

## Değişik Oranlarda Konsantre Yem İçeren Rasyonlarla Beslenen Kuzularda Alkan İndikatör Tekniği Kullanılarak Yem Tüketimi ve Sindirilebilirlik Tahmini <sup>[1][2]</sup>

Güler KARADEMİR \*  Yücel ÜNAL \*\*

- [1] Aynı adlı doktora tezinin özetidir  
[2] Bu çalışma TOVAG-107O625 proje numarasıyla TÜBİTAK tarafından ve 2007 VF017 proje numarasıyla Kafkas Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Komisyonu tarafından desteklenmiştir  
\* Kafkas Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kars -TÜRKİYE  
\*\* Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Kars -TÜRKİYE

Yayın Kodu (Article Code): 2008/64-A

### Özet

Bu çalışmada, değişik oranlarda konsantre yemle beslenen kuzularda alkan indikatör tekniğinin kuru madde tüketimi ve sindirilebilirliği tahmininde kullanım etkinliğinin araştırılması amaçlandı. Çalışmada ortalama canlı ağırlığı 41.7±0.8 kg olan 6-7 aylık, 15 baş Tuj ırkı kuzu 3 eşit gruba bölünerek %100 kuru ot (Grup A), %75 kuru ot + %25 konsantre yem (Grup B) ve %50 kuru ot + %50 konsantre yem (Grup C) verildi. Deneme süresi toplam 30 gün olup, dışkı toplama işlemi kapsüllerin yutturulmasını takip eden 8-14. günler arasında yapıldı. Kuru Madde Tüketimi (KMT) ve Sindirilebilirliği (KMS), alkan indikatör tekniği ile elde edilen Kuru Madde Tüketimi Tahmini (KMTt) ve Sindirilebilirliği Tahmini (KMSSt) ile karşılaştırıldı. Çalışmada kaba yem ve konsantre yemin C32 ve C33 alkan içerikleri sırasıyla kaba yem için 3.27-19.79 mg/kg, konsantre yem için 4.52-4.11 mg/kg olarak ölçüldü. Yapılan analizlerde kuru ot ve konsantre yemde C36 tespit edilemedi. Alkan geri alınabilirlikleri rasyonda konsantre yem arttıkça düşüş gösterdi (P<0.05). En iyi KMTt B grubunda C33:C32 alkan çiftiyle yapılan hesaplamalarla elde edildi (R<sup>2</sup>=0.98). A grubunun KMTt'leri gerçek KMT'lerinin üzerinde hesap edildi. C grubunda özellikle C33:C36 alkan çiftiyle yapılan KMTt'lerinin doğruluk oranı düşmüştür (R<sup>2</sup>=0.47- 0.56). Alkan C32 ve C33 kullanılarak elde edilen KMSSt'leri KMS'ne benzer bulunurken Alkan C36 kullanılarak elde edilen KMSSt'leri düşük bulundu. Sonuç olarak alkan indikatör tekniğinin değişik oranlarda konsantre yem içeren rasyonlarla beslenen kuzularda KMT ve KMS tahmininde kullanılabileceği görüldü.

**Anahtar sözcükler:** *N-alkan, Kuzu, Yem tüketimi, Sindirilebilirlik*

## Estimation of Feed Intake and Digestibility by Sheep Fed at Various Levels of Concentrate, Using Alkane Indicator Technique

### Summary

In this study, investigation of using of alkane indicator technique for estimating of dry matter intake and digestibility were aimed on lambs fed varying levels of concentrate diets. Fifteen male lambs weighing 41.7±0.8 kg (between 6-7 months, Tuj breed) were divided into three equal groups and fed with 100% hay (Group A), 75% hay + 25% concentrate (Group B) and 50% hay + 50% concentrate (Group C). Trial period ended on 30th days. Faecal samples were collected between day 8 to 14 after capsules swallowed to animals. Dry Matter Intakes (DMI) and Digestibilities (DMD) were compared Dry Matter Intake Estimates (DMIE) and Dry Matter Digestibility Estimates (DMDE) obtained using alkane indicator technique. Alkane C32 and C33 contents of hay and concentrate were determined as 3.27 –19.19 mg/kg for hay and 4.52-4.11 mg/kg for concentrate respectively. Alkane C36 was not detected in both hay and concentrate. Alkane recoveries were decreased while increasing the ratio of concentrate in the ration (P<0.05). The best DMIE's were obtained from Group B using the alkane pair C33: C32 (R<sup>2</sup>=0.98). DMIE were overestimated than real DMI in group A. The accuracy of DMIE was decreased especially with the alkane pair of C33: C36 in group C (R<sup>2</sup>=0.47- 0.56). DMDE obtained from using of alkane C32 and C33 were similar to DMD, but DMDE obtained from using of alkane C36 were determined lower than DMD. Consequently alkane indicator technique could be used to estimate dry matter intake and digestibility in lambs fed varying levels of concentrate diets.

**Keywords:** *N-alkane, Lamb, Intake, Digestibility*

 **İletişim (Correspondence)**

 +90 474 2426891

 gulerata2003@hotmail.com

## GİRİŞ

Hayvan beslemede verim artırmaya yönelik çalışmalarında hayvanın yem tüketiminin ve tüketilen yemin sindirilme derecesinin belirlenmesi önemli kriterlerdir. Bu amaçla besleme çalışmalarında alkan indikatör tekniği son yıllarda geliştirilen yeni bir yöntemdir. Alkanların otlayan hayvanlarda kaba yem tüketimi ve sindirilebilirliği çalışmalarında kullanılabileceği ilk olarak Mayes ve Lamb<sup>1</sup> tarafından bildirilmiştir. Daha sonra yaptıkları çalışmalarla hayvanlarda kuru madde tüketimi ve sindirilebilirliği tahmini için bitkilerin yapısında bulunan alkanların, miktarı bilinen C<sub>32</sub> gibi çift zincirli ve hayvanlara doz olarak verilen sentetik alkanlarla kombine edilmesine dayanan alkan indikatör tekniğini geliştirmişlerdir<sup>2-4</sup>.

Alkan indikatör tekniği bir çift indikatör tekniği olup, dışkıdaki tek zincirli alkanların çift zincirli alkanlara oranı prensibine dayanmaktadır<sup>5</sup>. Teknikte harici indikatör olarak kullanılan çift zincirli alkanlar hayvanlara kapsül, pelet halinde veya doğrudan yeme karıştırılarak verilebilmekte fakat bu yöntemlerde harici indikatörün hayvana her gün verilmesi gerekmektedir. Bu durum indikatörün dışkıdaki konsantrasyonunda dalgalanmalara sebep olarak sonucu olumsuz etkilemektedir<sup>6,7</sup>. Son zamanlarda kullanılan, alkan indikatör kapsüllerin (AİK) rumen içerisine yerleştirilmesi yöntemi araştırmalarda kolaylık sağlamak ve indikatörün dışkıdaki konsantrasyonunda meydana gelen gün içi dalgalanmaları minimuma indirmektedir<sup>7-10</sup>.

Alkan indikatör tekniği daha çok kaba yem ağırlıklı beslenen ve otlayan hayvanlarda yem tüketimi ve sindirilebilirlik çalışmalarında<sup>11-16</sup> kullanılmıştır. Konsantre yem ağırlıklı ya da katkılı rasyonlarla beslenen hayvanlarda bu metotla ilgili yapılan çalışma<sup>8,17</sup> sayısı yeterli değildir. Bu çalışmayla alkan indikatör tekniğinin konsantre yem içeren rasyonlarla beslenen kuzularda kuru madde tüketimi ve sindirilebilirliği çalışmalarında kullanım etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve METOT

Çalışmada ortalama canlı ağırlıkları 41.7±0.8 kg olan, 6-7 aylık, 15 baş Tuj ırkı kuzu kullanıldı. Hayvanlar dışkı ve idrarı ayırmaya yarayan düzeneği bulunan bireysel kafeslerde kontrollü yemlemeye tabi tutuldu.

Denemede 5'er hayvanlık üç grup oluşturuldu; A Grubu (%100 kuru ot), B Grubu (%75 kuru ot +

%25 konsantre yem), C Grubu (%50 kuru ot + %50 konsantre yem).

Toplam 30 günlük deneme süresince, yemleme sabah ve akşam olmak üzere iki öğünde yapılarak kaba ve konsantre yem aynı öğün içinde ayrı ayrı verildi. Tüm gruplarda konsantre yemin tamamı tüketildi. 10 günlük alıştırma süresi sonrası indikatör kapsüller (Captec Alkane Controlled Release Capsules - Captec Alkane™, Captec Ltd., Auckland, New Zealand) kuzulara yutturuldu. Kapsül içeriği 1 gr C<sub>32</sub> (Dotriacontane) + 1 gr C<sub>36</sub>'dan (Hexatriacontane) oluşmaktadır. Kapsüllerden 17-23 gün süreyle rumen içerisine alkan C<sub>32</sub> ve C<sub>36</sub> salınımı sağlanmakta olup günlük olarak her bir alkanın salınım miktarı yaklaşık 50 mg'dır. Dışkı numuneleri kapsüllerin yutturulmasını takip eden 8-14. günler arası sabah, akşam ve 24 saatte toplanan dışkının iyice karıştırılmasıyla elde edilen karma numune olarak toplandı. Alınan numunelerin yaş ağırlıkları tartılarak kaydedildi ve -20°C'de donduruldu. Daha sonra numuneler 60°C'de sabit ağırlığa erişinceye kadar kurutuldu. Kurutma sonrası numuneler öğütülerek analize kadar polietilen poşetlerde stoklandı.

Alkan analizi için 0.5 gr numune üzerine 7 ml %5 Etanolik KOH, 0.5 ml standart (0.25 mg/ml C<sub>34</sub>) ilave edilerek, 90°C de 8 saat süreyle sabunlaştırmaya tabi tutuldu. Oda sıcaklığına kadar soğutulan numunelere 7 ml heptan (kaba yemler için 14 ml) ve 2 ml distile su (kaba yemler için 4 ml) eklenerek karıştırıldı. Daha sonra 3000 devirde 11-12 dak süreyle santrifüje edildi.

Whatman filtre tüplerine, tüpün yaklaşık 1/3 bölümüne kadar silika jel (Silica gel 60, 0.2-0.5 mesh, Fluka) yerleştirildi. 5 ml heptan yatak olarak bu tüplere eklendi. Daha sonra santrifüj edilmiş örneklerin üst kısmında biriken ve alkanları içeren heptan solüsyonu alınarak silika kolondan süzülmesi sağlandı. Kolon yine 10 ml heptan kullanılarak yıkandı. Süzülen numunelerden 40°C'de heptan tamamen uçuruldu. Konsantre yem numuneleri Soxhlet ekstraksiyon yöntemiyle analize hazırlandı.

Alkan analizleri Gaz Kromatografi (GK) cihazında (Agilent Technologies 6890N, USA) yapıldı (GK analiz şartları: Enjektör ısısı 300°C, Kolon ısısı 295°C, Detektör ısısı 300°C, Kolon Crosslinked 5% PH ME Siloxane 25m x 0.32mm x 1.05µm film tichness (Agilent, USA), Taşıyıcı gaz Helyum (9 ml/d), Süre 15 dak).

Alkan analizlerinde C<sub>34</sub> standart olarak kullanıldı.

Verilerin istatistik analizi için Minitab 12.1 programı kullanıldı<sup>18</sup>.

Kuru madde tüketimi tahmini hesaplamalarında kullanılan formüller <sup>7</sup>:

A	B
$KMTt = \frac{\frac{D_{33}}{D_{32}} * D_{Z32}}{KY_{33} - \frac{D_{33}}{D_{32}} * KY_{32}}$	$KMTt = \frac{\frac{D_{33}}{D_{32}} (D_{Z32} + K * K_{32}) - K * K_{33}}{KY_{33} - \frac{D_{33}}{D_{32}} * KY_{32}}$

Sadece kaba yem için  
KMTt formülü

Kaba yem + konsantre yem için  
KMTt formülü

**KMTt** Kuru madde tüketimi tahmini (kg KM/gün), **KY<sub>33</sub>**, **K<sub>33</sub>**, **D<sub>33</sub>** alkan C<sub>33</sub>'ün kaba yem, konsantre yem ve dışındaki miktarları (mg/kg KM), **KY<sub>32</sub>**, **K<sub>32</sub>**, **D<sub>32</sub>** alkan C<sub>32</sub> nin kaba yem, konsantre yem ve dışındaki miktarları (mg/kg KM), **K** konsantre yem (kg KM/gün), **D<sub>Z32</sub>** dışardan doz olarak verilen alkan C<sub>32</sub> miktarı (0.05 gr/gün)

Kuru madde sindirilebilirlik tahmini (KMSt) ve indikatör geri alınabilirliği (GA) aşağıdaki formüllere göre hesap edilmiştir:

$KMSt = \frac{\text{gr indikatör/kg dışkı KM'si} - \text{gr indikatör/kg yem KM'si}}{\text{gr indikatör/kg dışkı KM'si}}$
---

$GA = \frac{(\text{gr indikatör/kg dışkı KM'si} * \text{toplam dışkı KM'si})}{(\text{gr indikatör/kg yem KM'si} * \text{toplam KMT}) + \text{Doz}}$
---

## BULGULAR

Çalışmada kullanılan kuru ottaki C<sub>32</sub> ve C<sub>33</sub> alkan içeriği ortalama olarak sırasıyla 3.27±0.19, 19.79±0.26 mg/kg, konsantre yemde ise 4.52±0.47, 4.11±0.15 mg/kg olarak belirlendi (n = 4). Analizlerde her iki yemde de C<sub>36</sub> alkanı tespit edilemedi.

Kuru madde tüketimleri (KMT) verilen yem artan yem farkı ile hesaplandı (*Tablo 1*).

Çalışmada kuru madde sindirilebilirliği (KMS) toplam dışkı toplama yöntemiyle belirlendi. KMS ve indikatör yöntemiyle belirlenen KMS tahminlerine ait sonuçlar *Tablo 2*'de verilmiştir.

Çalışmada alkan GA'leri materyal ve metotta verilen formüle göre hesaplandı. Gruplara göre C<sub>32</sub>, C<sub>33</sub>, C<sub>36</sub> alkanlarının GA sonuçları *Tablo 3*'te verilmiştir.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışmada en yüksek alkan konsantrasyonu kaba yemde ve C<sub>33</sub> için ölçülmüştür. Bu sonuç bitkilerde C<sub>33</sub>'ün yüksek konsantrasyonda olduğunu bildiren yayınlarla <sup>16,19-21</sup> uyumludur. Ali

ve ark.<sup>19</sup> çalışmalarında C<sub>33</sub> konsantrasyonunu 4-181 mg/kg KM aralığında, C<sub>32</sub> konsantrasyonunu ise 31-862 mg/kg KM aralığında bildirmişlerdir. Bu çalışmada C<sub>32</sub> için elde edilen 3.27 mg/kg KM düzeyi bildirilen bu oranların oldukça altında kalmaktadır. Bu durum bitkilerde alkan içeriğinin bitki türüne ve bölümüne göre değişkenlik göstermesiyle açıklanabilir <sup>22-24</sup>.

Oliveira ve ark.<sup>15</sup> konsantre yemde C<sub>33</sub> oranını 6 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Bu çalışmayla benzer bir çalışmada C<sub>32</sub> ve C<sub>33</sub> alkanları sırasıyla kaba yemde 4 ve 44 mg/kg KM, konsantre yemde 1 ve 2 mg/kg KM olarak bulunurken C<sub>36</sub>'nın tespit edilemediği bildirilmiştir <sup>8</sup>. Benzer şekilde bu çalışmada da C<sub>36</sub> alkanının tespiti yapılamamıştır. Bahsi geçen her iki çalışmada da <sup>8,15</sup> konsantre yemde C<sub>33</sub> konsantrasyonunun bu çalışmanın bulgularıyla uyumlu şekilde düşük bulunduğu görülmektedir.

Bazı araştırmacılar tarafından <sup>11</sup> diyetle alkan konsantrasyonunun 10 mg/kg KM düzeyinin altında olması durumunda geri alınabilirlik hesaplamalarının dolayısıyla KMTt'lerinin iyi olmayacağı bildirilmesine rağmen bu çalışmada elde edilen KMTt'leri özellikle sadece kaba yem tüketen deneme grubunda oldukça başarılıdır.

Çalışmada en yüksek GA, A grubunda 0.93 ile C<sub>32</sub> ve C<sub>33</sub> alkanları için hesaplanmıştır. C<sub>36</sub>'nın GA oranı tüm deneme gruplarında diğer iki alkana göre daha düşük hesaplanmıştır. En düşük GA oranları %50 konsantre yemle beslenen C grubundan elde edilmiştir (0.88-0.91).

Ferreria ve ark.<sup>25</sup> çalışmalarında C<sub>32</sub>, C<sub>33</sub>, C<sub>36</sub> alkanlarının GA oranlarını sırasıyla 0.96, 1.14 ve 0.91 olarak bildirmişlerdir. C<sub>33</sub> için bildirilen 1.14'lük oran bu çalışmada elde edilen değerlerden (0.91-0.93) oldukça yüksektir. Bununla birlikte çalışmada elde edilen bulgular Mayes ve Lamb'in <sup>1</sup> kuzularda C<sub>33</sub> alkan GA için bildirdiği 0.87-0.95 aralığında bulunmaktadır.

A grubunda 0.93 ve B grubunda 0.91 olmak üzere C<sub>32</sub>, C<sub>33</sub> alkanlarının GA oranları birbiriyle aynı hesaplanmıştır. KMTt'de yapılan hesaplamaların doğruluk oranı alkanların GA oranlarıyla yakından ilgilidir. Özellikle KMTt'de kullanılan alkan çiftinin geri alınabilirliklerinin birbirine yakın olması yapılan tahminlerin doğruluk oranını yükseltmektedir <sup>14,26</sup>. Çalışmada GA oranları birbirine yakın olan

C<sub>32</sub>:C<sub>33</sub> alkan çiftiyle yapılan KMTt'lerinin daha başarılı sonuçlar vermesi bu durumu ispatlamaktadır.

Gruplarda gerçek KMT sonuçlarına en yakın KMTt'leri A grubunda % 9.3 hata oranıyla karma numunelerden alınırken B ve C gruplarında sırasıyla %0.6 ve %0.5 hata oranlarıyla sabah numunelerinden elde edilmiştir. İndikatör yöntemlerinde karma numuneler kullanılarak yapılan KMTt'leri dışkıda indikatör konsantrasyonunda oluşabilecek gün içi dalgalanmalar faktörünü ortadan kaldırdığı için daha güvenilir olmaktadır. Bununla birlikte özellikle saha şartlarında dışkı toplama gücü nedeniyle karma numune kullanımı pratik değildir. Alkan indikatör tekniğinde gün içinde bir veya birkaç kez alınan dışkı numunelerinin KMTt'nde kullanılabilmesi araştırmacılar için kolaylık sağlamaktadır. Çalışmada B ve C gruplarında sabah numuneleriyle yapılan KMTt'lerinin gerçek KMT'lerine en yakın sonuçları vermiş olması aynı saatlerde olmak üzere günde bir kez numune alımıyla da KMTt'lerinde başarılı sonuçlar alınabileceğini göstermektedir.

Çalışmada sabah numuneleri kullanılarak yapılan KMTt'lerinin A grubu hariç diğer iki grupta akşam numunelerine göre KMT'ne daha yakın sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Sabah numuneleri kullanılarak yapılan KMTt'leri ile gerçek KMT'leri arasındaki fark A, B ve C gruplarına göre sırasıyla 0.108 kg, -0.007 kg ve -0.006 kg KM bulunurken akşam numunelerine ait KMTt'lerinde bu farklar 0.087 kg, -0.047 kg ve -0.043 kg KM olarak belirlenmiştir. Alkan indikatör içeren jelatin kapsüller ve AİK kullanılarak süt ineklerinde yapılan bir KMTt çalışmasında sabah numuneleriyle yapılan KMTt'leri ile gerçek KMT arasındaki fark jelatin kapsül kullanılan grupta 0.1 kg, AİK grubunda 0.4 kg KM olarak bulunurken akşam numunelerinde bu değerlerin sırasıyla -0.9 kg ve 0.2 kg KM olarak belirlendiği bildirilmiştir<sup>13</sup>. Bu çalışmanın bulguları ile bildirilen bu sonuçlar söz konusu araştırmada AİK grubunda akşam numuneleriyle yapılan KMTt'lerinin gerçek KMT'ne daha yakın olması bakımından uyum göstermemesine rağmen jelatin kapsül kullanılan grup için bildirilen sonuçlar bu çalışma sonuçları ile uyumludur. Berry ve ark.<sup>8</sup> ise çalışmalarında karma numune dışında sabah, öğle ve akşam olmak üzere hayvanlardan günde 3 kez rektal dışkı numunesi olarak bu numunelerle yapılan KMTt'lerini karşılaştırmışlar ve sabah numuneleriyle yapılan KMTt'leri ile gerçek KMT arasındaki farkın 0.05 kg KM olduğunu ve en iyi sonuçların sabah numunelerinden alındığını bildirmişlerdir. Çalışma

bulgularımızın alkan indikatör tekniğinde en iyi sonuçların sabah numunelerinden elde edildiğini bildiren araştırmalarla<sup>8,13,14</sup> uyum gösterdiği gözlenmiştir.

KMTt'lerinde en iyi KMTt %75 kaba yem + %25 konsantre yem içeren rasyonla beslenen B grubunda C<sub>33</sub>:C<sub>32</sub> alkan çiftiyle yapılan hesaplamalarla elde edilmiştir (KMTt = 0.106 + 0.934 KMT R<sup>2</sup> = 0.98). Tüm gruplarda C<sub>33</sub>:C<sub>32</sub> ve C<sub>33</sub>:C<sub>36</sub> alkan çiftleriyle yapılan hesaplamalar karşılaştırıldığında en iyi sonuçların C<sub>33</sub>:C<sub>32</sub> çiftinden alındığı görülmektedir (C<sub>33</sub>:C<sub>32</sub> R<sup>2</sup> aralığı; 0.75-0.98, C<sub>33</sub>:C<sub>36</sub> R<sup>2</sup> aralığı; 0.47-0.96). Bu sonuç KMTt için en uygun alkan çifti olarak C<sub>33</sub>:C<sub>32</sub>'yi gösteren çalışmalarla<sup>8,13,16,23</sup> uyumluluk göstermektedir.

Yapılan çalışmada A grubunda tüm KMTt'leri gerçek KMT'nin üzerinde hesaplanırken B grubunda C<sub>33</sub>:C<sub>32</sub> çiftiyle yapılan KMTt'leri gerçek KMT'den düşük bulunmuştur. C grubunda ise sabah ve akşam numuneleriyle yapılan KMTt'leri gerçek KMT'den düşük bulunmuştur. Bu çalışmanın bulguları ile benzer şekilde Berry ve ark.<sup>8</sup> çalışmalarında kaba yem grubunda C<sub>33</sub>:C<sub>32</sub> çiftiyle yapılan KMTt'leri KMT'den yüksek bulurken konsantre yem katkılı rasyonla beslenen grupta KMTt'lerini KMT'ne yakın veya altında hesapladıklarını bildirmişlerdir. Yine benzer şekilde Ünal<sup>5</sup> araştırmasında C<sub>33</sub>:C<sub>32</sub> çiftiyle yapılan KMTt'lerinin KMT'nin üzerinde, C<sub>33</sub>:C<sub>36</sub> çiftiyle yapılan KMTt'lerinin KMT'ne göre daha düşük hesaplandığını bildirmektedir.

Elde edilen sonuçlar numune alım zamanına göre değerlendirildiğinde yapılan tahminlerin değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Bu durum bazı araştırmacıların<sup>7-10</sup> AİK'lerinin düzenli bir alkan salınımı yaptığını ve bu şekilde günlük dalgalanmaları ortadan kaldırdığını bildirmelerine rağmen AİK kullanımında da günlük dalgalanmaların olabileceğini düşündürmektedir.

Koyunlarda %15-60 arasında değişen farklı oranlarda konsantre yem içeren rasyonlarla yapılan KMTt çalışmasında oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiş olup (R<sup>2</sup> = 0.9999) alkan indikatör tekniğinin karma rasyonla beslenen hayvanlarda da yem tüketimi tahmini için sağlam ve geçerli bir metot olabileceği bildirilmiştir<sup>17</sup>. Bu çalışmada da tüm KMTt sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde en iyi KMTt'ni sonuçlarının %25 konsantre yemle beslenen B grubundan elde edildiği (R<sup>2</sup> aralığı 0.88-0.98), bu bakımdan çalışma sonuçlarının bu görüşü destekler nitelikte olduğu gözlenmiştir.

Gruplarda KMS ortalamalarına en yakın KMSt'leri kullanılan alkana ve numune alım zamanına göre değişkenlik göstermiştir. A grubunda 0.51 sindirim oranıyla en yakın KMSt akşam numunesinde C<sub>36</sub> alkani ile yapılan hesaplamalardan elde edilmiştir (R<sup>2</sup> = 97.7; P = 0.001). B grubunda 0.56 sindirim oranıyla karma numunede C<sub>33</sub> alkaniyle (R<sup>2</sup> = 93.8; P<0.01) C grubunda ise 0.62 sindirim oranıyla yine karma numunede C<sub>32</sub> alkaniyle (R<sup>2</sup> = 88.8; P = 0.05) yapılan hesaplamalar en iyi KMSt sonucunu vermiştir.

Hendricksen ve ark.<sup>11</sup> sığırlarda yaptıkları beslenme çalışmasında gerçek KMS oranını %49.1 ve KMSt oranını %52.6 olarak belirlemiş olup en iyi KMSt'nin C<sub>33</sub> alkani ile yapılan hesaplamalarla elde edildiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde bu çalışmada da en iyi KMSt'leri C<sub>33</sub> alkani kullanılarak yapılan hesaplamalardan elde edilmiş olup söz konusu araştırma sonuçlarına göre gerçek KMS değerlerine daha yakın sonuçlar elde edilmiştir. Yine bu çalışmanın sonuçları ile uyumlu şekilde Berry ve ark.<sup>8</sup> C<sub>33</sub> alkani kullanarak yaptıkları sindirilebilirlik hesaplamalarında sadece kaba yem tüketen grupta 0 fark ve konsantre yem katkı rasyonla beslenen grupta -1 farkla oldukça başarılı sonuçlar elde etmişlerdir.

Çalışmada özellikle sadece kaba yem tüketen A grubunda ve %25 konsantre yem tüketen B grubunda KMSt ve KMTt'leri gerçek KMT ve KMS değerlerine çok yakın ve doğruluk oranı yüksek olarak bulunmuştur. Çalışmada alkan indikatör tekniğinin karma rasyonla beslenen kuzularda da KMTt ve KMSt'de etkin bir metot olarak başarıyla kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

## KAYNAKLAR

1. **Mayes RW, Lamb CS:** The possible use n-alkanes in herbage as indigestible faecal markers. *Proc Nut Soc*, 43, 39a, 1983.
2. **Mayes RW, Lamb CS, Colgrove PM:** Determination of herbage intake of suckling lambs using long-chain n-alkanes as markers. *Brit Soc Anim Prod*, 42, 457, 1986.
3. **Mayes RW, Lamb CS, Colgrove PM:** The use of dosed and herbage n-alkanes as marker for the determination of herbage intake. *J Agri Sci*, 107, 161-170, 1986.
4. **Mayes RW, Wright IA, Lamb CS, McBean A:** The use of long-chain n-alkanes as markers for estimating intake and digestibility of herbage in cattle. *Brit Soc Anim Prod*, 42, 457, 1986.
5. **Ünal Y:** Estimation of feed intake by housed dairy cows using alkanes and near infrared reflectance spectroscopy. *PhD Thesis*. University of Nottingham, Nottingham, UK, 1998.
6. **Lippke H:** Estimation of forage intake by ruminants on pasture. *Crop Sci*, 42, 869-872, 2002.
7. **Ünal Y:** Alkan indikatör tekniği kullanılarak yem tüketimi ve sindirilebilirlik tahmini. *Lalahan Hay Araşt Enst Derg*, 44 (2): 53-59, 2004.
8. **Berry NR, Scheeder MRL, Sutter F, Kröber TF, Kreuzer M:** The accuracy of intake estimation based on the use of alkane controlled-release capsules and faeces grab sampling in cows. *Ann Zootech*, 49, 3-13, 2000.
9. **Dove H, Mayes RW:** Plant Wax Components: A new approach to estimating intake and diet composition in herbivores. *J Nutr*, 126, 13-26, 1996.
10. **Gedir JV, Hudson RJ:** Estimating dry matter digestibility and intake in Wapiti (*Cervus Elaphus Canadensis*) using the double n-alkane ratio technique. *Small Rum Res*, 36, 57-62, 2000.
11. **Hendricksen RE, Reich MM, Robertson RF, Reid DJ, Gazzola C, Rideout JA, Hill RA:** Estimating the voluntary intake and digestibility of buffel-grass and lucerne hays offered to Brahman-cross cattle using n-alkanes. *Anim Sci*, 74, 567-577, 2002.
12. **Malossini F, Bovolenta S, Piasentier E, Piras C, Martillotti F:** Comparison of n-alkanes and chromium oxide methods for estimating herbage intake by grazing dairy cows. *Anim Feed Sci Tech*, 61 (1-4): 155-165, 1996.
13. **Molina DO, Matamoros I, Pell AN:** Accuracy of estimates of herbage intake of lactating cows using alkanes: Comparison of two types of capsules. *Anim Feed Sci Tech*, 114, 241-260, 2004.
14. **Oliván M, Ferreira LMM, Celaya R, Osoro K:** Accuracy of the n-alkane technique for intake estimates in beef cattle using different sampling procedures and feeding levels. *Livestock Sci*, 106: 28-40, 2007.
15. **Oliveira DE, Medeiros SR, Tedeschi LO, Aroeira LJM, Silva SC:** Estimating forage intake of lactating dual-purpose cows using chromium oxide and n-alkanes as external markers. *Sci Agric*, 64 (2): 103-110, 2007.
16. **Smit HJ, Taweel HZ, Tas BM, Tamminga S, Elgersma A:** Comparison of techniques for estimating herbage intake of grazing dairy cows. *J Dairy Sci*, 88, 1827-1836, 2005.
17. **Valiente OL, Delgado P, De Vega A, Guada JA:** Validation of the n-alkane technique to estimate intake, digestibility, and diet composition in sheep consuming mixed grain:roughage diets. *Aust J Agri Res*, 54 (7): 693-702, 2003.
18. **Minitab:** Reference manuel release 12.1, for Windows. Minitab Inc. Usa, 1998.
19. **Ali HAM, Mayes RW, Hector BL, Orskov ER:** Assessment of n-alkanes, long-chain fatty alcohols and long-chain fatty acids as diet composition markers: The concentrations of these compounds in Rangeland species from Sudan. *Anim Feed Sci Tech*, 121, 257-271, 2005.
20. **Kelman W, Bugalho M, Dove H:** Cuticular wax alkanes and alcohols used as markers to estimate diet composition of sheep (*Ovis aries*). *Bioch Syst Ecol*, 31, 919-927, 2003.
21. **Ordakowski AL, Kronfeld DS, Holland JL, Hargreaves BJ, Gay LS, Harris PA, Dove H, Sklan D:** Alkanes as internal markers to estimate digestibility of hay or hay plus concentrate diets in horses. *J Anim Sci*, 79, 1516-1522, 2001.
22. **Brosh A, Henkin Z, Rothman SJ, Aharoni Y, Orlov A, Arieli A:** Effects of faecal n-alkane recovery in estimates of diet composition. *J Agri Sci*, 140, 93-100, 2003.
23. **Byrd BM:** Alkanes as internal and external markers in horses and the digestibility of a high fat cereal by-product. *PhD Thesis*, Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, 2003.
24. **Newman JA, Cribari-Neto F, Jensen MJ:** The sensitivity of n-alkane analysis to measurement error: Implications for use in the study of diet composition. *J Agri Sci*, 131, 465-476, 1998.
25. **Ferreira LMM, Garcia U, Rodrigues MAM, Celaya R, Silva AD, Osoro K:** The application of the n-alkane technique for estimating the composition of diets consumed by equines and cattle feeding on upland vegetation communities. *Anim Feed Sci Tech*, 138, 47-60, 2007.
26. **Dove H, Mayes RW:** The use of plant wax alkanes as marker substances in studies of the nutrition of herbivores: A review. *Aust J Agri Res*, 42 (6): 913-952, 1991.

**Tablo 1.** Deneme gruplarında gerçek KMT ile sabah, akşam, karma numunelerde C<sub>33</sub>:C<sub>32</sub> ve C<sub>33</sub>:C<sub>36</sub> alkan çiftleri kullanılarak hesaplanan KMT sonuçları (Ort.±Sx)**Table 1.** Results of DMI and DMiE by using alkane pairs C<sub>33</sub>:C<sub>32</sub> and C<sub>33</sub>:C<sub>36</sub> at morning, evening and mix samples in groups (Mean±SE)

Yem Tüketimi (kg/gün KM)	A Grubu	R <sup>2</sup>	B Grubu	R <sup>2</sup>	C Grubu	R <sup>2</sup>
<b>Gerçek Tüketim</b>	0.895±0.058		1.208±0.048		1.321±0.059	
<b>KMTt C<sub>33</sub>: C<sub>32</sub></b>						
<b>Sabah</b>	0.996±0.077	0.86 <sup>a</sup>	1.180±0.051	0.98 <sup>f</sup>	1.291±0.063	0.89 <sup>l</sup>
<b>Akşam</b>	0.977±0.058	0.97 <sup>b</sup>	1.111±0.060	0.94 <sup>g</sup>	1.295±0.069	0.93 <sup>m</sup>
<b>Karma</b>	0.950±0.054	0.97 <sup>c</sup>	1.157±0.057	0.97 <sup>h</sup>	1.325±0.071	0.75 <sup>n</sup>
<b>KMTt C<sub>33</sub>: C<sub>36</sub></b>						
<b>Sabah</b>	1.010±0.073	0.86 <sup>d</sup>	1.222±0.041	0.92 <sup>i</sup>	1.340±0.059	0.50 <sup>o</sup>
<b>Akşam</b>	0.987±0.041	0.65 <sup>e</sup>	1.211±0.045	0.88 <sup>j</sup>	1.261±0.046	0.56 <sup>p</sup>
<b>Karma</b>	1.006±0.059	0.83 <sup>e</sup>	1.241±0.050	0.96 <sup>k</sup>	1.343±0.061	0.47 <sup>q</sup>

**KMT:** Kuru Madde Tüketimi, **KMTt:** Kuru Madde Tüketimi Tahmini, <sup>o</sup>: İstatistik önem düzeyi P>0.05, <sup>abc</sup>: İstatistik önem düzeyi en az P<0.05, <sup>a</sup>: KMT = 0.195 + 0.703 KMTt<sub>32</sub>, <sup>b</sup>: KMT = -0.0698 + 0.988 KMTt<sub>32</sub>, <sup>c</sup>: KMT = -0.114 + 1.06 KMTt<sub>32</sub>, <sup>d</sup>: KMT = 0.153 + 0.735 KMTt<sub>36</sub>, <sup>e</sup>: KMT = -0.016 + 0.906 KMTt<sub>36</sub>, <sup>f</sup>: KMT = 0.106 + 0.934 KMTt<sub>32</sub>, <sup>g</sup>: KMT = 0.349 + 0.774 KMTt<sub>32</sub>, <sup>h</sup>: KMT = 0.239 + 0.838 KMTt<sub>32</sub>, <sup>i</sup>: KMT = -0.178 + 1.13 KMTt<sub>36</sub>, <sup>j</sup>: KMT = 0.003 + 0.995 KMTt<sub>36</sub>, <sup>k</sup>: KMT = 0.033 + 0.947 KMTt<sub>36</sub>, <sup>l</sup>: KMT = 0.181 + 0.884 KMTt<sub>32</sub>, <sup>m</sup>: KMT = 0.265 + 0.816 KMTt<sub>32</sub>

**Tablo 2.** Deneme gruplarında gerçek KMS ile sabah, akşam, karma numunelerde C<sub>32</sub>, C<sub>33</sub> ve C<sub>36</sub> kullanılarak hesaplanan KMSt sonuçları (Ort.±Sx)**Table 2.** Results of DMD and DMDe by using alkanes C<sub>32</sub>, C<sub>33</sub> and C<sub>36</sub> at morning, evening and mix samples in groups (Mean±SE)

Sindirilebilirlik Oranları	A Grubu	R <sup>2</sup>	B Grubu	R <sup>2</sup>	C Grubu	R <sup>2</sup>
<b>KMS</b>	0.51±0.012		0.56±0.009		0.62±0.007	
<b>KMSt C<sub>32</sub></b>						
<b>Sabah</b>	0.50±0.007	0.84 <sup>a</sup>	0.56±0.008	0.89 <sup>h</sup>	0.60±0.007	0.71 <sup>n</sup>
<b>Akşam</b>	0.53±0.017	0.96 <sup>b</sup>	0.58±0.007	0.72 <sup>e</sup>	0.60±0.006	0.49 <sup>o</sup>
<b>Karma</b>	0.53±0.017	0.89 <sup>c</sup>	0.57±0.007	0.88 <sup>i</sup>	0.62±0.005	0.89 <sup>p</sup>
<b>KMSt C<sub>33</sub></b>						
<b>Sabah</b>	0.53±0.008	0.92 <sup>d</sup>	0.56±0.013	0.91 <sup>j</sup>	0.63±0.009	0.88 <sup>r</sup>
<b>Akşam</b>	0.52±0.011	0.75 <sup>e</sup>	0.55±0.012	0.90 <sup>k</sup>	0.63±0.006	0.87 <sup>s</sup>
<b>Karma</b>	0.54±0.011	0.75 <sup>e</sup>	0.56±0.012	0.94 <sup>l</sup>	0.64±0.007	0.79 <sup>t</sup>
<b>KMSt C<sub>36</sub></b>						
<b>Sabah</b>	0.49±0.009	0.92 <sup>e</sup>	0.53±0.006	0.88 <sup>m</sup>	0.57±0.021	0.39 <sup>u</sup>
<b>Akşam</b>	0.50±0.011	0.98 <sup>f</sup>	0.53±0.008	0.82 <sup>n</sup>	0.59±0.014	0.21 <sup>v</sup>
<b>Karma</b>	0.51±0.015	0.93 <sup>g</sup>	0.52±0.006	0.25 <sup>e</sup>	0.60±0.010	0.57 <sup>w</sup>

**KMS:** Kuru Madde Sindirilebilirliği, **KMSt:** Kuru Madde Sindirilebilirliği Tahmini, <sup>o</sup>: İstatistik önem düzeyi P>0.05, <sup>abc</sup>: İstatistik önem düzeyi en az P<0.05, <sup>a</sup>: KMS = -0.238 + 1.50 KMSt<sub>32</sub>, <sup>b</sup>: KMS = 0.159 + 0.671 KMSt<sub>32</sub>, <sup>c</sup>: KMS = 0.163 + 0.661 KMSt<sub>32</sub>, <sup>d</sup>: KMS = -0.228 + 1.39 KMSt<sub>33</sub>, <sup>e</sup>: KMS = -0.080 + 1.20 KMSt<sub>36</sub>, <sup>f</sup>: KMS = -0.0335 + 1.09 KMSt<sub>36</sub>, <sup>g</sup>: KMS = 0.130 + 0.743 KMSt<sub>36</sub>, <sup>h</sup>: KMS = -0.043 + 1.08 KMSt<sub>32</sub>, <sup>i</sup>: KMS = -0.162 + 1.28 KMSt<sub>32</sub>, <sup>j</sup>: KMS = 0.185 + 0.676 KMSt<sub>33</sub>, <sup>k</sup>: KMS = 0.147 + 0.761 KMSt<sub>33</sub>, <sup>l</sup>: KMS = 0.153 + 0.733 KMSt<sub>33</sub>, <sup>m</sup>: KMS = -0.165 + 1.38 KMSt<sub>36</sub>, <sup>n</sup>: KMS = 0.011 + 1.05 KMSt<sub>36</sub>, <sup>o</sup>: KMS = -0.107 + 1.17 KMSt<sub>32</sub>, <sup>p</sup>: KMS = 0.181 + 0.686 KMSt<sub>33</sub>, <sup>q</sup>: KMS = -0.014 + 1.00 KMSt<sub>33</sub>, <sup>r</sup>: KMS = 0.049 + 0.891 KMSt<sub>33</sub>.

**Tablo 3.** Gruplara göre C<sub>32</sub>, C<sub>33</sub>, C<sub>36</sub> alkanlarının geri alınabilirlikleri (Ort.±Sx)**Table 3.** Alkane recoveries of C<sub>32</sub>, C<sub>33</sub>, C<sub>36</sub> in groups (Mean±SE)

Grup	GA <sub>32</sub>	GA <sub>33</sub>	GA <sub>36</sub>
<b>A</b>	0.93±0.006 <sup>a</sup>	0.93±0.007 <sup>a</sup>	0.92±0.003 <sup>a</sup>
<b>B</b>	0.91±0.004 <sup>ab</sup>	0.91±0.005 <sup>b</sup>	0.90±0.003 <sup>b</sup>
<b>C</b>	0.89±0.009 <sup>ABb</sup>	0.91±0.004 <sup>Ab</sup>	0.88±0.007 <sup>Bb</sup>

<sup>ABC</sup>: Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark P<0.05 düzeyinde anlamlıdır

<sup>abc</sup>: Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark P<0.05 düzeyinde anlamlıdır