de önemli bir yer tutar.

Kaba yemler ruminantların protein ihtiyaçlarını rumende sentezlenen mikrobiyal protein ve rumenden parçalanmadan geçen yem proteinleri ile birlikte karşılarlar (Broderick, 1995). Ancak, yonca kuruotu gibi çoğu kaba yem proteinlerinin rumende parçalanmayan kısmı (RDP) yüksek, buna karşılık rumende parçalanmayan kısmı (RUP) düşük olduğu için, RDP mikrobiyal protein sentezi için iyi bir kaynak olmasına rağmen, RUP nispeten yeterli bir kaynak değildir (Klopfenstein ve ark., 2001). Nitekim, baklagil ve buğdaygil kaynaklı kaba yem proteinlerinin rumende hızlı ve aşırı miktarda

parçalanmasının rumende protein etkinliğinin azalmasına neden olduğu, bu aşırı ve hızlı parçalanma sonucu mikrobiyal proteine dönüşemeyen NH<sub>3</sub>'ın idrar ile birlikte atıldığı bildirilmektedir (Broderick, 1995). Bu durum da hem çevre kirliliği hem de pahalı olan yem kaynaklarının rasyonel bir şekilde kullanılmamasına neden olabilmektedir. Diğer kaba yemlerden farklı olarak samanlar için ise düşük protein içerikleri ve rumen çözünübilirlikleri ile rasyonların rumende hızlı çözünabilir protein içeriklerinin dengelenmesinde kullanılacakları, böylece aşırı amonyak kaybını engelleyecekleri bildirilmektedir (Anonim, 2002). Ayrıca, rumende sentezlenen mikrobiyal protein özellikle laktasyonun başlangıcındaki süt ineklerinin protein ihtiyacını karşılamak için yeterli değildir. Bu nedenle, ruminantların protein ihtiyaçları öncelikle yemlerin RDP ve RUP içeriklerine göre tanımlanmalı, genç ve yüksek verimli ruminant rasyonlarına rumende parçalanmayan protein içerikleri yüksek olan yemler ilave edilmelidir (Orskov, 1982; Kılıç, 1988). Son zamanlarda, ruminantlar için yem proteinlerini değerlendirmede kullanılan mevcut sistemlerde yemlerin RDP ve RUP içeriklerinin incebağırsaktaki sindirilebilirliklerinden oluşan metabolik protein (MP) şeklinde tanımlanması gerektiği bildirilmektedir (AFRC, 1993; NRC, 2000; 2001). Çünkü RUP'nin incebağırsaktaki sindirilebilirliği yem kaynağına bağlı olarak değişebilir. Nitekim kaba yemlerin RUP içeriklerinin incebağırsaktaki sindirilebilirliklerin yoğun yemlerden daha düşük olduğu bildirilmektedir (Haugen, 2006). Bu nedenle de ruminantların protein ihtiyaçlarının karşılanmasında ülkemizde yoğun olarak kullanılan kaba yemlerin öncelikle RDP ve RUP içeriklerinin, daha sonra ise incebağırsaktaki sindirilebilirliklerinin belirlenmesine gereksinim vardır. Yem proteinlerinin RDP ve RUP içeriklerinin belirlenmesinde en yaygın kullanılan metot Naylon Torba Tekniği'dir (Broderick,1995;Hvelplund ve Weisbjerg,2000). Bu tekniğe göre yemlerin RDP içerikleri rumenden geçiş hızına göre etkin protein parçalanabilirliği (ERDP) olarak tanımlanmaktadır (AFRC,1993).

Bu çalışmanın amacı, ülkemizde ruminant rasyonlarında önemli miktarlarda kullanılan bazı kaba yemlerin MP içeriklerinin hesaplanmasında kullanılacak rumende etkin parçalanmayan protein (ERDP) ve parçalanmayan protein (RUP) fraksiyonlarını *in situ* naylon torba tekniği ile belirlemektir.

### Materyal ve Yöntem

Araştırmanın yem materyalini, Batı Anadolu koşullarında yetiştirilerek Şayan ve ark. (2004) tarafından yürütülen bir çalışmada kullanılan 10'u yonca kuruotu (YKO), 10'u çayır kuruotu (ÇKO), 10'u mısır silo yemi (MSY), 10'u buğday samanı (BĞS) olmak üzere toplam 40 adet kaba yem örneği oluşturmuştur.

Kaba yemlerin rumende HP parçalanabilirliklerinin belirlenmesinde kullanılan *in situ* Naylon Torba Tekniği Orskov ve McDonald (1979)'ın önerileri doğrultusunda yapılmıştır. Bu amaçla 3 adet ergin, rumen kanüllü Tahirova koçundan yararlanılmıştır. Bireysel bölmelerde barındırılan bu koçlar, “yaşama payı x 1.25” düzeyindeki Kaba:Yoğun yem oranı 60:40 olacak şekilde hazırlanan rasyonu sabah ve akşam olacak şekilde tüketmişlerdir. Koçların önünde temiz içme suyu ve yalama taşının bulunmasına dikkat edilmiştir. Çalışmada, 2.5 mm'ye öğütülmüş 4-5 g civarındaki kaba yem örnekleri darası alınmış numaralı naylon torbalara (9x14 cm ve 40 µ gözenek çapında) tartılmış ve bu torbalar bir hortumda (30-35 cm) 3 adet olacak şekilde 4, 8, 16, 24, 48 ve 72 saatlik inkübasyon periyotlarına göre rumene sarkıtılmıştır. Her bir kaba yem örneği ile her inkübasyon süresi için 3 paralel çalışılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda torbalar rumenden alınarak hemen suya daldırılmıştır. Bunu takiben tüm torbalar çamaşır makinesinde 15 dakikalık bir yıkama işlemine tutulmuş, hortumlarından ayrılmış ve 55–60 °C'ye ayarlı etüvde en az 48 saat kurutulmuşlardır. Daha sonra torbaların geriye tartımları yapılmıştır. Her bir kaba yem örneğinin 0 saatlik inkübasyon periyodu olarak da adlandırılan yıkama kaybının (A, HP'nin suda çözülebilir kısmı) belirlenmesi için yemler aynı yöntemle en az 2 paralel olacak şekilde tartılmış ve 1 saat ılık suda bekletilmişlerdir. Son olarak da 1 mm'ye öğütülmüş her bir kaba yem örneğinin ve inkübasyon sonrası torba içerisinde kalan artıkların kuru madde (KM) ve *in vitro* Kjeldahl yöntemine göre HP analizleri yapılmıştır (Bulgurlu ve Ergül, 1978). Yemlerin 0, 4, 8, 16, 24, 48, 72 saatlik inkübasyon periyotlarına göre HP parçalanabilirliklerinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$\text{HP parçalanabilirliği} = \frac{(\text{İnk. öncesi HP miktarı,g} - \text{İnk. sonrası HP miktarı,g}) \times 100}{\text{İnk. öncesi HP miktarı,g}}$$

İnkübasyon periyotlarına göre HP parçalanabilirliklerinden, Neway programı kullanılarak HP parçalanabilirlik parametreleri b (HP'nin suda çözünmeyen fakat rumen mikroorganizmaları tarafından parçalanabilir kısmı), c (b'nin saatte parçalanma oranı) ve T (Lag time:

gerileme fazı) parametreleri elde edilmiştir. Bu parametrelerden de rumenden geçiş hızı katsayılarına göre değişen p (etkin protein parçalanabilirliği) oranları T (Lag time : gerileme fazı) içeren “  $A+(bxc)/(c+k)-e^{-(c+k)*T}$  ” eşitliğine göre hesaplanmıştır (Mc Donald 1981). Son olarak da kaba yemlerin HP’leri içerisindeki rumenden geçiş hızına göre etkin parçalanmış protein miktarı (ERDP) ve rumende parçalanmayan protein miktarları (RUP: HP-ERDP) bulunmuştur. Elde edilen araştırma bulgularının istatistiksel olarak değerlendirilmesinde SPSS paket programından yararlanılmıştır (SPSS, 2002).

#### **Araştırma Bulguları**

Kaba yemlerin HP içeriklerinin rumende 0, 4, 8, 16, 24, 48, 72 saatlik inkübasyon periyotlarındaki parçalanabilirlikleri Çizelge 1’de, bu parçalanabilirliklerden hesaplanan b, c ve T (Lag time) parametreleri ile bu parametrelerden hesaplanan p oranları Çizelge 2’de verilmiştir.

Kaba yemlerin Çizelge 1 ve 2’de verilen HP parçalanabilirlikleri ve bunlardan elde edilen HP parçalanabilirlik parametreleri ile p oranlarına ait ortalamalar Çizelge 3’de verilmiş, inkübasyon periyotlarına göre yemlerin HP parçalanabilirlikleri Şekil 1’de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Kaba yemlerin inkübasyon periyotlarına göre HP parçalanabilirlikleri, %

YEM	İnkübasyon periyotları (saat)						
	0 (A)	4	8	16	24	48	72
YKO 1	38.13	46.36	58.22	76.10	80.69	85.16	86.28
YKO 2	39.22	53.85	66.69	82.67	84.13	87.67	89.11
YKO 3	45.33	51.56	63.99	76.55	85.17	86.89	89.16
YKO 4	43.09	48.59	63.00	73.88	81.18	84.41	85.49
YKO 5	57.66	64.33	71.80	78.59	84.85	88.53	91.37
YKO 6	53.42	61.64	70.03	82.93	85.86	88.62	92.01
YKO 7	49.56	53.89	75.95	86.06	91.44	92.01	93.67
YKO 8	29.52	46.68	57.07	73.11	80.21	82.14	83.21
YKO 9	42.03	49.62	60.83	75.96	81.84	85.61	88.13
YKO 10	48.47	52.46	68.39	80.47	85.95	88.12	89.23
ÇKO 1	41.07	48.27	59.87	68.58	73.40	79.47	83.03
ÇKO 2	51.42	57.35	68.37	74.16	78.31	80.01	81.78
ÇKO 3	30.77	35.42	46.74	56.94	66.29	76.72	81.72
ÇKO 4	46.65	49.35	56.19	64.82	73.63	82.77	85.11
ÇKO 5	31.92	43.82	52.99	63.66	66.95	68.43	70.74
ÇKO 6	37.05	37.84	42.92	54.01	59.44	67.63	71.85
ÇKO 7	28.74	29.85	35.76	41.80	46.74	56.36	64.44
ÇKO 8	55.57	60.04	62.98	71.74	75.25	83.43	88.05
ÇKO 9	40.56	42.56	49.10	52.49	58.44	62.76	65.67
ÇKO 10	32.41	35.91	40.76	46.02	51.58	58.49	64.20
MSY 1	14.62	18.99	27.37	38.70	47.35	61.45	71.08
MSY 2	20.37	29.10	39.33	52.62	64.71	74.39	78.78
MSY 3	39.31	41.17	44.18	52.02	57.17	64.52	71.93
MSY 4	44.86	49.64	53.06	60.71	68.27	77.62	80.81
MSY 5	41.29	41.86	47.26	57.39	68.78	79.88	81.81
MSY 6	25.54	28.60	34.68	43.39	47.05	61.11	68.33
MSY 7	27.68	30.09	42.42	51.84	57.28	68.88	71.54
MSY 8	34.28	36.10	37.36	46.61	52.10	57.54	60.69
MSY 9	37.16	44.04	48.11	57.73	64.32	72.48	76.36
MSY 10	11.21	15.09	20.21	28.03	37.15	45.09	47.17
BĞS 1	14.07	19.50	26.69	36.40	46.09	54.89	62.98
BĞS 2	11.60	13.60	17.30	27.76	34.43	43.94	48.77
BĞS 3	8.87	10.49	15.87	25.12	30.17	41.65	46.25
BĞS 4	6.70	10.95	14.39	25.78	28.48	38.67	40.58
BĞS 5	14.93	18.58	27.03	37.09	39.48	44.98	49.75
BĞS 6	5.34	10.18	20.79	31.26	43.82	54.92	60.67
BĞS 7	10.07	19.23	28.22	35.63	43.29	46.86	51.52
BĞS 8	11.88	14.98	22.30	29.20	36.95	48.97	57.85
BĞS 9	12.90	19.45	25.67	31.53	38.28	44.28	48.43
BĞS 10	14.89	16.71	20.27	28.23	34.05	43.22	52.34

A; (HP'nin suda çözülebilir kısmı : yıkama kaybı)

Çizelge 2. Kaba yemlerin HP parçalanabilirlik parametreleri ve p oranları<sup>1</sup>

YEM	A, %	b, %	c, s <sup>-1</sup>	Lag Time T, s	Geçiş hızı katsayılarına göre p oranları <sup>2</sup> , %		
					0.02 s <sup>-1</sup>	0.05 s <sup>-1</sup>	0.08 s <sup>-1</sup>
YKO 1	38.13	62.58	0.1087	2.4	76.6	67.0	60.7
YKO 2	39.22	59.58	0.1343	1.4	80.6	72.3	66.5
YKO 3	45.33	55.55	0.1014	2.5	79.7	70.9	65.2
YKO 4	43.09	56.62	0.1109	2.5	76.7	68.3	62.8
YKO 5	57.66	34.36	0.0685	0.5	83.1	76.4	72.4
YKO 6	53.42	43.61	0.0989	1.5	83.4	76.3	71.6
YKO 7	49.56	82.50	0.1924	3.4	85.7	78.1	72.5
YKO 8	29.52	57.24	0.1066	0.6	74.3	65.0	58.8
YKO 9	42.03	56.26	0.0991	2.3	78.0	68.9	63.0
YKO 10	48.47	61.52	0.1361	3.2	81.2	73.4	67.9
ÇKO 1	41.07	43.49	0.0742	0.9	72.7	64.4	59.4
ÇKO 2	51.42	36.87	0.1222	1.9	75.6	70.3	66.6
ÇKO 3	30.77	56.64	0.0515	1.7	66.7	54.8	48.4
ÇKO 4	46.65	45.90	0.0493	2.5	73.8	64.2	59.2
ÇKO 5	31.92	41.11	0.1148	0.8	63.7	57.4	53.0
ÇKO 6	37.05	46.36	0.0593	4.1	60.7	51.7	47.2
ÇKO 7	28.74	49.43	0.0254	1.9	51.6	41.6	37.4
ÇKO 8	55.57	35.22	0.0364	0.5	77.7	69.9	66.0
ÇKO 9	40.56	27.66	0.0489	1.7	58.2	52.3	49.2
ÇKO 10	32.41	36.23	0.0346	0.5	53.8	45.9	42.2
MSY 1	14.62	64.39	0.0330	1.4	51.9	37.5	30.8
MSY 2	20.37	64.49	0.0569	1.3	63.1	49.9	42.6
MSY 3	39.31	39.70	0.0280	1.9	60.1	51.4	47.6
MSY 4	44.86	39.38	0.0390	1.3	69.9	60.8	56.4
MSY 5	41.29	52.78	0.0458	4.3	69.1	58.1	52.6
MSY 6	25.54	57.83	0.0313	1.8	53.9	42.2	37.2
MSY 7	27.68	50.53	0.0563	2.3	59.0	48.6	42.9
MSY 8	34.28	32.14	0.0447	3.4	52.1	45.3	41.8
MSY 9	37.16	41.05	0.0444	0.2	65.1	56.1	51.5
MSY 10	11.21	42.64	0.0503	2.2	36.9	27.9	23.2
BĞS 1	14.07	54.66	0.0403	1.0	47.4	35.5	29.7
BĞS 2	11.60	46.53	0.0428	3.4	36.7	26.8	22.0
BĞS 3	8.87	47.45	0.0340	2.2	33.9	23.8	19.9
BĞS 4	6.70	39.57	0.0500	1.9	30.8	22.5	18.2
BĞS 5	14.93	39.26	0.0717	1.9	39.8	32.5	28.2
BĞS 6	5.34	62.50	0.0476	1.9	43.9	30.5	23.5
BĞS 7	10.07	40.49	0.0693	0.1	41.2	33.3	28.7
BĞS 8	11.88	55.25	0.0268	1.0	41.9	29.6	24.3
BĞS 9	12.90	37.02	0.0543	0.0	38.6	30.8	26.7
BĞS 10	14.89	50.09	0.0240	2.1	38.6	28.0	23.7

<sup>1</sup> A, HP'nin suda çözünabilir kısmı; b, HP'nin suda çözünmeyen fakat rumen mikroorganizmaları tarafından parçalanabilir kısmı ; c, s<sup>-1</sup> : b'nin saatte parçalanma oranı (saatte parçalanmış protein miktarı), p (ERDP) :  $A+(bxc)/(c+k)-e^{-(c+k)*T}$  HP'nin rumenden geçiş hızına göre etkin parçalanabilirliği , <sup>2</sup> Rumenden geçiş hızı katsayıları (düşük düzeyde beslenen koyun ve sığır için: 0.02 s<sup>-1</sup>, koyun, besi sığırı ve 15 kg/gün verimli süt sığırı için : 0.05 s<sup>-1</sup>, 15 kg/günden yüksek verimli süt sığırı için: 0.08 s<sup>-1</sup>)

Çizelge 3. Kaba yemlerin inkübasyon periyotlarına göre HP parçalanabilirlikleri (%), HP parçalanabilirlikleri parametreleri ve p oranları ortalamaları<sup>1</sup>

YEM	İnkübasyon periyotları (saat)						
	0 (A)	4	8	16	24	48	72
YKO	44.64 ±1.8	52.90 ±1.3	65.59 ±1.4	78.63 ±1.0	84.13±0.8	86.92±0.7	88.77±0.8
ÇKO	39.62 ±2.0	44.04 ±2.2	51.57 ±2.3	59.42 ±2.4	65.00±2.3	71.60±2.2	75.66±2.0
MSY	29.63 ±2.5	33.47 ±2.4	39.40 ±2.2	48.90 ±2.3	56.37±2.4	66.29±2.3	70.85±2.3
BĞS	11.13 ±0.7	15.37 ±0.9	21.85 ±1.1	30.80 ±1.1	37.50±1.4	46.40±1.3	51.91±1.6
	A, %	b,%	c, s <sup>-1</sup>	Lag Time T, s	Geçiş hızı katsayılarına göre p oranları <sup>2</sup> , %		
					0.02 s <sup>-1</sup>	0.05 s <sup>-1</sup>	0.08 s <sup>-1</sup>
YKO	44.64 <sup>a</sup> ±1.8	56.98 <sup>a</sup> ±2.9	0.1157 <sup>a</sup> ±0.08	2.0 ± 0.2	79.9 <sup>a</sup> ±0.8	71.6 <sup>a</sup> ±1.0	66.1 <sup>a</sup> ±1.1
ÇKO	39.62 <sup>a</sup> ±2.0	41.89 <sup>b</sup> ±2.0	0.0616 <sup>b</sup> ±0.08	1.6 ± 0.3	65.4 <sup>b</sup> ±2.0	57.2 <sup>b</sup> ±2.1	52.8 <sup>b</sup> ±2.1
MSY	29.63 <sup>b</sup> ±2.5	48.49 <sup>b</sup> ±2.7	0.0429 <sup>b</sup> ±0.03	2.0 ± 0.3	58.1 <sup>c</sup> ±2.2	47.8 <sup>c</sup> ±2.2	42.6 <sup>c</sup> ±2.3
BĞS	11.13 <sup>c</sup> ±2.0	47.30 <sup>b</sup> ±2.2	0.0460 <sup>b</sup> ±0.05	1.5 ± 0.3	39.3 <sup>d</sup> ±1.1	29.3 <sup>d</sup> ±1.0	24.5 <sup>d</sup> ±0.9

<sup>1</sup> Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklar önemlidir (P < 0.05). A, HP'in suda çözünabilir kısmı; b, HP'in suda çözünmeyen fakat rumen mikroorganizmaları tarafından parçalanabilir kısmı; c, s<sup>-1</sup>: b'nin saatte parçalanma oranı (saatte parçalanmış protein miktarı), p:  $A+(bxc)/(c+k)-e^{-(c+k)*T}$  HP'in rumenden geçiş hızına göre etkin parçalanabilirliği (rumende parçalanabilir protein); Lag time, (T), s : gerileme fazı ; <sup>2</sup> Rumenden geçiş hızı katsayıları (düşük düzeyde beslenen koyun ve sığır için: 0.02 s<sup>-1</sup>, koyun, besi sığırı ve 15 kg/gün verimli süt sığırı için : 0.05 s<sup>-1</sup>, 15 kg/günden yüksek verimli süt sığırı için: 0.08 s<sup>-1</sup>)

Çizelge 3'te ve Şekil 1'de görüldüğü gibi, kaba yemlerin *in situ* naylon torba tekniği ile elde edilen HP parçalanabilirlikleri 0-72 saatlik inkübasyon periyotları arasında YKO'da % 44.64-88.77, ÇKO'da % 39.62-75.66, MSY'de % 29.63-70.85 ve BĞS'da % 11.13-51.91 olarak artan bir seyir göstermiştir. İnkübasyon periyotlarına göre HP parçalanabilirliklerinden hesaplanan b, c parametreleri ve Lag time (T) ise sırasıyla YKO'da % 56.98, 0.1157 s<sup>-1</sup>, 2.0 s; ÇKO'da % 41.89, 0.0616 s<sup>-1</sup>, 1.6 s; MSY'de % 48.49, 0.0429 s<sup>-1</sup>, 2.0 s ve BĞS'da % 47.30, 0.0460 s<sup>-1</sup>, 1.5 s olarak bulunmuştur. Elde edilen bulgular istatistiksel olarak incelendiğinde, 0 saatlik inkübasyon periyodu olarak da adlandırılan HP içeriğinin suda çözünabilir kısmı A parametresi bakımından birbirine yakın olan YKO ve ÇKO'da, MSY ve BĞS'dan, MSY'de BĞS'dan, b ve c parametreleri bakımından ise YKO'da, birbirine yakın olan MSY, BĞS ve ÇKO'dan önemli derecede yüksek bulunmuştur (P<0.05).

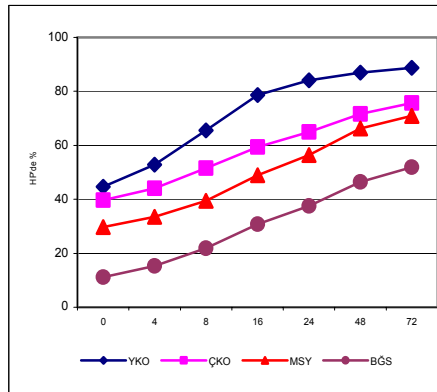


Kaba yemlerin A, b, c ve T (Lag time) parametreleri ve rumenden geçiş hızı katsayılarından ( $0.02 \text{ s}^{-1}$ ,  $0.05 \text{ s}^{-1}$ ,  $0.08 \text{ s}^{-1}$ ) yararlanarak hesaplanan p oranları ise sırasıyla YKO'da % 79.9, 71.6, 66.1; ÇKO'da % 65.4, 57.2, 52.8; MSY'de % 58.1, 47.8, 42.6 ve BĞS'da % 39.3, 29.3, 24.5 olarak bulunmuştur. Yapılan istatistiksel değerlendirmede ise, p oranları tüm rumenden geçiş hızlarında YKO'da, ÇKO'dan, ÇKO'da MSY'den, MSY'de de BĞS'dan önemli derecede yüksek bulunmuştur ( $P < 0.05$ ). Kaba yemlerin YKO'nda 154.6-219.4 g/kg KM, ÇKO'nda 66.3-108.3 g/kg KM, MSY'de 59.0-96.4 g/kg KM ve BĞS'nde 26.2-59.3 g/kg KM arasında değişen HP içerisindeki ERDP ve RUP miktarlarına (HP-ERDP) ait ortalamalar Çizelge 4'de verilmiş, Şekil 2'de de gösterilmiştir.

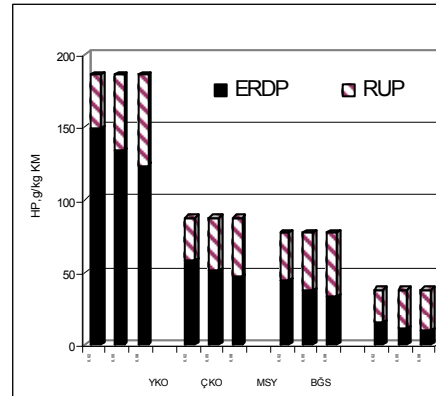
Çizelge 4. Kaba yemlerin HP içeriklerinin ERDP ve RUP miktarları<sup>1</sup>

YEM	ERDP, g/kg KM			RUP, g/kg KM		
	$0.02 \text{ s}^{-1}$	$0.05 \text{ s}^{-1}$	$0.08 \text{ s}^{-1}$	$0.02 \text{ s}^{-1}$	$0.05 \text{ s}^{-1}$	$0.08 \text{ s}^{-1}$
YKO	149.3 <sup>a</sup> ±4.4	133.9 <sup>a</sup> ±4.2	123.6 <sup>a</sup> ± 4.0	37.1 <sup>a</sup> ±2.6	52.5 <sup>a</sup> ±2.9	62.8 <sup>a</sup> ±3.1
ÇKO	57.8 <sup>b</sup> ±4.4	50.7 <sup>b</sup> ±4.2	46.9 <sup>b</sup> ± 4.0	29.7 <sup>ab</sup> ±2.6	36.8 <sup>b</sup> ±2.9	40.7 <sup>b</sup> ±3.1
MSY	44.6 <sup>c</sup> ±4.4	36.8 <sup>c</sup> ±4.2	33.0 <sup>c</sup> ± 4.0	32.3 <sup>a</sup> ±2.6	40.1 <sup>b</sup> ±2.9	43.9 <sup>b</sup> ±3.1
BĞS	14.7 <sup>d</sup> ±4.4	10.9 <sup>d</sup> ±4.2	9.1 <sup>d</sup> ±4.0	23.3 <sup>b</sup> ±2.6	27.1 <sup>c</sup> ±2.9	28.9 <sup>c</sup> ±3.1

<sup>1</sup> Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan ortalamalar arası farklar önemlidir ( $P < 0.05$ ).



Şekil 1. Kaba yemlerin HP içeriklerinin inkübasyon periyotlarına göre HP parçalanabilirlikleri



Şekil 2. Kaba yemlerin HP içeriklerinin ERDP ve RUP miktarları

Çizelge 4 ve Şekil 2’de görüldüğü gibi, YKO, ÇKO, MSY, ve BĞS’lerinin sırasıyla KM’de HP miktarları 186.4, 87.5, 76.9, 38.0 g/kg KM ve HP miktarlarının  $0.02\text{ s}^{-1}$ ,  $0.05\text{ s}^{-1}$ ,  $0.08\text{ s}^{-1}$  rumenden geçiş hızı katsayılarına göre değişen ERDP miktarları 149.3, 57.8, 44.6, 14.7 g/kg KM, 133.9, 50.7, 36.8, 10.9 g/kg KM, 123.6, 46.9, 33.0, 9.1 g/kg KM, UDP miktarları da 37.1, 29.7, 32.3, 23.3 g/kg KM, 52.5, 36.8, 40.1, 27.1 g/kg KM, 62.8, 40.7, 43.9, 28.9 g/kg KM olarak bulunmuştur. Kaba yemler KM’de HP miktarları bakımından karşılaştırıldığında, HP miktarı için elde edilen bulguların; YKO’nda diğer üç kaba yemden, benzer olan ÇKO ve MSY’nde ise BĞS’ndan önemli derecede yüksek olduğu görülmüştür ( $P<0.05$ ). Kaba yemler HP içeriklerinin rumenden geçiş hızı katsayılarına göre değişen ERDP ve RUP miktarları bakımından karşılaştırıldığında ERDP miktarı ile ilgili bulguların;  $0.02\text{ s}^{-1}$ ,  $0.05\text{ s}^{-1}$  ve  $0.08\text{ s}^{-1}$  rumenden geçiş hızı katsayılarının her biri için de, YKO’nda ÇKO’ndan, ÇKO’nda MSY’nden, MSY’nde de BĞS’ndan önemli derecede yüksek olduğu görülmüştür ( $P<0.05$ ). UDP miktarı ile bulguların;  $0.02\text{ s}^{-1}$  rumenden geçiş hızı katsayısı için benzer olan YKO ve MSY’nde ÇKO’na yakın fakat BĞS’ndan önemli derecede yüksek ( $P<0.05$ ), ÇKO ve BĞS’nda ise birbirine yakın olduğu görülmüştür.  $0.05\text{ s}^{-1}$  ve  $0.08\text{ s}^{-1}$  katsayıları için elde edilen bulguların da; YKO’nda diğer üç kaba yemden, benzer olan MSY ve ÇKO’nda ise BĞS’ndan önemli derecede yüksek olduğu anlaşılmıştır ( $P<0.05$ ).

### **Tartışma ve Sonuç**

Çalışmada ilk aşamada araştırma materyali kaba yemlerin HP içeriklerinin rumende 0, 4, 8, 16, 24, 48, 72 saatlik inkübasyon periyotlarındaki parçalanabilirlikleri ve bu parçalanabilirliklerden hesaplanan b, c ve T (Lag time) parametreleri ile bu parametrelerden hesaplanan p oranları (bkz. Çizelge 1 ve Çizelge 2) verilmiştir. Daha sonrada bu parametrelerin ortalamaları ile standart hataları hesaplanmış (bkz. Çizelge 3) ve inkübasyon periyotlarına göre HP parçalanabilirlikleri ortalamaları gösterilmiştir (bkz. Şekil 1). Kaba yemlerin 0-72 saatlik inkübasyon periyotları arasında HP parçalanabilirlikleri YKO’da % 44.64-88.77, ÇKO’da % 39.62-75.66, MSY’de % 29.63-70.85 ve BĞS’da % 11.13-51.91 olarak artmıştır. Bu bulgular Turgut ve Yanar (2004) tarafından YKO için % 35-87, ÇKO’da % 31-76, BĞS’da % 38-61 olarak bildirilen değerlere yakın bir şekilde artan bir seyir göstermiştir.

Araştırma materyali YKO, ÇKO, MSY, BĞS’da sırasıyla HP içeriğinin suda çözünebilir kısmını oluşturan A parametresi % 44.64,

39.62, 29.63 ve 11.13, b parametresi % 56.98, 41.89, 48.49, 47.30, c parametresi ise  $0.1157 \text{ s}^{-1}$ ,  $0.0616 \text{ s}^{-1}$ ,  $0.0429 \text{ s}^{-1}$ ,  $0.0460 \text{ s}^{-1}$  olarak bulunmuştur. Elde edilen bu bulgular Hoofman ve ark (1993), Susmel ve ark, (1990); Keyserlingk ve ark. (1996); Cömert ve Şayan, (2000); Karslı ve ark. (2002); Turgut ve Yanar (2004) tarafından bildirilen değerler ile karşılaştırıldığında A parametresinde YKO için % 24-75, ÇKO için % 10-66, MSY için % 44-75, BĞS için % 17-39; b parametresinde YKO için % 25-68, ÇKO için % 17-68, MSY için % 11-45, BĞS için % 31-46 geniş bir varyasyon göstermesi ve BĞS hariç diğer kaba yemlerde HP içeriğinin rumende çözülebilir parametrelerinin yüksek olması ile benzerlik göstermiştir. Aynı literatürlere göre c parametresinde YKO için  $0.0678-0.2100 \text{ s}^{-1}$ , ÇKO için  $0.0260-0.0930$ , MSY için  $0.0560-0.1431 \text{ s}^{-1}$ , BĞS  $0.0389-0.0954 \text{ s}^{-1}$  için olarak değişmesi, YKO'nun saatte parçalanmış protein miktarının diğer kaba yemlerden yüksek olması ve Keyserlingk ve ark. (1996)'nın YKO ( $n=16$ ), ÇKO ( $n=14$ ) ve MSY ( $n=22$ ) ile yaptıkları bir çalışmada kine benzer olarak, YKO hariç diğer kaba yemlerde birbirine benzer olması ( $p<0.05$ ) ile oldukça yakındır.

Kaba yemlerin p oranları ise  $0.02$ ,  $0.05$  ve  $0.08 \text{ s}^{-1}$  rumenden geçiş hızlarına göre sırasıyla YKO'da % 79.9, 71.6, 66.1; ÇKO'da % 65.4, 57.2, 52.8; MSY'de % 58.1, 47.8, 42.6; BĞS'da % 39.3, 29.3, 24.5 olarak elde edilmiş ve yapılan istatistiksel değerlendirmede, tüm rumenden geçiş hızlarında YKO'da, ÇKO'dan, ÇKO'da MSY'den, MSY'de de BĞS'dan önemli derecede yüksek bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Bu bulgularda Hoofman ve ark. (1993), tarafından  $0.06 \text{ s}^{-1}$  rumenden geçiş hızında YKO için % 72-84, ÇKO için % 76 ; Susmel ve ark. (1990), tarafından  $0.02 \text{ s}^{-1}$  rumenden geçiş hızında YKO için % 71, ÇKO için % 57-62, MSY için % 69; Cömert ve Şayan (2000), tarafından  $0.02$ ,  $0.05$  ve  $0.08 \text{ s}^{-1}$  rumenden geçiş hızlarında YKO için % 83, 75, 60, MSY için % 75, 70, 67, BĞS için % 47, 38, 33 ; Turgut ve Yanar (2004) tarafından  $0.05$  rumenden geçiş hızında YKO için % 73, ÇKO için % 51 olarak bildirilen değerler ile uyumlu bulunmuştur. Elde edilen bu bulguların Keyserlingk ve ark. (1996)'nın YKO ( $n=16$ ), ÇKO ( $n=14$ ) ve MSY ( $n=22$ ) ile yaptıkları bir çalışmada, bu yemlerin rumende etkin HP parçalanabilirlikleri arasında önemli derecede fark olması ( $P<0.05$ ) ile yakın olduğu görülmüştür.

Çalışmada ikinci aşamada araştırma materyali kaba yemlerin HP içeriklerindeki ERDP ve RUP miktarları hesaplanmış (bkz. Çizelge 4) ve gösterilmiştir (bkz. Şekil 2). YKO, ÇKO, MSY ve BĞS'lerinin sırasıyla KM'de HP miktarları 186.4, 87.5, 76.9, 38.0 g/kg KM ve HP

miktarlarının 0.02 s<sup>-1</sup>, 0.05 s<sup>-1</sup>, 0.08 s<sup>-1</sup> rumenden geçiş hızı katsayılarına göre değişen ERDP miktarları 149.3, 57.8, 44.6, 14.7 g/kg KM, 133.9, 50.7, 36.8, 10.9 g/kg KM, 123.6, 46.9, 33.0, 9.1 g/kg KM, UDP miktarları da 37.1, 29.7, 32.3, 23.3 g/kg KM, 52.5, 36.8, 40.1, 27.1 g/kg KM, 62.8, 40.7, 43.9, 28.9 g/kg KM olarak bulunmuştur. Elde edilen bu bulgulara göre kaba yemlerin RUP miktarları YKO, MSY, ÇKO ve BĞS şeklinde sıralanmıştır. YKO'nun rumende parçalanmayan kısmı yüksek olmasına rağmen HP içeriğinin de yüksek olması RUP içeriğinin diğer yemlerden yüksek olmasını sağlamıştır.

Sonuç olarak, kaba yemler Metabolik Protein (MP) içeriklerinin belirlenmesinde yararlanılan rumende etkin parçalanmayan fraksiyonu (ERDP) bakımından YKO, ÇKO, MSY ve BĞS; rumende parçalanmayan fraksiyonu (RUP) bakımından ise, YKO, MSY, ÇKO ve BĞS şeklinde sıralanmıştır. Ruminantların protein gereksinimlerinin MP olarak karşılanabilmesi için hazırlanan rasyonlarda protein kaynaklarının rasyonel kullanılmasında ve rumende protein metabolizmasında kayıp olan azottan kaynaklanan çevre kirliliğinin önlenmesinde kaba yemlerin ERDP miktarlarının dikkate alınması gerekmektedir. Ayrıca bu yemlerin RUP içeriklerinin kalitelerinin belirlenmesi gerektiği de ileri sürülebilir.

### **Kaynaklar**

- Agricultural and Food Research Council (AFRC), 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. An Advisory Manual Prepared by the AFRC Technical Committee and Responses to Nutrients. Cab International, Pages 155.
- Anonim 2002. Grasping at straw. Hay & Forage, Grower. September.
- Broderick, G.A., 1995. Desirable Characteristics of Forage Legumes for Improving Protein Utilization in Ruminants. J. Anim. Sci. 73:2760-2773.
- Bulgurlu, Ş., ve M., Ergül, 1978. Yemlerin Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Analiz Methodları, E.Ü.Z.F. Yayınları, No: 127, İzmir.
- Cömert, M. ve Y. Şayan. 2000. Ruminantların Beslenmesinde Kullanılan Bazı Yemlerin Protein İçeriklerinin Rumende Parçalanabilme Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 37 (1), 145-152.
- Haugen, H. L., M. J. Lamothe, T. J. Klopfenstein, D. C. Adams, and M. D. Ullerich. (2006). Estimation of undegradable intake protein in forages using neutral detergent insoluble nitrogen at a single in situ incubation time point. J. Anim. Sci. 2006. 84:651-659.
- Hoofman, P.C., J.S. Sievert, R.D. Shaver, D.A., Welch and D.K. Combs, 1993. In situ dry matter, protein, and fiber digestion of perennial forages. Journal Anim.Sci. 76:2632-2643.
- Hvelplund, T., and Weisbjerg, 2000. In situ Techniques for the Estimation of Protein and Degradability and Post-rumen Availability (Chapter 12). Ed. D.I. Givens, E. Owen, R.F.E. Axford, H.M.Omed, Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. CABI Publishing, 233-258.

- Karlı, M.A., N. Denek, S. Deniz ve A.S Gündüz. 2002. Evulation of Nutritive value of Forages Grown around Van Lake. *YYÜ. Vet. Fak. Derg.* 13 (1-2): 25-30.
- Kılıç, A., 1988. *Yemler ve Hayvan Besleme (Uygulamalı El Kitabı)*, Bilgehan Basımevi, Bornova, İzmir.
- Keyserlingk M.A.G, M.L., Swift R. Puchala, J.A., Shelford, 1996. Degradability Characteristics of dry matter and crude protein of forages in ruminants. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 57:291-311.
- Klopfenstein T.J., R.A. Mass, K.W. Creighton, and H.H. Patterson, 2001. Estimating forage protein degradation in the rumen. *J. Anim.Sci.* 79 (E Supp.):E208-217.
- McDonald, I., 1981. A revised model for the estimation of protein degradation in the rumen. *Journal of Agricultural Science Cambridge*, 96:251-252.
- National Research Council (NRC), 2000. *Nutrient Requirements of Beef Cattle. Seventh Revised Edition*, 1996. National Academy Press, Washington, D.C. pages 232.
- National Research Council (NRC), 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh Revised Edition*. National Academy Press, Washington, D.C. pages 394.
- Ørskov, E.R. and I. McDonald, 1979. The Estimation of Protein degradability in The Rumen from Incubation Measurements Weighted According to Rate of Passage, *J. Agric. Sci.* 92: 499 – 503.
- Ørskov, E.R. 1982. *Protein Nutrition in Ruminants*, Academic Press Harcourt Brace Jovanovid Publish., Scotland. pages 175.
- Şayan, Y., H. Özkul, A. Alçiçek, L. Coşkuntuna, S. Öneç ve M. Polat 2004. Kaba Yemlerin Metabolik Enerji Değerlerinin Belirlenmesinde Kullanılabilecek Parametrelerin Karşılaştırılması. *Ege Üniv. Ziraat Fak.Derg.*, 41 (2): 167-175.
- Susmel, P., B. Stefanon, C.R. Mills and M. Spanghero, 1990. Rumen Degradability of Organic Matter, Nitrogen and Fibre Fractions in Forages. *Anim Prod.* 51:515-526.
- SPSS, 2002. for Windows, Relased 11.5 Version, SPSS Inc.
- Tamminga, S. And X.B. Chen, 2000. Animal based techniques for the estimation of protein values of forages (Chapter 11). Ed. D.I. Givens, E. Owen, R.F.E. Axford, H.M.Omed, *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*. CABI Publishing 215-232.
- Turgut L. and M. Yanar, 2004. In Situ Dry Matter and Crude Protein Degradation Kinetics of Some Forages in Eastern Turkey. *Small Ruminat Research*, 52:217-222.