

T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MERADA OTLAYAN KOYUNLARDA YEM TÜKETİMİ VE YEM
SİNDİRİLEBİLİRLİĞİNİN BELİRLENMESİNDE KROMİYUM
OKSİT VE ALKAN İNDİKATÖR YÖNTEMLERİNİN
KULLANILMASI**

Veteriner Hekim Selçuk ALTAÇLI
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
(VETERİNER PROGRAMI)

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Suphi DENİZ

VAN-2013

T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MERADA OTLAYAN KOYUNLARDA YEM TÜKETİMİ VE YEM
SİNDİRİLEBİLİRLİĞİNİN BELİRLENMESİNDE KROMİYUM
OKSİT VE ALKAN İNDİKATÖR YÖNTEMLERİNİN
KULLANILMASI**

Veteriner Hekim Selçuk ALTAÇLI
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
(VETERİNER PROGRAMI)

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Suphi DENİZ

VAN-2013

Bu araştırma Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı tarafından 2009-SBE-D053 nolu proje ile desteklenmiştir.

T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MERADA OTLAYAN KOYUNLARDA YEM TÜKETİMİ VE YEM
SİNDİRİLEBİLİRLİĞİNİN BELİRLENMESİNDE KROMİYUM
OKSİT VE ALKAN İNDİKATÖR YÖNTEMLERİNİN
KULLANILMASI**

Veteriner Hekim Selçuk ALTAÇLI
HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
(VETERİNER PROGRAMI)

DOKTORA TEZİ

Prof. Dr. Suphi DENİZ
Jüri Başkanı

Prof. Dr. Duran BOLAT
Üye

Doç. Dr. Yücel ÜNAL
Üye

Doç. Dr. Orhan YILMAZ
Üye

Doç. Dr. N. Tuğba BİNGÖL
Üye

TEZ KABUL TARİHİ
12 / 12 / 2013

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her aşamasında değerli yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Suphi DENİZ'e, çalışmanın değişik aşamalarında yardımlarını gördüğüm Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi öğretim üyesi Prof. Dr. M. Akif KARSLI'ya, alkan analizlerinin yapımı için yardımcı olan Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyesi Doç. Dr. Yücel ÜNAL'a, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Merkezi Müdürü Prof. Dr. Mehmet BİBER'e, Müdür Yardımcısı Yrd. Doç. Dr. Murat KURT'a ve kimyager Nashia ZİLBEYAZ'a, çalışmada elde edilen verilerin istatistiksel analizlerinin yapılmasında yardımcı olan Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Barış KAKİ'ye, bölümdeki diğer öğretim üyeleri ve çalışma arkadaşlarıma, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı ile çalışmam süresince maddi-manevi desteğini gördüğüm sevgili eşim Birsen ALTAÇLI'ye teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Kabul ve Onay.....	II
Teşekkür.....	III
İçindekiler.....	IV
Simgeler ve Kısaltmalar.....	VI
Şekiller Listesi.....	IX
Tablolar Listesi.....	X
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Çayır ve Meralar.....	4
2.1.1. Dünyada çayır ve meraların durumu.....	4
2.1.2. Türkiyede çayır ve meraların durumu.....	5
2.1.3. Hayvanların beslenmesinde çayır-meraların önemi.....	6
2.1.4. Çayır ve meraları oluşturan bitki türleri.....	7
2.2. Hayvan Besleme Çalışmalarında Yem Tüketimi ve Sindirilebilirliğin Önemi.....	9
2.3. Yem Tüketimi ve Yemin Sindirilebilirliğinin Belirlenmesinde KullanılanYöntemler.....	11
2.3.1. <i>İn vitro</i> sindirim denemeleri.....	12
2.3.2. <i>İn situ</i> sindirim denemeleri.....	16
2.3.3. <i>İn vivo</i> sindirim denemeleri.....	17
2.4. Kromiyum Oksit (Cr ₂ O ₃) İndikatör Yöntemi.....	24
2.5. Alkan İndikatör Yöntemi.....	27
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	33
3.1. Gereç.....	33
3.1.1. Hayvan materyali.....	33

3.1.2. Yem materyali.....	35
3.2. Yöntem.....	35
3.2.1. Hayvanların yem tüketiminin belirlenmesi.....	35
3.2.2. İki aşamalı sindirim yöntemi.....	35
3.2.3. Kromiyum denemesi.....	37
3.2.4. Alkan denemesi.....	41
3.2.5. Hesaplamalar.....	44
3.2.6. Hayvanların meradan aldığı ve ilave olarak verilmesi gereken yem miktarının hesaplanması.....	47
3.2.7. Ham besin madde analizleri.....	48
3.2.8. İstatistik analiz.....	48
4. BULGULAR.....	49
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	53
5.1. Mera Kalitesi.....	53
5.2. Kromiyum Oksit.....	55
5.3. Alkan.....	57
5.3.1. Mera otlarının alkan düzeyleri.....	58
5.3.2. Kuru madde tüketimi ve sindirilebilirlik tahmini.....	61
5.4. Meradan Sağlanan Ham Protein ve Enerji Miktarı ile Ek Yemleme İhtiyacı	64
ÖZET.....	66
SUMMARY.....	67
KAYNAKLAR.....	68
ÖZGEÇMİŞ.....	82

SİMGELER VE KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADF	: Asit Deterjan Fiber
ADL	: Asit Deterjan Lignin
BaSO ₄	: Baryum Sülfat
BE	: Brüt Enerji
CA	: Canlı Ağırlık
CaCl ₂	: Kalsiyum Klorid
CH ₄	: Metan
cm	: Santimetre
CO ₂	: Karbondioksit
Cr	: Kromiyum
CRC	: Kontrollü Salınım Yapan Kapsül
Cr-EDTA	: Kromiyum-Etilendiamin Tetrasetikasit
Cr ₂ O ₃	: Kromiyum Oksit
dk	: Dakika
g	: Gram
HCl	: Hidroklorik Asit

HgCl ₂	: Civa Klorid
H ₃ PO ₄	: Fosforik Asit
HK	: Ham Kül
HP	: Ham Protein
HS	: Ham Selüloz
HY	: Ham Yağ
İVKMS	: İn Vitro Kuru Madde Sindirilebilirliği
KBrO ₃	: Potasyum Bromat
KCl	: Potasyum Klorür
kg	: Kilogram
KM	: Kuru Madde
KMTT	: Kuru Madde Tüketim Tahmini
KOH	: Potasyum Hidroksit
l	: Litre
m	: Metre
Mcal	: Megakalori
ME	: Metabolik Enerji
mg	: Miligram
MgSO ₄	: Magnezyum Sülfat
µg	: Mikrogram

μm	: Mikrometre
ml	: Mililitre
mm	: Milimetre
Mosmol	: Miliosmolalite
N	: Normal (normalite)
NaCl	: Sodyum Klorür
NaHCO_3	: Sodyum Bikarbonat
Na_2HPO_4	: Disodyum Hidrojen Fosfat
NE_L	: Net Enerji Laktasyon
NÖM	: Azotsuz Öz Madde
OM	: Organik Madde
OMS	: Organik Madde Sindirilebilirliği
RUSİTEC	: Rumen Simülasyon Tekniği
SE	: Sindirilebilir Enerji
UYA	: Uçucu Yağ Asitleri

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Gübre toplama torbası.....	33
Şekil 2. Gübre toplama torbalarının hayvanın üzerine sabitlenmesinde kullanılan kuşaklar.....	34
Şekil 3. Gübre toplama torbalarının kuşaklar aracılığıyla hayvanlara sabitlenmesi....	34
Şekil 4. Kapsül hazırlama aleti.....	39
Şekil 5. Kromiyum oksit peleti.....	39
Şekil 6. Alkan kapsülü.....	42
Şekil 7. Kapsül yutturma sondası.....	42
Şekil 8. Alkan yönteminde hayvanlardan alınan dışkı numunelerindeki alkanların (C ₃₂ , C ₃₃ , C ₃₆) konsantrasyon seyri.....	50

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. İndikatörlerin sınıflandırılması.....	20
Tablo 2. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin ham besin madde içerikleri.....	49
Tablo 3. Çalışmada kullanılan kaba yemlerin alkan içerikleri.....	49
Tablo 4. Kromiyum oksit ve alkan indikatör yöntemleriyle belirlenen ortalama kuru madde tüketim değerleri.....	50
Tablo 5. Yem örneklerinin kromiyum oksit ve alkan yöntemleriyle belirlenen besin madde sindirilebilirlikleri ve enerji içerikleri	51
Tablo 6. Alkan yönteminde yem örneklerinin numune alım zamanına göre belirlenen besin madde sindirilebilirlikleri ve enerji içerikleri.....	51
Tablo 7. Hayvanların meradan sağladığı ham protein ve metabolik enerji miktarı ile meraya ilave olarak verilmesi gereken arpa miktarı.....	52

1. GİRİŞ

İnsanoğlu asırlardır et, süt, yumurta gibi verimleri ile güçlerinden yararlanmak veya hobi amaçlı olarak hayvan bakım ve beslenmesiyle uğraşmaktadır. Hangi amaçla olursa olsun beslenme hayvan yaşamında önemli bir yere sahiptir. Hayvanların doğru ve dengeli bir şekilde beslenmesi iki nedenden ötürü önem taşımaktadır. Bunlardan bir tanesi doğru ve yeterli bir beslenme planı uygulayarak hayvanlardan yüksek bir verim elde etmek, diğeri de hayvanların beslenmesi amacıyla kullanılacak yem maddelerini hayvana yararlı olacak şekilde en ucuz bir şekilde sağlamaktır.

Türkiye'nin nüfusu hızla artmakta fakat bu artışa karşılık hayvansal üretim yetersiz kalmakta, bu durumun doğal sonucu olarak, beslenme ve fiyat istikrarsızlığı ile ilgili sorunlar sürekli ülke gündemini meşgul etmektedir. Yıllardan beri bitkisel kökenli gıdalarla beslenen ve yeterli hayvansal protein tüketemeyerek, biyolojik geri kalmışlık içinde olan ülkemiz insanların, hayvansal ve bitkisel ürün tüketim miktarları incelendiğinde, niceliksel bir açlık içinde olmadığı, hatta normalden fazla bitkisel protein tükettiği, ancak hayvansal protein tüketim miktarının gelişmiş ülkelere göre, oldukça düşük düzeyde olduğu gözlenmektedir. Ülkemizde kişi başına yıllık bitkisel ürün tüketimi 300-325 kg iken; bu miktar AB (Avrupa Birliği) ülkelerinde 85 kg, diğer ülkelerde ise 70-110 kg arasında değişmektedir. Bitkisel ürün tüketiminde gelişmiş ülkelerin en az üç katı kadar olan tüketim, hayvansal ürünler dikkate alındığında 3-5 kat azdır (Örücü ve Kanıbir, 2005). Yeterli ve dengeli beslenemeyen bir toplumun sağlıklı olmadığı ve sosyo-ekonomik kalkınmasının da yavaşladığı bilinen bir gerçektir.

İnsanların yeterli ve dengeli beslenmesinde önemli rolü bulunan hayvancılık sektörü; ulusal geliri ve istihdamı artırmak, et, süt, tekstil, deri, kozmetik ve ilaç sanayi dallarına hammadde sağlamak ve dengeli kalkınmaya katkıda bulunmak, kırsal alandaki açık ve gizli işsizliği azaltmak ve önlemek, kalkınma ve sanayileşme finansmanını öz kaynaklara dayandırmak, ihracat yoluyla döviz gelirlerini artırmak, göç olaylarını ve bunun ortaya çıkardığı sosyal sıkıntıları azaltmak ve önlemek gibi önemli ekonomik ve sosyal fonksiyonlara sahiptir. Hayvan beslemenin amaçlarından biri de hayvanları genetik kapasitelerinin üst sınırlarında ve dengeli bir şekilde besleyerek hayvanlardan en üst düzeyde verim elde edilmesidir. Diğer tüm hayvanlarda olduğu gibi ruminantlar

da yaşamlarını sürdürebilmek için dengeli ve yeterli düzeyde besin maddesine ve enerjiye ihtiyaç duyarlar. Yem tüketimi çok düşük düzeyde kalırsa yemle alınan enerjinin büyük bir kısmını hayvan yaşama payı enerjisi olarak kullanır. Verim payı için kullanılacak olan enerji miktarı ve dolayısıyla verim oranı düşer. Öte taraftan yem tüketimi çok yüksek düzeyde olursa hayvan aşırı yağlanır ve yağlı etler tüketici tarafından tercih edilmez.

Hayvancılıkta işletme giderlerinin %50-70'lik bölümünü yem giderleri oluşturmaktadır. Dolayısıyla hayvanların refahının temininde en büyük gider olan yem maliyetinin, uygun yem seçimi ve rasyon formülasyonu ile mümkün olduğunca azaltılması, verimli bir hayvancılık için önemli bir şarttır. Diğer bir deyişle, bir taraftan hayvanların yeterli ve dengeli beslenmesini sağlayacak rasyonların hazırlanması, diğer taraftan da bu rasyonların mümkün olduğunca ucuza mal edilmesi gerekmektedir.

Ruminantlar değişik kaba ve konsantre yem kaynaklarıyla beslenmektedirler. Bu kaynakların başında meralar gelmektedir. Meralar hayvanların yararlanabileceği en ekonomik yem kaynaklarıdır. Ülkemiz meralarının büyük çoğunluğu kalite ve verim bakımından düşük kaliteli meralar sınıfındadır. Bu nedenle düşük verimli alanları değerlendirme yeteneğine sahip olan koyun ve keçi gibi hayvanlar ön plana çıkmaktadır.

Ülkemizde merada otlayan hayvanların meralardan ne ölçüde yararlandığı, besin madde ihtiyaçlarının meralardan karşılanıp karşılanamadığı konusunda yeterli araştırma mevcut değildir. Hayvanların besin madde ihtiyaçlarının ve meralardan bu ihtiyaçlarını ne ölçüde karşıladığının belirlenmesi buna göre konsantre yem takviyesinin yapılması gerekmektedir (Karademir ve nal, 2008).

Bu çalışmanın amacı, merada otlayan koyunların yem tüketim miktarı ve tükettikleri yemin sindirilebilirliğini kromiyum oksit ve alkan gibi indikatörler yardımıyla belirleyerek, hayvanların merada tükettikleri besin madde ve enerji miktarları ile ihtiyaç duyulan ek yemleme miktarını tespit etmektir.

2. GENEL BİLGİLER

Ruminant rasyonları temel olarak kaba yemler, enerji yemleri, protein bakımından zengin yemler ile vitamin ve mineral gibi katkılardan oluşur. İlk üç gruptaki yemler arasında en ucuzu kaba yemlerdir. Kaba yemler ruminantların rumen mikroflorasında gerekli enzimlerin salgılanmasına yardımcı olmaları ve rumen gelişimini hızlandırmaları bakımından gerekli olup hayvanların yaşam ve verim payı ihtiyaçlarının ve hayvanlara vitamin ve mineral sağlanmasında önemlidirler. Ayrıca ruminant rasyonlarında kaba yemlerin yeterli miktarda bulunmaması önemli metabolik ve sindirim bozukluklarına neden olmaktadır (Kara ve Deniz, 2005). Dolayısıyla işletme yemi olarak da adlandırılan kaba yemlerin ruminant rasyonlarında mümkün olan en üst düzeyde kullanılması ucuz bir rasyon için önemli bir kuraldır. Ruminant rasyonlarının, mümkün olduğunca kaba yem ağırlıklı oluşturulmasındaki zorunluluk, bu hayvanların sindirim fizyolojilerinin yanı sıra, bu hayvanlarla yapılacak beslemenin ekonomik olabilmesi ile de ilgilidir. Şöyle ki; örneğin besi sığırları 7-8 kg yem tüketerek ancak bir kg canlı ağırlık artışı sağlayabilirler. Bu ağırlık artışıdaki karkas randımanı da %50-55 civarındadır. Halbuki aynı miktar canlı ağırlık artışı broilerler 2 kg'ın altındaki bir yemle sağlarlar ve bu hayvanların karkas randımanı da daha yüksektir (%70). İşte broylerle kıyaslandığında oldukça kötü olan yemden yararlanma oranları, ruminantların tükettiği yem kaynakları dikkate alındığında, dezavantaj olmaktan çıkmaktadır. Çünkü, kanatlı hayvanlar beslenirken insanların tükettiği gıdaları kullanır. Yani, insanlara ortak olarak beslenirler. Halbuki ruminantlar, insan gıdası olarak kullanılamayan kaynakları değerlendirerek, insanlar için biyolojik değeri yüksek et, süt gibi gıda maddeleri üretirler (Sarı ve ark., 2008).

Ancak sadece kaba yemlerle yapılacak bir besleme, çoğu zaman hayvanların besin madde ihtiyaçlarını karşılayamadığından, bu yemlerle birlikte enerji ve protein bakımından zengin yemlerin de hayvanlara verilmesi yeterli ve dengeli bir besleme bakımından zorunlu olmaktadır. Yoğun yemlerin fiyatı kaba yemlere oranla yüksek olduğundan, bu yemlerin kullanım düzeyi ile orantılı olarak rasyonların maliyeti de yükselmektedir (Sarı ve ark., 2008).

Ülkemizde üretilen kaba yemler hayvanların ihtiyaçlarını yeterince karşılayamamaktadır. Bu durumun nedenleri arasında doğal çayır-mera alanlarının yetersizliği, vejetasyon döneminin kısıllığı, birim alandaki ot miktarının düşük ve yem bitkileri ekim alanlarının az olması gösterilebilir (Güngör ve ark., 2008). Ülkemiz hayvancılığının ihtiyacı olan kaliteli kaba yem açığının kapatılması durumunda, yem değeri düşük ve selülozca zengin sap, saman ve kavuz gibi kaba yemlerin hayvan beslemede kullanım düzeyi azalacak ve birim hayvandan elde edilen verimlerde iyileşmeler gözlenecektir. Zira, hayvan beslemede kaliteli kaba yemler ucuz bir kaynak olmasının yanı sıra, geviş getiren hayvanların rumen mikroflora ve faunasının gelişimi için gerekli protein, yağ, selüloz içermesi, mineral ve vitaminlerce zengin olması, hayvanların performansını iyileştirmesi, beslemeye bağlı pek çok metabolik hastalığın önlenmesi ve yüksek kalitede hayvansal ürün sağlanması bakımından da önemlidir (Alçıçek ve ark., 2010).

Ruminantların kaba yem ihtiyaçları çayır ve meralar, tarla ziraatı içerisinde yetiştirilen yem bitkileri, çeşitli bitkilerin sap, saman, yaprak, meyve gibi kısımları ve sanayi yan ürünü olarak ortaya çıkan posalardan oluşmaktadır.

2.1. Çayır ve Meralar

Çayırlar, taban suyu yüksek ve biçilmeye elverişli olan alanlardır. Bu alanlar hayvanların kışlık kuru kaba yem ihtiyaçlarının karşılanmasında önemli yem kaynaklarıdır. Meralar ise, taban suyu düşük ve kısa boylu bitkilerin oluşturduğu yem alanlarıdır. Meralardaki bitkiler seyrek ve kısa boylu oldukları için buralardan özellikle hayvan otlatmak suretiyle faydalanılır.

2.1.1. Dünyada çayır ve meraların durumu

Dünyada karalar yaklaşık 13 milyar hektar alan kaplamaktadır. Bu alanlarda iklim faktörlerindeki (özellikle sıcaklık ve yağış) değişikliklere bağlı olarak çok farklı bitki toplulukları meydana gelmiştir. Bunlar içerisinde temel kullanım şekli hayvan otlatmak olan ve çoğunluğu otsu bitkilerden meydana gelen daimi çayır ve meraların oranı %24 civarındadır. Dünya üzerindeki meralar 250-1000 mm yıllık yağış ve 0-26°C ortalama sıcaklığa sahip alanlardır. Ancak bunların dışında çöl, savan, orman ve tundra

gibi biyolojik ortamlar da hayvanların otlatıldığı alanlar içerisinde yer almaktadır. Yine bir kısım tarım alanları hasat öncesi veya sonrasında otlatılarak değerlendirilmektedir. Bütün bunlarda dikkate alınarak yapılan tahminlere göre, dünyada otlatma potansiyeline sahip alanlar karaların yaklaşık %70'ini oluşturmaktadır. Kıtalar içerisinde çayır-mera alanlarının genişliği açısından ilk sırayı, Avustralya ve Yeni Zelanda'nın yer aldığı Okyanusya (%51.6) almaktadır. Güney Amerika, Afrika ve Asya'da, dünya ortalamasına yakın olarak çayır-meralar toplam alanın yaklaşık ¼'ünü teşkil etmektedir. En az çayır-mera alanları ise Kuzey ve Orta Amerika (%16.5) ile Avrupa'da (%17.1) bulunmaktadır. Kuzey Amerika'da özellikle Kanada'da "Tayga" ormanlarının geniş yer kaplaması ve kuzey kısımların çok soğuk olması, alan olarak çayır-meraların fazla yer kaplamamasına neden olmuştur. Avrupa'da ise tarım alanları ve ormanların yoğunluğu, doğal çayır-meraların az olmasının nedenini açıklamaktadır. Dünya ülkeleri içerisinde en yaygın meralara Avustralya (%55.3), Arjantin (%51.5) ve Yeni Zelanda'da (%50.9) rastlanmaktadır (Babalık, 2013).

2.1.2. Türkiye'de çayır ve meraların durumu

Ülkemizdeki mera alanları 1970 yılında 21.748.900 hektar, 1991 yılında 12.377.600 hektar iken, 2010 yılı verilerine göre 8.515.963 hektara düşmüştür (Anonim, 2011). Türkiye İstatistik Kurumunun (2012) tarım alanlarına ait geçici verilerine göre ise, ülkemizdeki toplam tarım alanları 38.412.000 hektar, çayır- mera alanları ise 14.617.000 hektardır.

Ülkemizde bu alanların bölgelere göre dağılımı oldukça düzensizdir. Sahil kesimlerimizdeki çayır ve meralar %5-14 gibi düşük bir orana sahiptir. Çayır ve meraların yaygın olduğu Doğu Anadolu Bölgesi, Türkiye çayır-mera varlığının %54.8'ini teşkil etmektedir. Çayır ve mera alanlarının en yaygın olduğu iller de yine Doğu Anadolu Bölgesi'nde bulunmaktadır. Toplam alana oranı bakımından en fazla çayır-mera alanı Ağrı'da (%69.0) bulunmaktadır. Bu ili sırasıyla Kars (%68.5) ve Erzurum (%66.5) izlemektedir. Doğu Anadolu Bölgesi Türkiye'de mera hayvancılığının en fazla yapıldığı, buna karşılık toplam sığır varlığı içerisinde yerli hayvanların ağırlıkta olduğu bir bölgedir. Bu durum bu bölgede ekstansif hayvancılığın hakim olduğunu göstermektedir (Babalık, 2013).

Dünyanın gelişmiş birçok ülkesinde olduğu gibi ülkemizde de hayvan yeminin önemli bir bölümü çayır ve meralardan sağlanmaktadır. Ancak, meraların aşırı ve bilinçsiz otlatılması nedeniyle verim ve kaliteleri düşmüş, erozyona açık alanlar haline gelmişlerdir. Ülkemizdeki çayır, mera ve yaylaklar mevcut hayvan varlığının kaba yem ihtiyacının sadece üçte birini karşılamaktadır. Doğal çayır ve meralarımızın yetersizliği yanında, ülkemizde yem bitkileri üretimi de ihtiyacın çok altındadır. Ülkemizde yem bitkileri ekim alanının tarla tarımı içindeki payı yalnızca %3.8'dir. Son yıllarda kaba yem üretimine uygulanan teşviklerle, yem bitkileri üretiminde önemli gelişmeler sağlanmış olsa da, mevcut açığın kapatılması başarılamamıştır. Hâla, kaba yem bileşiminin %43'ünün samandan oluştuğu tespit edilmiştir (Sürmen ve ark., 2008).

2.1.3. Hayvanların beslenmesinde çayır-meraların önemi

Çayır ve meralar, dünya nüfusunun beslenmesinin en önemli kaynağı olan hayvansal ürünlerin elde edilmesinde yeri doldurulamayacak ekonomik kaynaklardır.

İyi kaliteli çayır-meralar protein, kalsiyum, beta-karoten, vitamin E ve B-kompleks (özellikle riboflavin) yönünden oldukça zengin kaynaklardır. Diğer yandan havası, güneş ışığı ve aktivite yönünden çayır ve meraların hayvan sağlığı ve ekosistem üzerine olumlu etkileri vardır (Ergün ve ark., 2013).

Tarladaki ürünün yetiştirilmesi, biçilmesi, taşınması, depolanması ve konservasyon işlemleri yemin maliyetini artırmaktadır. Meraya dayalı bir besleme programında ise, bu gibi giderler yoktur. Tarım makinelerinin giremeyeceği ve ekili tarımın yapılamayacağı alanlar (step alanlar, kaya miktarı fazla olan alanlar vb.) mera olarak değerlendirilmektedir. Bitkilerdeki besin maddelerinin ve bazı bilinmeyen faydalı maddelerin taze olarak tüketilmesi sonucu beslenme yetersizliklerine bağlı bozukluklar azalmaktadır (Nursoy ve Yılmaz, 2002). Toprak erozyonu, bitki örtüsü yangınları, seller vb. felaketleri küresel düzeyde önleme açısından eşsiz yararları olan meralar, ormanlarla birlikte, ülkelerin varoluşunu adeta sigortalayan doğal kaynaklardır. Avrupa Birliği ülkelerinde meralar hem hayvanların kaba yem kaynağı hem de çevre korumada çok önemli doğal kaynaklar olarak algılanmakta, ekolojik koşulların ve özellikle yağışın elverişli olması nedeniyle pek çok ülkede meralar çok verimli ve kârlı işletmeler olarak değerlendirilmektedir. Çoğunluğu özel mülkiyette olan bu meralar,

uzmanlaşmış hayvancılık işletmeleri tarafından bilimsel esaslara uygun olarak korunup kullanılmaktadır. Meraların önemi birçok ileri ülkede çok önceden anlaşıldığından, gerekli önlemler ve yasal düzenlemeler yapılarak bu alanlardan büyük yarar sağlanmaktadır. Hayvanların kaba yem ihtiyacının büyük bir kısmı çayır ve mera alanlarından sağlanmaktadır. Örneğin; ABD’de çiftlik hayvanlarının tükettiği yemin %44’ü bu alanlardan sağlanır. AB ülkelerinden İrlanda’da geviş getiren hayvanların tükettiği yemin %97’si, İngiltere’de %83’ü, Fransa’da %71’i, Hollanda’da ise %54’ü meralardan sağlanmaktadır (Anonim, 2006).

Çayır-meradan elde edilen yemlerden koyun ve keçiler başta olmak üzere besi sığırları, süt inekleri ve atlar faydalanmaktadır. Süt ve besi sığırcılığı 6-8 aylık süre ile % 60-70, koyunculuk ise % 90 oranında meradan yararlanıldığı sürece daha kârlı olmaktadır. İyi bir mera yıllık olarak hayvan başına gerek buzağı ağırlığı gerekse daha yaşlı sığırların ağırlıklarına ilave olarak 90-180 kg üretmekte, çok iyi meralar ise daha fazla ağırlık sağlamaktadır. İyi bir mera yalnız başına süt sığırının yaşama ihtiyaçları için yeterli besin maddeleri temin etmesinin yanında günlük 9 kg süt üretimini temin edebilmekte, çok iyi bir mera ise günlük 18 kg süt sağlayabilmektedir. Koyun merayı en iyi bir şekilde değerlendiren hayvandır. Kaliteli meralarda otlayan koyunlarda 145-225 g günlük canlı ağırlık artışı sağlanabilmektedir (Kaya ve Karademir, 2002).

Meralarda otlayan ruminantlar sürekli hareket halinde oldukları için ayak hastalıkları azalır, hayvanlar güneş ışığından yararlandıkları için özellikle vitamin D ihtiyaçları bu yolla karşılanır.

2.1.4. Çayır ve meraları oluşturan bitki türleri

Türkiye meralarında yer alan değerli yem bitkilerinin önemli bir bölümü baklagil ve buğdaygil familyaları içerisinde bulunan türlerden oluşmaktadır. Baklagil ve buğdaygillerin yanı sıra diğer familyalar ve bazı çalı türleri de hayvanlar tarafından tercih edilmektedir. Meralarımızda bulunan ve korunduğunda hayatını devam ettirebilen, besin değeri yüksek başlıca yem bitkisi türleri, *Medicago* spp., *Melilotus* spp., *Poa* spp., *Lotus* spp., *Dactylis* spp., *Trifolium* spp., *Phalaris* spp., *Onobrychis* spp., *Festuca* spp., *Bromus* spp., *Agropyron* spp., *Astragalus* spp. şeklinde ifade edilebilir (Balabanlı ve ark., 2006).

Anadolu doğal meralarının bitki örtüsü istenilen kalite ve düzeyde değildir. Her şeyden önce bir meranın değeri başta buğdaygil ve baklagillerin varlığı ve bunlar içinde de çok yıllık bitkilerin bulunmasıyla artar. Ancak, baklagillerin sadece çok yıllık olması yetmez, hayvanların yiyebileceği türlerden oluşması gerekir. Meralarımızda tür zenginliği gösteren buğdaygil ve baklagillerin çoğu bir yıllık, kısa boylu ve çok kısa ömürlüdür. Baklagillerin tür zenginliğini üçgüller (*Trifolium*) oluşturmaktadır. *Trifoliumlar* içinde ak üçgül (*Trifolium repens*)'ün çok yaygın ve çok yıllık olması nedeniyle meralarda önemli bir yeri vardır. Kısa ömürlü de olsalar, baklagillerin meralarımızda çok sık bulunması avantajdır. Diğer taraftan, doğal mera vejetasyonu içinde yonca (*Medicago spp.*) ve korunga (*Onobrychis spp.*) türlerinin yer alması bu avantajı büyük ölçüde arttırmaktadır.

Doğal meraların en önemli elemanlarını buğdaygiller (*Gramineaceae*) oluşturmaktadır. Yine bunlar içinde de çok yıllık ve bol verimli cinsler meranın niteliğini arttıracaktır. Türkiye doğal meralarında aksine bir yıllık ve kısa hayat dönemli türlerin oldukça yaygın olduğu görülmektedir. Kısa hayat dönemli türler arasında en çok *Bromus*, *Hordeum*, *Aegilops* ve *Vulpia* örneklerinden söz edilebilir. Bu ve benzeri bir yıllık türler yaz başlarında meralarda göz doldurur bir örtü meydana getirirlerse de kısa bir zaman sonra kuruyarak ortadan kaybolurlar. Buna rağmen erken ilkbahar otlatması için yine de bir yem kaynağı olma nitelikleri vardır.

Buğdaygil ve baklagil yem bitkilerinden başka, Anadolu meralarında yem niteliği olan diğer bitkilerden önemlilerinin başında *Sanguisorba minor*, *Sanguisorba muricata* ve *Kochia prostrata* gelir. *Teucrium*, *Potentilla*, *Plantago* türleri arasında yem niteliği olanlar bulunduğu gibi, özellikle koyunlar için bozkır meraları çok değişik bitki örnekleri ile kaplıdır. Kserofit karakterli ve dikensi olan bu türler tazeyken hayvanlar tarafından otlanır. Doğal meralarımızın yem bakımından ve daha çok genel karakterlerini gösteren kekik (*Thymus squarrosus*, *Thymus angustifolius*, *Thymus striatus*) türlerinin ise Anadolu'da çok geniş bir yayılım alanı bulunmaktadır (Babalık, 2013).

Bu çalışmanın yapıldığı, Van Gölü kapalı havzası içinde bulunan Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Zeve Kampüsü fitocoğrafik açıdan İran-Turan bölgesi içinde yer alır. İklimi karasal olup, 3-4 ay kuraklık süresi olan kuşağa girmektedir (Öztürk ve ark.,

1998). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Zeve Kampüsü mera alanlarının botanik kompozisyonunu *Lamiaceae* (Ballıbabagiller) familyasının üyeleri oluşturmaktadır. Alan içerisinde yapılan bir çalışmada *Lamiaceae* familyasına ait 12 cins, 31 takson tespit edilmiştir (Kahiloğulları, 2011). *Salvia* cinsi 12 taksonla ilk sırada yer alırken *Ajuga* ve *Ziziphora* ise üçer taksonla ikinci ve üçüncü sıraları almış diğer cinsler ise 1 ve 2 taksonla temsil edilmiştir.

Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüs alanının florasının araştırıldığı ve 1991-1998 yılları arasında yürütülen başka bir çalışmada adı geçen alanda 42 familya 168 cins 319 tür 1 alttür ve 2 varyete tespit edilmiştir (Öztürk ve ark., 1998). Araştırma alanındaki en büyük familyaların *Asteraceae*, *Fabaceae* ve *Brassicaceae* olduğu aynı çalışmada belirtilmiştir. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüs alanındaki meralarda yayılış gösteren *Fabaceae* (*Leguminosae*- Baklagiller) familyası üyelerinin yem bitkisi olarak kullanılma imkanlarının araştırıldığı bir çalışmada (Kaptaner, 2009) adı geçen familyaya ait 16 cins ve 51 taksonun ve bunlar arasında *Astragalus ornithopodioides*, *Lathyrus rotundifolius*, *Lathyrus cicera*, *Melilotus officinalis*, *Onobrychis viciifolia*, *Vicia cracca* ve *Vicia hircanica* taksonları ve ekotiplerinin tespit edildiği belirtilmektedir.

2.2. Hayvan Besleme Çalışmalarında Yem Tüketimi ve Sindirilebilirliğin Önemi

Hayvan besleme çalışmalarının en önemli amaçlarından biri hayvanlardan maksimum verimi elde etmektir. Ruminantlardan maksimum verimin alınabilmesi, ancak doğru besleme formülasyonları ile mümkün olmaktadır. Bu nedenle merada beslenen ruminantların tükettikleri yem miktarı ve bu yemi ne oranda sindirdikleri; dolayısıyla verim düzeyleri ile orantılı olarak, hangi besin maddesi açısından ne oranda desteklenmelerinin gerektiğinin bilinmesi, ucuz ve dengeli bir rasyon formülasyonu için önemli bir gerekliliktir. Besin maddesi ve özellikle enerji alımı, yem kuru madde tüketimi ve yemin sindirilebilirliğinden etkilendiği için, yem tüketimi ve yemin sindirilebilirliği hayvan beslemede yaygın olarak kullanılan iki parametredir (Ünal, 2004).

Merada otlayan ruminantların, meradaki yem bitkilerinden ne ölçüde yararlandığı ve bunları ne ölçüde verime çevirdiklerinin bilinebilmesi için, ruminantların tükettikleri yemlerin miktarının ve sindirilebilirlik derecesinin belirlenmesi gereklidir. Merada otlayan ruminantların kuru madde tüketiminin ölçülmesi, hayvanların beslenme davranışlarının anlaşılabilmesi, mera yönetimi ve mera üretim sistemlerinin düzenlenmesinde hayati bir role sahiptir (Undi ve ark., 2008).

Merada otlayan hayvanların yem tüketimleri ve bu yemle almış oldukları enerji ve besin madde miktarlarının belirlenmesi, hayvanlara verim düzeylerine göre yapılması gereken ek yemleme miktarının belirlenebilmesi açısından da önem taşımaktadır. Alınan besin maddelerinin bir kısmı solunum, dolaşım, sindirim, hareket gibi temel yaşam fonksiyonları için kullanılır ve yaşama payı gereksinimleri olarak adlandırılır. Yaşama payı gereksinimlerinin üzerinde alınan besin maddeleri büyüme, süt, yapağı, yavru gibi verimler için kullanılır ve verim payı gereksinimleri olarak adlandırılır. Hayvandan yüksek verim elde edebilmek için besin madde ihtiyaçlarının yeterli ve dengeli bir oranda karşılanması gerekir. Hayvan beslemede temel amaç olan yüksek verimi elde edebilmenin ilk şartı, dengeli ve yeterli rasyonu hazırlamaktır. Rasyon hazırlanması için birinci koşul ise hayvanın günlük besin madde gereksinimlerinin ve yem tüketiminin belirlenmesidir (Karademir ve Ünal, 2008). Yemlerin besleyici değeri bitki kompozisyonunun bileşimi, koku, yapı ve tat gibi faktörleri içeren çok sayıda faktör tarafından belirlenir. Bu faktörler genellikle hayvan denemeleri yapılmak suretiyle yem tüketiminin ve yemin sindirilebilirliğinin belirlenmesiyle ölçülebilir. Hayvanların yem tüketim miktarı ile yemin sindirilebilirlik derecesi birlikte ele alındığında, bir yemin besleyici değeri doğru bir şekilde belirlenebilir (Moshtaghi Nia ve Wittenberg, 2002; Khan ve ark., 2003).

Mera çalışmalarında merada otlayan hayvanların yem tüketimini belirlemek için hayvanın ne kadar ot tükettiğini tespit etmek, bunun için bir örnek numune almak ve alınan numunelerden tüketilen tüm bitki profilini ortaya koymak oldukça zor bir iştir. Özellikle mera çalışmalarında tüketilen yemi en iyi şekilde temsil edecek numune alımı önemli bir konudur. Homojen özellik gösteren meralarda elle toplanan numune yeterli olurken, homojen olmayan meralarda özefagus fistüllü hayvanların kullanılması gerektiği bildirilmektedir (Buntinx ve ark., 1992; Dove, 1998; Ünal, 2004; Coleman,

2005; Fanchone ve ark., 2007). Ancak kaç adet özefagus fistüllü hayvanın kullanılacağı da tartışma konusudur. Nitekim yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğunda elle toplama/koparma (hand plucking) yöntemi kullanılmış veya bu yöntem tavsiye edilmiştir (Langlands, 1974; Oliveira ve ark., 2007; Fanchone ve ark., 2007).

Hayvanlardan dışkı toplama işlemi hayvanlara bağlanan dışkı toplama torbalarıyla gerçekleştirilmektedir. Bazı literatür bildirişlerinde (Dove, 1998; Coleman, 2005) mera çalışmalarında dışkı toplamanın oldukça zor olduğu belirtilmiş ve bu işlem için dışkı toplama torbaları kullanılmasının uygun olacağı belirtilmiştir. Başka bir çalışmada (Oliveira ve ark., 2007) ise, dışkı toplama işleminin rektumdan elle yapılması tavsiye edilmektedir.

Kaba yem tüketimi, otlatma öncesi ve sonrası kaba yem miktarının belirlenmesiyle, kaba yemin ısırılma ve ısırılan otun büyüklüğünün tahmin edilmesiyle yada canlı ağırlıktaki kısa süreli değişimlerden faydalanılarak tahmin edilmektedir. Bu metotlar sadece dar alanda veya rotasyonel otlatmalara uygun kısa süreli ölçümler için yada otlama davranışı çalışmaları için uygundur. Dışkı kuru madde veya organik madde atılımına yada kaba yemin kuru madde ve organik madde sindirilebilirliklerine dayalı diğer metotlar ise, örnekleme süresi ve hayvanlar arası farklılıklara bağlı olarak, yem tüketim tahmini hakkında bilgi verir. Bu gibi metotlar, genellikle merada otlayan hayvanların beslenme ekolojisi çalışmaları için daha uygundur (Dove ve Mayes, 1991).

2.3. Yem Tüketimi ve Yemin Sindirilebilirliğinin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler

Ruminant beslemede kullanılan yemlerin yem değerlerinin ve hayvanlar tarafından ne ölçüde tüketildiğinin belirlenmesinde *in vivo*, *in vitro* ve *in situ* gibi farklı yöntemler kullanılmaktadır (Judkins ve ark., 1990; Lopez ve ark., 1998; Madrid ve ark., 1999; Kılıç ve Sarıççek, 2006). Son yıllarda Yakın Kızılötesi Işın Yansıma Spektroskopisi (Near Infrared Reflectance Spectroscopy, NIRS) yöntemi de, bir *in vitro* yöntem olarak değerlendirilmektedir (Holden ve ark., 1994; Unal, 1998; Coleman, 2005; Sarı ve ark., 2008).

Besin maddelerinin ruminal yıkılımının belirlenmesi için naylon kese tekniği, iki aşamalı *in vitro* sindirim yöntemi, gaz üretim tekniği, sürekli kültür fermenterleri, enzimler, jel elektroforezis, amonyak azot salınımı ve yakın kızılötesi yansıma spektroskopisi yöntemlerini içeren değişik *in situ* prosedürler ve *in vitro* laboratuvar teknikleri kullanılmaktadır. Bunlara ilave olarak, bağırsaklardaki protein sindirimini tahmin etmek için aralarında biyoassaylar, lizin mevcudiyeti, mobil naylon kese, enzimatik metotlar, bağırsak sıvısı ve üç aşamalı *in situ/in vitro* prosedürün olduğu çeşitli teknikler de geliştirilmiştir (Stern ve ark., 1997).

Günümüzde yem tüketiminin ve sindirilebilirliğinin belirlenmesi için indikatöre dayalı birçok yöntem geliştirilmiştir. Dahili indikatör olarak lignin, harici indikatör olarak ise kromiyum oksit (kromiyum sesquoksit) en çok kullanılan indikatörlerdir. Ayrıca son yıllarda beslenme çalışmalarında bitkilerin kütiküler mum tabakasında bulunan tek zincirli ve çift zincirli hidrokarbonlar olarak bilinen alkanlar da indikatör olarak kullanılmaktadırlar. Alkan indikatör tekniği, bir çift indikatör tekniği olup, dışkıdaki tek zincirli alkanların çift zincirli alkanlara oranı prensibine dayanmaktadır. Alkan indikatör tekniği daha çok kaba yem ağırlıklı beslenen ve meralarda otlayan hayvanlarda yem tüketimi ve sindirilebilirlik çalışmalarında kullanılmaktadır (Malossini ve ark., 1996; Unal, 1998; Hendricksen ve ark., 2002; Molina ve ark., 2004; Smit ve ark., 2005; Olivan ve ark., 2007; Oliveira ve ark., 2007).

2.3.1. *In vitro* sindirim denemeleri

In vivo sindirim denemelerinin pahalı olması, çok zaman alması ve zahmetli olması gibi dezavantajları nedeniyle, daha kolay, daha kısa süren ve daha az masraflı olan birçok biyolojik ve kimyasal *in vitro* yöntem geliştirilmiştir (Denek ve Deniz, 2004b, Kamalak, 2005; Karademir ve Ünal, 2008; Decruyenaere ve ark., 2009). Ancak, *in vitro* yöntemlerle elde edilen sonuçların, *in vivo* yöntemlerle doğrulanması, ya da düzeltmeye tabi tutulması gerekmektedir.

2.3.1.1. İki aşamalı sindirim yöntemi

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 (Marten ve Barnes, 1980; Pace ve ark., 1984) 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 (Denek ve Deniz, 2004a).

Bu arayışlar içinde geliştirilen metotların en eskisi Tilley ve Terry (1963)'nin iki aşamalı *in vitro* sindirim yöntemidir. Bu metoda göre, yem maddesi birinci aşamada, anaerob ortamda rumen sıvısıyla; ikinci aşamada ise, seyreltik HCl-pepsin çözeltisiyle inkübe edilmektedir. Bu yöntemin birinci aşamasında inkübasyon süresi 48 saat, ikinci aşamasında ise 24 saat; inkübasyon ısısı ise 38-39 °C'dir. Metodun birinci aşaması yem maddesinin yapısında bulunan selülozun; ikinci aşama ise, çözünmemiş proteinlerin parçalanmasını sağlamaktadır. Yöntemin ilk aşaması, analizi yapılacak yemden bir miktar (0,25 g) *in vitro* tüplere 3'er paralelli olacak şekilde tartılarak rumen mikrororganizmaları ile 39 °C de sıcak su banyosunda anaerobik ortamda 48 saat süreyle inkübasyona bırakılmasını içerir. 48 saat sonunda tüplerin içine %5'lik HgCl₂'den 1 cc eklenerek mikropların ölmesi sağlanır. Tüpler daha sonra santrifüj edilerek üstteki sıvı kısmı dökülür. Tüplerde kalan çökeltinin üzerine HCl + pepsin solüsyonu eklenerek yemler 24 saat süre ile pepsin sindirimine tabi tutulur (Denek ve Deniz, 2004b).

2.3.1.2. Enzim tekniği

İki aşamalı sindirim yönteminde, rumen sıvısının temini için canlı hayvan barındırma zorunluluğunun bulunması, araştırmacıları fungal selülaz preparatları kullanılarak uygulanan enzim tekniklerinin geliştirilmesi yoluna yöneltmiştir. Enzim tekniğinde, çoğunlukla *Trichoderma viride*, *Trichoderma resei* ya da *Aspergillus niger*'den elde edilen selülaz enzimi kullanılmaktadır (Denek ve Deniz, 2004a). Bu metot, yem maddesinin rumen sıvısı kullanılmaksızın 38 °C'lik inkübasyon ısısında sellülaz, hemisellülaz, amilaz ve pepsin gibi enzimlerle inkübasyonu sonucunda sindirilebilirliğinin belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Enzim metodu, diğer *in vitro* metotlarla kıyaslandığında *in vivo* yönteme yakın sonuç vermesi, rumen kanüllü hayvanlara gereksinim duyulmaması, düzenek kurmanın diğer metotlar kadar zor olmaması ve kısa zamanda sonuç vermesi gibi avantajlarının olduğu bildirilmektedir

(De Boever ve ark., 1986; Denek ve Deniz, 2004a). Enzim tekniği uygulamasında yemlerin sadece sellülaz enzimi ile inkübasyona bırakılması yeterli olmamakta, ayrıca ruminantların alt sindirim organlarının etkisini gösterebilecek bir uygulamanın da yapılması gerekmektedir. Bu amaçla seyreltilmiş HCl-pepsin çözeltisi kullanılmaktadır (Denek ve Deniz, 2004a). Çeşitli kaynaklara göre, enzim tekniğinde pepsin-HCl ve sellülaz inkübasyonları için 24 saat ile 48 saate kadar değişen inkübasyon süreleri yeterli bulunurken; bazı araştırmacılar, bu sürenin yem maddesinin kalitesine bağlı olduğunu, kalitesiz yem maddelerinde bu sürenin 48 saatten daha fazla olabileceğini, inkübasyon ısısının ise 40 °C olduğunu bildirmektedirler (Dickerson ve ark., 1988; De Boever ve ark., 1999). Bu sıcaklığın 50 °C'nin üzerine çıkması durumunda sindirilebilirliğinin olumsuz etkilenebileceği de bildirilmektedir. Öte yandan, enzim konsantrasyonunun yeterli olmaması durumunda, fermentasyon süresince biriken atıklar enzim aktivitesinin giderek azalmasına neden olmaktadır (Sarı ve ark. 2008). Sellülaz 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 (De Boever ve ark., 1994).

2.3.1.3. Suni rumen tekniği

Yarı kapalı bir inkübasyon metodu olan Rusitec (Rumen Simulation Technique) olarak da adlandırılan bu yöntem Czerkawski ve Breckenridge (1977) tarafından uygulanmıştır. Sistem temelde sıcaklığı 39 °C olan su banyoları içerisinde muhafaza edilen fermenterler ile bunlar içerisine yerleştirilmiş olan delikli iç kaplardan oluşmaktadır. İç kaplar, elektromotora bağlı olan vertikal karıştırıcılar ile dakikada 6 kez aşağı-yukarı hareket ettirilerek rumen kontraksiyonları taklit edilmektedir. Peristaltik pompalar ile fermenterlere iletilen günlük yaklaşık 750 ml suni tükürük solüsyonu ile de (tampon solüsyon; pH: 7.40, osmolalite: 293 mosmol/l) sıvı döngüsü sağlamaktadır (Demirtaş ve ark., 2011). Laboratuvar şartlarında rumen ortamı oluşturarak yemlerin sindirilme derecesi belirlenmektedir. Yöntemin uygulanmasının kolay olması ve yöntemde alışılmış ruminant yemlerinin kullanılması bu tekniğin en önemli avantajlarıdır (Sarı ve ark., 2008). Ayrıca suni rumen tekniğinin lifli yapıların değerlendirilmesine ve yeni bir diyetin hayvan deneylerinde kullanılmadan önce test

edilmesine imkan sağlayan önemli bir teknik olduğu bildirilmektedir (Karademir ve Ünal, 2008).

2.3.1.4. Gaz üretim tekniği

Gaz üretim tekniği yemlerin fermentasyonu sonucu açığa çıkan gazların (CH₄, CO₂ vb.) ölçümüne dayanan indirek bir yöntem olup, üretilen gaz miktarından yararlanarak yeme ait birçok parametre hesaplanabilmektedir (Canbolat ve Bayram, 2007). *In vitro* koşullarda CO₂ gazı üretimi, ya doğrudan yemlerde bulunan karbonhidratların fermentasyonu sonucu ya da karbonhidratların fermentasyonu sonucu ortaya çıkan uçucu yağ asitlerinin (UYA) tampon çözeltisiyle reaksiyona girmesi sonucu oluşmaktadır (Kılıç ve Sarıçipek, 2006). Bu yöntemde analizi yapılacak yemden bir miktar alınarak (0.2 g KM) ayarlı enjektörlerde 30 ml rumen sıvısı ile 39 °C’de 24 saat süreyle inkubasyona bırakılır. Daha sonra oluşan gazın miktarı ölçülerek sindirilebilir organik madde hesaplanır (Sarı ve ark., 2008).

Gaz üretim tekniği, *in vitro* gaz ölçümü ile *in vivo* sindirilebilirlik arasında yüksek derecede ilişki olduğunu saptayan Menke ve ark. (1979)’nın çalışmasından sonra yemlerin değerlendirilmesinde rutin olarak kullanılabilecek bir metot olarak kabul edilmiştir. Yemlerin gaz üretim miktarlarının belirlenmesinde farklı gaz ölçüm tekniklerine rastlanılabilmektedir. Günümüzde gaz üretim teknikleri arasında en yaygın olarak kullanılanı Hohenheim (Menke) Gaz Üretim Tekniği olup, diğerleri; nanometrik metot, el ve bilgisayara dayalı basınç dönüştürme sistemleri ile gaz salınım sisteminin kombinasyonu metodu ve sıvı yer değiştirme sistemi gibi metotlar olarak sıralanmaktadır. Gaz üretim tekniğinde elde edilen parametreler ile hayvanların performansı, yem tüketimi ve yemlerin *in vivo* sindirim derecesi arasında önemli ve yüksek korelasyonlar bulunmaktadır (Canbolat ve Bayram, 2007).

2.3.1.5. Goering ve Van Soest yöntemi

Tek mideli hayvanlar tarafından sindirilemeyen yemin hücre duvarı yapısında bulunan selüloz ve hemiselüloz rumendeki bakteriler yardımıyla fermente edilerek yararlı hale gelmektedir. Rumendeki fermentasyon ruminantlar için yemin önemli bir kalite ölçüsüdür. Yemin fermentasyon düzeyi ise yapısında bulunan ADF ve NDF

düzeyine bağı olarak değişir. Nitekim NDF düzeyinin yükselmesi o yemin sindirilme derecesini düşürür. İşte bu yöntem ile yemlerin yapısında bulunan NDF düzeyi hızlı, kolay ve ekstra bir laboratuvar malzemesine ihtiyaç duyulmadan tespit edilerek, yemlerin kalitesi ve sindirilme derecesi hakkında bilgi sahibi olunabilir (Sarı ve ark., 2008).

2.3.1.6. Yakın kızılötesi ışın yansıma spektroskopisi (NIRS) yöntemi

NIRS yöntemi, yemdeki her kimyasal elementin kendine özgü bir yakın kızılötesi radyasyon spektrumuna sahip olduğu ilkesine dayanmaktadır. Numune içindeki –CH, –OH ve –SH gibi kimyasal bağlar, enerjiyi spesifik dalga boylarında emer ve yem numunesinden çıkan radyasyon yoğunluğunu değişikliğe uğratar. Ayna yansıması gibi yansıtılan enerji, yem numunesinin kimyasal yapısı hakkında bilgi verir. Bu metot 1100-2500 nanometrelik dalga boylarında kızılötesi ışığın emilimine dayanmaktadır. Yansıyan ışığın analizi ile yemlerin kimyasal bileşimlerinin tahmini yapılabilmektedir. Bu yöntemin en büyük dezavantajı ise cihazın pahalı olması ve kalibrasyonundaki güçlüklerdir (Unal, 1998).

2.3.2. *In situ* sindirim denemeleri

2.3.2.1. Naylon kese yöntemi

Son yıllarda geniş bir kullanım alanı bulmuş olan dakron polyester veya naylon kese olarak da tanımlanan bu teknik ile yemin rumen ortamında incelenmesi mümkün olabilmektedir. Teknik, farklı yem maddeleri içeren keselerin rumene daldırılmasına ve değişik zaman aralıklarında kaybolan besin maddesinin ölçülmesi esasına dayanır (Stern ve ark., 1997). Naylon kese tekniği, bağırsak kanüllü hayvanlar gerektiren yöntemlerle karşılaştırıldığında, daha basit ve düşük maliyetli bir metot olduğundan, yem maddelerinin ruminal parçalanmasının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Naylon kese kullanılarak yapılan ilk araştırmalarda, kanül takılmış koyunların rumeninde yemlerin sindirilmelerini incelemek amacıyla suni elyaf ve çok ince ipekten yapılmış silindir keseler kullanılmıştır. Son yıllarda kullanılan keseler ise rumen ortamından etkilenmeyecek naylon veya dakron gibi mateyalden yapılmaktadır. Keselerin gözenek genişliği rumen mikroorganizmalarının ve rumen sıvısının kolaylıkla kese içirisine girip çıkabileceği şekilde ayarlanmaktadır (40-60µm) (Sarı ve ark., 2008).

Bu teknikte, naylon keseler (5 cm x 15 cm)'in içerisine 2 veya 3 g yem rneği tartılarak kanüllü hayvanın rumeninde inkübasyona bırakılır. Keseler daha sonra rumenden çıkarılır, akan su altında yıkanır, kurutulur ve kesede kalan yemin ağırlığı belirlenir (Khan ve ark., 2003). Bu tekniğin uygulanmasında gelişmesi tamamlanmış, rumenlerine kalıcı kanül takılan ergin koyun, keçi ve sığırlar hayvan materyali olarak kullanılmaktadır. Kanül apı naylon torbaların kolayca girip çıkacağı genişlikte olmalıdır. Bu amaçla koyunlarda 2.5-5.0 cm, sığırlarda ise daha geniş iç çaplı kanül kullanılması önerilmektedir (Karabulut ve Canbolat, 2005). Naylon kese tekniği ile yemlerin by-pass protein miktarları, rumende protein, selüloz parçalanabilirliği ve parçalanma derecesi belirlenebilmektedir (Sarı ve ark., 2008).

2.3.3. *In vivo* sindirim denemeleri

2.3.3.1. Klasik sindirim denemesi (Dışkı toplama yöntemi)

Klasik sindirim denemeleri, hayvanlar tarafından tüketilen yem miktarı ile dışarı atılan dışkı miktarı arasındaki farkın belirlenmesi esasına dayanmaktadır. Sindirim denemeleri arasında en güvenilir yöntem olup (Ensminger ve ark., 1990), *in vitro* yöntemlerle yemlerin sindirilme derecesi belirlenirken standart yöntem olarak kullanılır. Ancak, pahalı, işçilik gerektiren ve zaman alıcı bir özelliğe sahiptir (Close ve Menke, 1986; Ensminger ve ark., 1990).

Bu yöntemde, istenilen yem hayvanlara belirli miktarda verilir. Genellikle dışkı toplamanın yapılabilmesi için hayvanlar bireysel kafeslerde tutulur. Hayvanların tükettiği yemler, artık yemler ve çıkarılan dışkının miktarları doğru bir şekilde kayıt altına alınır ve her birinden numuneler alınır ve analizler için saklanır. Azot dengesinin tahmini yapılmak istenirse, çıkarılan idrar miktarı da ölçülür. Her yem için minimum 3 hayvana ihtiyaç vardır (Khan ve ark., 2003).

Sindirilebilirlik denemeleri için hayvanın dışkısının toplanmasında en yaygın uygulama metabolizma kafeslerinin kullanılmasıdır. Bir metabolizma kafesi ayaklarının yerden uzunluğu 50 cm'den 1 m'ye kadar değişen uzunluklarda olabilen, hayvanın rahat hareket edebilmesi için yeterli genişlikte olan bir bölme veya demir kutudur. Dışkı ve idrarın toplanmasına müsaade edecek şekilde ayarlanmalıdır. Bununla birlikte, toplam

dışkının biriktirilerek sindirilebilirliğin belirlenmesine getirilen en yaygın eleştiri, hayvanın yem tüketiminin bazen anormal ve düzensiz bir şekilde düşük olmasıdır (Khan ve ark., 2003). Ayrıca, büyük hayvanlarda dışkı miktarının çok olması ve özellikle mera çalışmalarında takılan dışkı toplama torbalarının hayvanı rahatsız ederek, normal beslenme davranışları üzerinde olumsuz etki oluşturması ve normal tüketim miktarında değişikliğe neden olması gibi dezavantajları da vardır. Bu nedenle dışkı miktarının tahmini için sindirilmeyen materyallerin kullanımı gibi bazı indirekt metotlar geliştirilmiştir. Bu metotlar hem kapalı mekânlarda beslenen hem de otlayan hayvanlarda kullanılabilir (Karademir ve Ünal, 2008).

2.3.3.2. İndikatör yöntemi

Kapalı ortamlarda yürütülen klasik sindirim denemelerinde, hayvanın kuru madde tüketimi, çıkarılan dışkı kuru maddesi ve yemin sindirilme derecesi kolayca hesaplanır. Ancak, mera çalışmalarında hayvanın yem tüketimini ve tüketilen yemin sindirilebilirliğini direkt olarak ölçmek mümkün değildir. Bu şartlarda, kaba yem tüketimi ve hayvanın bireysel yem tüketiminin tahmini için en yaygın kabul gören yol indikatörlerin kullanılmasıdır (Lopez-Guerrero, 2005).

İdeal bir indikatör; ucuz olmalı, toksik olmamalıdır. Sindirim sisteminde hiç sindirilmemeli, absorbe edilmemeli ve işaretlenen materyalle fiziksel olarak benzer veya yakın ilişkili olmalıdır. Sindirim sistemini etkilememeli, sindirim sistemi veya mikrobiyal popülasyon tarafından etkilenmemeli ve nicelik olarak dışkıdan tekrar geri alınabilmelidir. Sindirilen örneklerin tahmininde spesifik ve duyarlı olmalı, indikatörlerin belirlenmesi (kimyasal analizler) basit ve doğru olmalı, diğer analitiksel determinasyonlarla ters etkili olmamalıdır. (Faichney, 1975; Le Du ve Penning, 1982; Fahey ve Lung, 1983; Kozloski ve ark., 1998; Marais, 2000; Brosh ve ark., 2003; Lopez-Guerrero, 2005).

Ancak anılan kriterlerin tamamını karşılayan bir indikatör yoktur. Özel bir amaç için bir indikatör seçilecekse indikatörün kusuru göz önünde bulundurulmalıdır. Bütün indikatör çalışmalarında indikatörün dışkıda stabil konsantrasyona ulaşması için bir başlangıç periyoduna (alıştırma periyodu) ihtiyaç duyulmaktadır. Başlangıç periyodunun süresi, yemin sindirilebilirliği, yem tüketim düzeyi, yemin özellikleri,

indikatörün veriliş yolu (pelet, dozlanmış kağıt, kontrollü salıverme vb.) gibi bazı faktörlere bağlıdır. Dozlanmış kağıt şeklindeki uygulamalar, yavaş pasajlanmadan dolayı, kapsüllerden daha uzun alıştırma periyoduna ihtiyaç duyar. Araştırmacılar alıştırma periyodu için 5-10 gün arasında değişen süreleri tavsiye etmektedirler (Le Du ve Penning, 1982; Minson, 1990; Stakelum ve Dillon, 1990).

Yem tüketimi ve sindirilebilirliğinin belirlenmesi için indikatöre dayalı birçok teknik kullanılmaktadır. İndikatörler, sindirim sisteminde inert yani sindirilemeyen maddelerdir. İndikatörler, biri bitki veya yemlerde doğal olarak bulunan sindirilemeyen maddeleri içeren dahili indikatörler, diğeri ise, ya hayvana ağızdan verilerek veya hayvanın rasyonuna eklenerek uygulanan maddeleri içeren harici indikatörler olmak üzere iki kısımdır. Dahili indikatör olarak lignin, harici indikatör olarak da kromiyum oksit (Cr_2O_3) en yaygın kullanılan indikatörlerdir (Unal, 1998). Dahili indikatörler sindirilebilirliğin tahmini, harici indikatörler ise, dışkı atılımının tahmini için kullanılmaktadır. Bu veriler, daha sonra yem tüketiminin tahmini için kombine edilmektedir. Harici indikatörler ayrıca, mide bağırsak sisteminde sindirim pasaj oranının tahmininde de kullanılabilmektedir (Dove ve Mayes, 2006).

İndikatör yöntemlerinin uygulamasında, indikatörün tamamen geri alınamaması, dışkıdaki indikatör konsantrasyonunun günlük değişim göstermesi, homojen yem ve dışkı örneklerinin elde edilmesindeki zorluklar, bazı indikatörler için analitiksel problemlerin bulunması, yöntemin uygulanmasında yoğun emek gerektirmesi gibi bazı problemler bulunmaktadır. Bu problemler, yem tüketimi ve sindirilebilirliğin belirlenmesinde indikatörlerin tam ve doğru olarak yaygın kullanımını sınırlandırmaktadır (Unal, 1998).

Tablo 1. İndikatörlerin sınıflandırılması (Kotb ve Luckey, 1972)

Dış İndikatörler	İç İndikatörler
Özel cisimler (cam boncuklar, küçük tohumlar vb.)	Silika
Boyalar (Karmina, Fenol kırmızısı)	Lignin
Metal oksitler (Kromik oksit, Ferrik oksit)	Kromojen
Mineral tuzları (Baryum sülfat)	Dışkı azotu
Suda çözünen indikatörler (Glikol, Cr-EDTA)	Metoksil ve lif
Radyoaktif indikatörler (^{51}Cr)	Alkanlar (tek zincirli, ör; C_{33})
İnert metaller ($^{46,47}\text{Sc}$)	Asitte çözünmeyen dışkı bileşenleri
Mikroorganizmalar (Bacillus antracis, Bacillus botilismus)	ADF, NDF

2.3.3.2.1. Harici indikatörler

Özel cisimler: İndikatörlerle ilgili yapılan ilk çalışmalarda, cam boncuklar ve küçük tohumlar, daha sonraları plastik ve kauçuk cisimler kullanılmıştır. Ancak bu cisimlerin dışkıda sayımı güç ve doğruluğu sorgulanır bir metottur (Karademir ve Ünal, 2008).

Boyalar: Bu grupta karmina, fenol kırmızısı, metilen mavisi, anilin mavisi, kristal violet gibi boyalar indikatör olarak kullanılmıştır. İlk olarak kullanılan karminadır. Ancak, yüksek oranda kullanıldığında ishal ve mide bulantısı gibi yan etkilerinin bulunduğu ve oldukça kaba sonuçlar veren bir metot olduğu bildirilmiştir (Kotb ve Luckey, 1972).

Metal oksitler: Demir oksit, krom oksit, titanyum oksit gibi metal oksitler daha çok yemden yararlanmanın belirlenmesi çalışmalarında kullanılmıştır. Krom oksitin dışkıdaki kimyasal analizinin çok güç olmasına rağmen, toksik olmaması ve dışkıda geri alınabilirliğinin yüksek olması nedeniyle, sindirilebilirlik çalışmalarında indikatör olarak kullanılabileceği bildirilmiştir. Krom oksit hayvan ve insan çalışmalarında en yaygın kullanılan indikatördür (Holden ve ark., 1994; Yalçın ve ark., 1998).

Mineral tuzları: Baryum sülfatın toksik olmaması, sindirim kanalından emilmemesi ve hayvan ve insanlarda geri alınabilirliğinin tam olması nedeniyle, besin madde yararlanımı çalışmalarında, indikatör olarak kullanılabileceği bildirilmiştir. Ancak bazı yan etkileri nedeniyle, baryum sülfatın kullanımında miktar sınırlaması vardır (Kotb ve Luckey, 1972).

Suda çözünebilen indikatörler: Polietilen glikolün hayvan ve insanlarda absorpsiyon çalışmalarında indikatör olarak sıklıkla kullanıldığı, yine geri alınabilirliğinin %90'dan yüksek olması nedeniyle ineklerde dışkı miktarının belirlenmesinde kullanıma uygun olduğu bildirilmektedir. Polietilen glikolün özellikle ruminantlarda dışkıdan geri alınabilirliğinin her zaman tam olmaması ve sonuçlarda değişkenlik olması bu indikatörle ilgili daha çok çalışma yapılmasının gerekliliğini ortaya koymuştur (Kotb ve Luckey, 1972).

Radyoaktif maddeler: Radyoizotopların ölçüm metotları daha kolay ve daha kesin sonuçlar vermektedir. Radyoaktif indikatörler daha düşük oranlarda kullanılmakta ve herhangi bir yan etkisi bulunmamaktadır. Ayrıca materyalin sindirim kanalından geçişinin detaylı görüntüsünü almakta mümkün olmaktadır (Mautz, 1971).

Etkisiz maddeler: Lantan (^{140}La), İtiryum (^{91}Y), Zirkonyum (^{95}Zr), Seryum (^{144}Ce), Skandiyum ($^{46,47}\text{Sc}$), Rutenyum (^{106}Ru), Altın (^{198}Au) gibi çeşitli metaller indikatör olarak tanımlanmış ve besin maddelerinin sindirim kanalından geçişi ve emilimi çalışmalarında kullanılmıştır (Kotb ve Luckey, 1972).

Mikroorganizmalar: Ruminantlarda mikropartiküllerin sindirim kanalından geçiş süresini belirlemede *Bacillus subtilis* sporlarının kullanıldığı, rumen ısısında yani 39 °C'de aktif hale geçmedikleri 60 °C'de hızla çoğaldıkları ve bu nedenle de rumen mikroorganizmalarından kolaylıkla ayırt edildikleri bildirilmektedir. Bu sporlar kimyasal, fiziksel ve enzim ajanlarına karşı büyük direnç geliştirmişlerdir. Bu teknik hızlı, basit ve güvenilir sonuç vermesine rağmen, sağlık açısından güvenilirliği tartışmalıdır (Kotb ve Luckey, 1972).

2.3.3.2.2. Dahili indikatörler

Silika, lignin, metoksil, lifler, kromojen, dışkı azotu ve asitte çözünmeyen dışkı unsurları gibi dahili indikatörler, özellikle merada otlayan hayvanlarda yemden yararlanma düzeyinin belirlenmesi çalışmalarında kullanılmaktadır (Dove ve Mayes, 1996). Ancak, silikanın belli oranda sindirim sisteminden absorbe edilip idrarla atılması ve yemin tozla kontaminasyonu gibi nedenlerden dolayı, otlayan hayvanlarda silikanın geri alınabilirlik oranının tüketiminden daha yüksek çıkması ve geri alınabilirlikteki değişkenlikler, bu maddenin indikatör olarak kullanımını sınırlandırmaktadır (Kotb ve Luckey, 1972).

Ham lignin içerisinde lignin olmayan besin maddelerinin bulunması, çözünebilir fenolik madde oluşumu, yem ve dışkının analiz için yüksek sıcaklıkta kurutulması, lignin kullanılarak yapılan sindirim denemelerinde hatalı sonuçlara yol açmaktadır. Sindirilme derecesinin bu yöntemle belirleneceği yemlerde lignin oranı yükseldikçe hata payı azalmaktadır (Ergün ve ark., 2011).

BaSO₄ gibi bazı indikatörlerin büyük miktarda kullanımının bağırsak motilitesini etkilediği, yine bazı indikatörlerin besin maddesini bağladığı bildirilmektedir. Örneğin rasyona lignin ilavesi serum ve karaciğerde kolesterol oranını düşürmektedir (Karademir ve Ünal, 2008).

2.3.3.2.3. Kontrollü salınım kapsülleri

Hayvanlara indikatör maddenin günlük olarak verilmesi sırasında hayvanın girdiği stres, hayvanın yem yeme davranışını, yem tüketimini ve dışkı atılımını etkileyebilmektedir. Bu olumsuz etkileri ortadan kaldırmak için, kontrollü salınım kapsülleri (CRC-controlled release capsules) geliştirilmiştir (Lopez-Guerrero, 2005).

Her bir kapsül plastik tüp, kanat, indikatör içeren tablet grupları, yay ve pompadan meydana gelmektedir. Plastik tüpün yanında bulunan kanatlar dozlama uygulanıncaya kadar, su veya rumen sıvısında eriyen bir bantla tüpün yan kısmına yapışık bir şekilde tutturulmuşlardır. Kapsülün regurgitasyonla atılma olasılığını azaltmak için, kanatlar ruminal sıvıyla temas eder etmez açılacak şekilde dizayn edilmişlerdir. Su veya rumen sıvısı kapsülle temas edince, kapsülün içinde bulunan

tabletler jel formuna geçer ve indikatör içeren jel, yavaş bir şekilde dışarı salıverilir (Lopez-Guerrero, 2005).

İndikatörler, indikatörün yapısına ve araştırma şekline göre değişik şekillerde uygulanabilir. Yemin bir kısmına ya da tamamına karıştırılabilir veya içirilebilir. Hap, kapsül, toz, pelet ve solüsyon şekillerinde hazırlanabilir. Bu uygulama metotlarının seçimine bağlı olarak çalışma süresi de değişmektedir (Kotb ve Luckey, 1972). İndikatör metotlarında önemli olan unsur indikatörün dışkıyla geri alınabilirlik oranıdır. Geri alınabilirlik oranı arttıkça yapılan sindirilebilirlik ve yem tüketimi tahminlerinin doğruluk oranı artmaktadır.

Uygulamalarda dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta ise, dışkıdaki indikatör madde konsantrasyonunda oluşan günlük dalgalanmalardır. Bu dalgalanmalar yem tüketimindeki ve dozlama zamanındaki değişkenlikten, sindirim kanalındaki pasaj süresinden, sindirim kanalında diğer maddelerle karışmasından kaynaklanabilir. Bu dalgalanmalar, analizlerden elde edilen sonuçların güvenilirliğini azaltmaktadır. Bu problemler, indikatör maddenin uygulanışı, örneklerin alınma zamanının her gün aynı saatte olması ve sık sık örnek alımı ile azaltılabilir (Unal, 1998). İndikatörlerle yapılan çalışmalardan alınan sonuçlardaki değişkenlik, hayvan farklılığından, çevre etkisinden ve genetik farklılıktan kaynaklanabilmektedir. Anılan olumsuzluklara rağmen, indikatörler sindirim çalışmalarında oldukça önemli bir rol oynamaya devam etmektedir (Owens ve Hanson, 1992).

Merada otlayan ruminantlarda kaba yem tüketiminin belirlenmesinde en yaygın kullanılan yöntem, dışkı atılımının ve kaba yem kuru maddesinin sindirilebilirliğinin hesaplanmasıdır (Oliveira ve ark., 2007). Dışkı atılımı genellikle kromiyum oksit gibi harici indikatörle belirlenir. Kaba yemin kuru madde sindirilebilirliği ise, in vitro metotlar kullanılarak ölçülür (Schneider ve Flatt, 1975; Le Du ve Penning, 1982; Mayes ve Dove, 2000). Kromiyum oksit (Cr_2O_3), ferrik oksit ve titanyum oksit beslenme çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Kromiyum oksit özellikle mera çalışmalarında, dışkı atılım indikatörü olarak en yaygın kullanılan indikatördür (Lobato ve ark., 1980, Vogel ve ark., 1985, Parker ve ark., 1990a, Luginbuhl ve ark., 1994). Nitekim kromiyum sesquoksit (Cr_2O_3)'in hem koyunlarda (Langlands, 1987, Mayes ve Dove, 2000), hem de keçilerde (Kababya ve ark., 1998) dışkıdan geri toplanma oranının

tatmin edici düzeyde olduğunu bildiren çalışmalar vardır. Kromiyum salıveren kapsül teknolojisi, hayvanlara müdahaleyi azalttığı, hassas örnekleme zamanları ve daha az iş gücü gerektirdiğinden dolayı, indikatörlerle yapılan çalışmalarda sıkça tercih edilmektedir (Parker ve ark., 1990a). Cr_2O_3 salınım oranı, yem tipi ve yem tüketim seviyesinden düşük düzeyde etkilenir. Ancak, ruminant türü ve hayvanın fistüllü ya da fistülsüz olması, salınım oranını daha fazla etkilemektedir. Nitekim Cr_2O_3 salınım oranı, rumen fistüllü hayvanlarda fistülsüz hayvanlardan %13 daha düşük olabilmektedir (Laby ve ark., 1984; Graham ve ark., 1990; Parker ve ark., 1990a).

İndikatörlerin ruminantlar dışında diğer hayvanlarda da uygulandığını bildiren çalışmalar bulunmaktadır. (Gudmundsson ve Halldorsdottir, 1993; Scott ve Boldaji, 1997; Gudmundsson ve Thorhallsdottir, 1998; Holland, 1998; Gedir ve Hudson, 2000; Hatt ve ark., 2001; Ordakowski ve ark., 2001; Sales ve Britz, 2001; Storeheier ve ark., 2003; Sales ve ark., 2004; Braga ve ark., 2006; Oliveira ve Da Silva, 2007; Ferreira ve ark., 2009).

2.4. Kromiyum Oksit (Cr_2O_3) İndikatör Yöntemi

Kromiyum oksit olarak da adlandırılan kromiyum sesquoksit (Cr_2O_3), son 50 yıldır yem tüketiminin belirlenmesinde harici indikatör olarak (Lippke, 2002) ve özellikle kapalı ortamda hayvanlara verilen rasyonların sindirilebilirliğinin tespitinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Clanton, 1962).

Kromiyum oksit pratik olarak suda çözünmez, ancak alkali ve asitlerde az miktarda çözünür. Ruminantlara jelatin kapsüller şeklinde ağız yoluyla veya rasyona karıştırılarak uygulanır. Kromiyum oksitin, sürekli salınımını sağlamak için kontrollü salınım kapsülleri şeklinde uygulanan formu da bulunmaktadır. Rumende kromiyumun salınım oranının, yemin kuru madde sindirilebilirliğinin azalmasıyla arttığı, hatta farklı hayvanlarda bu salınımın değişebildiği bildirilmektedir (Marais, 2000).

Kromiyum gibi, bitki hücre duvarı unsurlarıyla kuvvetli bağlar oluşturan üç ve dört değerli metaller, özel indikatör olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Üç değerli kromiyumun sabit bağları, düşük oranda bağ değişimi gerçekleştirdiğinden, kromiyum bağlama işlemi tercihen, üç değerli tuzlardan ziyade, askorbik asitle altı

değerli dikromata indirgenmiş bileşiklerle yapılmaktadır. Bununla birlikte, rumen pH'sında çözünmeyen bu elementlerin bir çoğunun hidroksitlerinin, besin maddeleriyle kompleks bileşikler oluşturarak mı, yada suda çözünmeyen hidroksitler olarak yalnız başına mı hareket ettiklerini tahmin etmek zordur. Güvenilir sonuçlar elde etmek için, sabitlenmiş metalin (Cr), bağlandığı bitkinin matriksinden geri alınabilmesi gerekir (Marais, 2000).

Kromiyum oksit yönteminde yaygın olarak yapılan uygulama, kromiyum oksit (Cr_2O_3)'li yemlerin hayvana verildiği periyodun örnek toplama döneminde, sabah ve akşam dışkı örneklerinin alınması şeklindedir. Günlük olarak eşit miktarlarda toplanan dışkı örneklerinin birleştirilmesi ile sindirilen besin maddelerinin yüzde olarak miktarı elde edilebilir (Clanton, 1962).

Kromiyum oksit, ferrik oksit ve titanyum oksit hayvan besleme çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Kromiyum oksit, mera çalışmaları başta olmak üzere, hayvan besleme çalışmalarında, çıkarılan günlük dışkı miktarının tespitinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Unal, 1998).

Kromiyum oksit denemelerinde 10 günlük ön alıştırma dönemini takiben, 7-10 günlük dışkı toplama dönemi uygulanır (Clanton, 1962). Kozloski ve ark. (1998) ise, 10 günlük ön alıştırma dönemi ve 3 günlük dışkı toplama dönemi olmak üzere toplam 13 günlük bir deneme periyodunun yeterli olduğunu bildirmektedirler. Momont ve ark. (1994) 21 günlük ön alıştırma dönemini takiben; yem, artan yem ve dışkı örnekleme için 6 günlük bir örnek alma periyodu uygulamışlardır. Bir ürün prospektüsünde ise, kromiyum oksit kapsülünün uygulanmasını takip eden 5-25 günler arasında dışkı atılım miktarının belirlenmesi için, dışkı kromiyum oksit konsantrasyonunun kullanılabileceği belirtilmektedir (Buntinx ve ark., 1992).

Kromiyum oksitin sahip olduğu birincil problem, sindirilmeyen yem partiküllerinin sindirim sisteminde bağımsız bir şekilde hareket etmesi ve dışkıdaki konsantrasyonlarının sıklıkla günlük değişimler gösterebilmesidir. Günde iki kez dozlamayla bu değişimler genellikle en az düzeye indirilebilmektedir. Bazı araştırmalar günde altı kez dozlamanın günlük varyasyonu büyük oranda düşürdüğünü göstermiştir. Ancak böyle bir işlemin uygulanabilme şansı çok düşüktür. Bu problem, alıştırma

dönemi boyunca, kromiyum oksitin dışkıdaki konsantrasyonunun günlük toplam dışkı kromiyum oksit konsantrasyonuna eşit olduğu dönemde, günde iki defa örnek alımı ile çözülebilir. Günlük değişimdeki bu problemin giderilmesine yönelik uygulanan bir yöntem de, Cr_2O_3 içeren ticari CRC (kontrollü salınım kapsülü)'nin kullanılmasıdır (Lippke, 2002). Kontrollü salınım kapsülü teknolojisi ilk kez mevcut kromiyum oksit kullanılarak geliştirilmiş ve indikatör salınımındaki günlük değişimi çok büyük bir oranda azalttığı belirlenmiştir (Berry ve ark., 2000). Rumen içine kontrollü salınım yapan kapsüller (CRC) koyunlarda 25, sığırlarda 20 gün boyunca kromiyum oksitin düzenli salınımını sağlayacak şekilde tasarlanmışlardır (Graham ve ark., 1990; Unal, 1998). Günlük varyasyon CRC'nin kullanılmasıyla çok büyük oranda azalmasına rağmen, bu kapsüllerin salınım oranı yem maddesine göre değişmektedir ve her denemede en az birkaç hayvanla doğrulanması gerekmektedir (Lippke, 2002).

Ticari olarak hazırlanmış ve içinde kromiyum oksit (Cr_2O_3) bulunan kontrollü salınım kapsülü, koyunlar ve sığırlarda dışkı atılımını tespit etmek için geliştirilmiştir (Luginbuhl ve ark., 1994). Kapsül, ağızdan retikulorumenin içine gönderilir ve bitene kadar devamlı olarak kromiyum oksit salınımı yapar.

Kromiyum oksitin salınım oranları hakkında farklı literatür bildirişleri vardır. Hatfield ve ark. (1991)'nin 60 kastre koç kullanarak 4 deneme halinde (deneme 1'de 18 kastre koç metabolizma kafeslerinde dışkı toplama torbaları bağlanmış olarak iki değişik oranda arpa ve ad libitum yonca ile beslenmiş; deneme 2'de 18 kastre koç metabolizma kafeslerinde dışkı toplama torbaları bağlanmış olarak üç değişik oranda yonca ile beslenmiş; deneme 3'te 12 kastre koç yine dışkı toplama torbaları bağlanmış bir şekilde merada otlatılmış ve ilave olarak günde 200 g arpa ile beslenmiş, deneme 4'te ise 12 kastre koç ya otlatılmadan veya otlatılarak kaba yemle beslenmişlerdir) yapmış oldukları bir çalışmada, rumen içi sürekli salınım yapan kromiyum oksit boluslarından kromiyum oksit salınım miktarı, deneme 1 ve 2 de 138 mg/gün; deneme 3 ve 4'te ise 127 mg/gün olarak bulunmuştur. Bu salınım miktarlarının üretici firma tarafından sırasıyla 201 mg/gün ve 186 mg/gün olarak bildirildiği de bu çalışmada ayrıca belirtilmiştir. Başka bir çalışmada ise, kromiyum oksitin üretici tarafından bildirilen salınım miktarının dozlamının 5-25. günleri arasındaki sürede 205 mg/gün olduğu bildirilmiştir (Buntinx ve ark., 1992).

Daha öncede belirtildiği gibi, dışkı atılımı genellikle harici indikatör olarak kullanılan kromiyum oksit ile belirlenirken kaba yemin kuru madde sindirilebilirliği ise *in vitro* metotlar kullanılarak ölçülür (Schneider ve Flatt, 1975; Le Du ve Penning, 1982; Mayes ve Dove, 2000).

Kromiyum oksit yönteminin temel sıkıntısı, tüketilen kromiyum oksitin dışkılarından tamamen geri alınamaması ve tüm hayvanlar için bir tek yem kuru madde sindirilebilirlik değerinin kullanılmasıdır (Oliveira ve ark., 2007). Bu tür sınırlandırmaların üstesinden gelmek amacıyla alternatif metotlar geliştirilmiştir. Bunlardan biri olan alkan indikatör tekniği kaba yem kuru madde tüketiminin belirlenmesinde (Mayes ve ark., 1986a; Dove ve Mayes, 1991) ve sindirilebilirlikte (Mayes ve Lamb, 1984) yoğun bir şekilde kullanılmaktadır.

2.5. Alkan İndikatör Yöntemi

Yüksek yapılı bitkilerin büyük çoğunluğu, dış yüzeylerinde genellikle bitki tarafından sentezlenen alifatik yağ bileşiklerinin kompleks karışımlarından oluşan kütikular mum tabakasına sahiptirler. Mum tabakasının bileşimi, farklı bitki türleri ve aynı bitkinin farklı kısımlarında büyük ölçüde farklılık gösterir. Yaprak ve çiçekler yüksek alifatik lipid konsantrasyonlarına sahipken; kök kısımları çok düşük seviyede alifatik lipid içerir (Dove ve Mayes, 2006).

Alkanlar tıpkı diğer bitki kütikular mum tabakası bileşenleri gibi, değişik bitki türlerinde ve bitkinin farklı bölümlerinde çeşitli konsantrasyonlarda bulunurlar (Olivan ve ark., 1999). Grace ve Body (1981) yeşil otun kütikular yapısında bulunan uzun zincirli (C_{19} - C_{32}) yağ asitlerinin miktar olarak geri alınabileceğini göstermiş ve bu bileşiklerin sindirilemeyen dahili indikatörler olarak kullanılabileceğini önermiştir. Ancak uzun zincirli yağ asitlerinin analizinin zor olması nedeniyle, Mayes ve Lamb (1984) ile Gosden ve Moseley (1984) bitki kütikular yapısındaki bu alkanların sindirilebilirlik ve yem tüketiminin belirlenmesinde dahili indikatörler olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Ancak, bu tekniğin miktarı bilinen düz zincirli alkan (örneğin; C_{32} , dotriacontane) ile dozlama yapılması durumunda, gerçek kaba yem tüketiminin belirlenebileceğini ilk defa Mayes ve ark. (1986a; 1986b; 1986c) saptamıştır. Bitki kütikular mum tabakası bileşiklerinin dışkı indikatörü olarak

kullanılmasının avantajı, farklı bileşikler gibi kolaylıkla analizinin yapılabilmesi ve kısmen inert olmalarıdır (Dove ve Mayes, 2006).

Alkanlar C_nH_{2n+2} genel formülüne sahiptirler ve uzun zincirli hidrokarbonlardır. Karbon sayısı beşten düşük olan alkanlar oda sıcaklığında gaz halindedirler. Hekzandan daha büyük alkanların karbon sayısı çoğaldıkça, erime ve kaynama noktaları da yükselir. Bunlar oda sıcaklığında sıvı ya da katı olabilirler. Suda çözünmeyip, benzen, heksan, heptan, karbon tetraklorür gibi organik çözücülerde çözünürler. Alkanlar fonksiyonel grup içermeyen tamamen doymuş hidrokarbon bileşikleridir olduklarından dolayı, kimyasal reaksiyon kabiliyetleri diğer bileşikler ile kıyaslandığında çok düşüktür. En temel fonksiyonlarından biri, oksijen ile verdikleri yanma reaksiyonudur. Alkan serisindeki bileşiklerin adlandırılması, en uzun zincir içindeki karbon sayısına dayandırılır. En uzun zincir esas zincir olup, buna bağlı kısa zincirler vardır. Bu kısa zincirlere radikal veya *alkil* denir (Karademir ve Ünal, 2008).

Bitki kütikular mum tabakası bileşikleridir olan alkanlar, dışkı indikatörü olarak, ilk kez ruminantlarda, kaba yem sindirilebilirliğinin tahmini için kullanılmıştır. Daha sonra, dışkı atılımını belirlemek için sentetik alkanlar formunda da kullanılabileceği fark edilmiştir. Bu metot, ruminantlarda, evcil ve yabani herbivorlarda, hatta kütikular mum tabakasına sahip olduklarından dolayı, böcek ve örümceklerle beslenen böcekçil hayvanlarda da kullanılabilmektedir (Dove ve Mayes, 2006; Oliveira ve ark., 2008). Bitkilerde bulunan doymuş hidrokarbonlar arasında alkanlar bitki – hayvan etkileşimleri çalışmalarında en fazla dikkat çeken yapılar olarak kabul edilmektedir. Alkanlar bitkinin kütikular mum tabakasında yaygındır ve gaz kromatografi cihazıyla kolaylıkla analiz edilirler (Chen ve ark., 1999).

Alkan indikatör tekniği, bitkilerin değişik kısımlarında bulunan alkanların indikatör olarak kullanılması esasına dayanmaktadır. Her bitki türünün farklı oranlarda tek zincirli alkanlara sahip olduğu, otçulların rasyonlarının bitkisel kompozisyonunun sindirilen bitkideki ve hayvanın dışkıdaki alkan yoğunluğuna göre belirlendiği kabul edilmektedir (Cuartas ve Garcia-Gonzalez, 1996). Alkan indikatör tekniğinde, miktarı bilinen çift zincirli alkan ya C_{32} veya C_{36} alkanla karışık hazırlanmış şekilde günlük dozla veya rumen içi kontrollü salınım yapan kapsüller (CRC) vasıtasıyla hayvana verilmektedir (Charmley ve Dove, 2007). Hesaplamalar, bir alkanın dışkıdaki oranının,

o alkana ait daha önceden belirlenmiş geri alınabilirlik düzeyine uyarlanmasıyla yapılmaktadır (Brosh ve ark., 2003).

Alkan tekniğini kullanarak yem tüketimi tahminini yapmak için öncelikle hayvana yemle birlikte belli bir miktarda harici indikatör verilmesi gerekmektedir. Doz olarak kullanılan ve sentetik olan harici indikatör ile doğal olarak kaba yemde bulunan dahili indikatörün dışkıdan geri alınabilirliği birbirine yakın olmalıdır. Dozlama eğer günde bir defa yapılıyorsa, her gün aynı saatte ve aynı miktarda yapılmalıdır. Eşit miktarlarda olmak şartıyla, günde birden fazla dozlama da yapılabilmektedir (Ünal, 2004).

Alkan tekniğinde dozlama;

- Harici indikatörün bütün haldeki filtre kağıdına emdirilmiş şekilde rumen fistülünden doğrudan rumene verilmesiyle,
- Alkan emdirilmiş filtre kağıtlarının kapsül haline getirilmesiyle,
- Jelatin kapsül halinde hayvana yutturulmasıyla,
- Doğrudan hayvana verilecek olan bir miktar konsantre yeme ya da melasa katılmasıyla yapılabilmektedir (Karademir ve Ünal, 2008).

Son zamanlarda kullanılan bir başka dozlama yöntemi de, indikatör kapsüllerin rumen içine yerleştirilmesi yöntemidir. Bu yöntem araştırmacılara kolaylıklar sağlamakta ve indikatörün dışkıdaki konsantrasyonunda meydana gelen günlük varyasyonları en aza indirmektedir (Dove ve Mayes, 1996; Gedir ve Hudson, 2000; Ünal, 2004).

Bitkinin kütikular mum tabakasında doğal olarak bulunan tek zincirli alkanlar ve günlük dozlar halinde verilen çift zincirli alkanlar ruminantların dışkı konsantrasyonlarının ve yem tüketimlerinin belirlenmesinde indikatör olarak birlikte kullanılmaktadırlar (Unal ve Garnsworthy, 1999). Merada otlayan hayvanların ana besin kaynağı otlaktır. Bu hayvanlar ihtiyaçları olan besin maddelerini farklı türleri ve/veya bitki bölümlerini seçme yoluyla sağlarlar ve mera şartları altında yem maddesinin bileşimi, yem tüketimi ve sindirilebilirliğinin belirlenmesi karışıktır.

Alkan tekniği bitkilerin alkan içeriğine dayalı bir teknik olduğundan, bitkilerin farklı düzeyde sindirilmeleri onların tanınmasını etkilemez. Böylece, bu teknik rasyonların bitkisel kompozisyonu ve hayvanların yem tüketiminin belirlenmesini sağlar. Ancak alkanların tamamı dışkı ile geri alınamadığından bazı düzeltilmelerin yapılması zorunludur (Cuartas ve Garcia-Gonzalez, 1996).

Alkan indikatör metodunda toplam dışkı miktarı ve sindirilebilirlik kullanılmadan metodun kendi özel formülü ile tahmini yem tüketimi yapılmaktadır. Kaba yem + konsantre yem (A) ve sadece kaba yem (B) için kullanılan formüller aşağıya çıkarılmıştır (nal, 2004; Karademir ve nal, 2008):

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

$$\text{B) KMTT} = \frac{\frac{D_{33}}{D_{32}} * D_{Z32}}{KY_{33} - \frac{D_{33}}{D_{32}} * KY_{32}}$$

Bu formüllerde;

KMTT: Kuru madde tüketimi tahmini (kg KM /gün)

KY₃₃, K₃₃, D₃₃ : Alkan C₃₃'n kaba yem, konsantre yem ve dışkıdaki miktarları (mg/kg KM)

KY₃₂, K₃₂, D₃₂ : Alkan C₃₂'nin kaba yem, konsantre yem ve dışkıdaki miktarları (mg/kg KM)

K: Konsantre yem (kg KM/gün)

D_{Z32}: Dışarıdan doz olarak verilen alkan C₃₂ miktarı (0.5 g/gün)'nı ifade etmektedir.

(Not: Çift zincirli alkan C₃₂ yerine alkan C₃₆ da kullanılabilir)

Formüllerde de görüleceği gibi tekniğin temeli dışkıdaki tek zincirli/çift zincirli alkan oranına dayanmaktadır.

Çalışmalarda kullanılacak tek zincirli alkanların seçiminde bitkilerde bulunma oranı dikkate alınmaktadır. Belli bir düzeyin üzerinde olması (>50 mg/kg KM) durumunda yem tüketimi ve sindirilebilirlik çalışmalarında kullanılmasının daha doğru sonuçlar verebileceği bildirilmektedir (Unal, 1998; Olivan ve Osoro, 1999). Tek zincirli alkanlar (C_{29} , C_{31} , C_{33} gibi) bitkilerde yoğun olarak bulunurken, çift zincirli alkanlar (C_{32} , C_{34} , C_{36} gibi) düşük düzeyde bulunmaktadır. Dolayısıyla yapılan çalışmalarda genellikle C_{33} dahili indikatör olarak kullanılırken, harici indikatör olarak da C_{32} her gün dışarıdan verilmektedir. Ayrıca, $C_{31}:C_{32}$, $C_{31}:C_{36}$ ve $C_{33}:C_{36}$ alkan çiftleri kullanılarak başarılı sonuçlar elde edilen çalışmalar da mevcuttur (Gedir ve Hudson, 2000; Hendricksen ve ark., 2002). C_{34} alkan miktarı, bitkilerde çok düşük olduğu için, analizlerde standart olarak kullanılmaktadır (Dove ve Mayes, 1991).

Dove ve ark. (1990), *in vitro* ve alkan tekniğine dayalı sindirilebilirlikle, yeşil ot tüketiminin belirlenmesini karşılaştırmışlar ve alkan tekniğine dayalı yöntemin çok daha doğru sonuçlar verdiğini vurgulamışlardır. Vulich ve ark. (1991) koyunlarda yeşil ot tüketiminin belirlenmesi için dozlanmış alkanlar ve yeşil otun kullanımını değerlendirmişler ve alkan tekniğinin yeşil ot tüketiminin belirlenmesinde tam ve doğru sonuç sağlayabileceğini bildirmişlerdir. Merada otlayan süt ineklerinde kaba yem tüketimi tahmini için yapılan bir çalışmada, Smit ve ark. (2005) alkan indikatör tekniğini, geleneksel çim biçme tekniği (hayvanlara tahsis edilen bölgedeki otlar hasat edilerek hayvanlara verilir) ve net enerji metodu ile karşılaştırmış ve alkan indikatör tekniğinin en iyi yöntem olduğunu; ayrıca $C_{32}:C_{33}$ çiftinin, $C_{32}:C_{31}$ çiftine göre daha iyi sonuç verdiğini belirtmişlerdir.

Dışkı indikatörleri olarak alkanların kullanılması suretiyle kaba yem tüketimi belirlenebilir. Hayvanlar, sentetik çift sayılı alkanlarla ve yemlerde doğal olarak bulunan tek zincirli alkanları ihtiva eden kaba yemleri tüketmeleriyle dozlanmış olurlar. Kaba yem tüketimi, alkan dozlamayla, kaba yemdeki alkan içeriği ve dozlama oranıyla ve dışkılarıdaki doğal alkanlarla hesaplanır. Her ne kadar alkanların dışkıdan geri alınabilirliği tam olmasa da, zincir uzunluğu bir birine yakın olan alkanların (örneğin; C_{32} ve C_{33}) dışkıdan geri alınma düzeyleri benzer olduğundan (Mayes ve ark., 1986a; Stakelum ve Dillon, 1990), bu yöntemle süt ineklerinde kaba yem tüketiminin doğru bir şekilde hesaplanabileceği gösterilmiştir (Dillon, 1993; Lippke, 2002). Nitekim, eğer

yem tüketiminin tahmini, daha kısa zincir uzunluğuna sahip alkan parçalarıyla yapılırsa, dozlanmış ve doğal olarak yemde bulunan alkanların dışkıdan geri alınmasındaki büyük farklılıktan dolayı, tahmini ve gerçek yem tüketimi arasındaki fark da daha büyük olacaktır (Dove ve Mayes, 1991).

Dozlama başlangıcından harici indikatörün dışkıda sabit bir düzeye ulaşması için 7 günlük bir süre yeterli olmaktadır (Unal, 1998). Doz olarak verilen alkanın dışkıdaki konsantrasyonunda görülen gün içi ve günlük dalgalanmalar konusunda çeşitli görüşler bulunmaktadır. Bir kısım çalışmalarda (Dillon ve Stakelum, 1989; Dove ve ark., 1990) anlamlı varyasyon bildirilirken, bazı çalışmalarda tespit edilen varyasyonlar önemli bulunmamıştır (Mayes ve ark., 1986a; Malossini ve ark., 1994). Birçok araştırmacı, günlük değişimin alkan indikatör prosedürüyle problem oluşturup oluşturmadığı hakkında inceleme yapmıştır. Mayes ve ark. (1986a) ahırda besledikleri koyunları alkan indikatörlü kağıt peletlerle günde bir kez dozlamış ve dışkıdaki alkan oranlarında herhangi bir günlük değişim tespit edememişlerdir. Dove ve ark. (1990) ise, ahırda besledikleri koyunları C_{36} (hexatriacontane) alkan ile günde bir kez dozladıklarında, dışkılarıdaki $C_{35}:C_{36}$ oranında günlük değişim olmamış, ancak zamanla bu oranda belirli bir değişimin oluştuğunu gözlemişlerdir. Süt ineklerinde günde hem bir hem de iki defa dozlamanın yapıldığı çalışmalarda, dışkıdaki alkan seviyelerinde önemli günlük değişimlerin oluştuğu bildirilmiştir (Dove ve Mayes, 1991). Bu çalışmaların birinde (Dillon ve Stakelum, 1989), günde 2 defa dozlama ile oluşan varyasyon, günde bir defa dozlama sonucu oluşan varyasyondan daha düşük bulunmuştur. Her gün aynı saatte dışkı numunesi alınmasıyla, bu olumsuz etkinin minimize edilebileceği bildirilmiştir (Unal, 1998).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, kromiyum oksit ve alkan indikatör yöntemi olmak üzere iki deneme halinde eş zamanlı olarak yürütülmüştür. Çalışmaya başlanmadan önce, hayvanlar kırıkmış, aşılanmış ve iç/dış parazitler yönünden ilaçlanmıştır.

3.1. Gereç

3.1.1. Hayvan materyali

Çalışmada, hayvan materyali olarak canlı ağırlıkları birbirine yakın, 1.5 yaşta 14 adet Morkaraman koç kullanılmıştır. Hayvanlar her bir deneme için 7'şer hayvan olacak şekilde 2 gruba ayrılmıştır. Grupların ortalama canlı ağırlıkları, kromiyum grubu için 38.77 kg, alkan grubu için ise, 39.63 kg olarak belirlenmiştir. Hayvanların dışkılarını toplamak için, su geçirmez kumaştan bir tarafı fermuarlı ve dört tarafında bağlama kemerleri bulunan gübre toplama torbaları (Şekil 1) diktirilmiştir. Bu torbalar, at koşumuna benzer şekilde hazırlanan ve hayvanın üzerine yerleştirilen kuşaklarla (Şekil 2) dört noktadan bağlanmak suretiyle hayvanlara sabitlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 1. Gübre toplama torbası



Şekil 2. Gübre toplama torbalarının hayvanın üzerine sabitlenmesinde kullanılan kuşaklar



Şekil 3. Gübre toplama torbalarının kuşaklar aracılığıyla hayvanlara sabitlenmesi

3.1.2. Yem materyali

Çalışmada, hayvanlar Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüs alanında bulunan meralarda otlatılmıştır. Otlatma işlemi, 06:00-11:00 ve 15:00-20:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. Hayvanların su ihtiyacı, hayvanların mera dönüşü dinlendirildikleri sundurmalı alandaki suluklardan karşılanmıştır.

3.1.2.1. Meradan ot örneklerinin toplanması

Merada ot örneklemeleri elle toplama yöntemiyle yapılmıştır (Langsland, 1974; Fanchone ve ark., 2007; Oliveira ve ark., 2007). Hayvanlardan dışkı örneklerinin toplandığı dönemden bir gün önce başlamak üzere, 9 gün boyunca, hayvanların otladığı yerlerden ot numuneleri toplanmıştır. Ot toplama işleminde, hayvanların otlama davranışları ve yediği otlar gözlenerek, örnek alımı gerçekleştirilmiştir. Hayvanların yediği otlar ve toplanan örneklerin besin madde içeriklerinin mümkün olduğunca birbirine yakın olmasını temin etmek için, günde 1 saat süreyle hayvanlar gözlenerek, hayvanların tükettiği otlardan çok sayıda (en az 100 adet) örnekleme yapılmıştır. Toplanan örnekler, günlük olarak birleştirilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Hayvanların yem tüketiminin belirlenmesi

Hayvanların yem tüketimi, kromiyum oksit ve alkan indikatör yöntemlerinde, yemlerin iki aşamalı sindirim yöntemi ile belirlenen kuru madde sindirilebilirlikleri esas alınarak hesaplanmıştır. Hesaplamaya ilişkin detaylar, hesaplamalar bölümünde, ilgili yöntemin açıklandığı başlıklar altında verilmiştir.

3.2.2. İki aşamalı sindirim yöntemi

Denemede, Tilley ve Terry (1963) tarafından bildirilen iki fazlı sindirim yönteminin Marten ve Barnes (1980) tarafından modifiye edilmiş şekli kullanılmıştır.

Denemede kullanılacak pepsin (Merck 7190-2000 FIP-U/g) ticari enzim preparatı ile tampon çözeltinin hazırlanması için gerekli olan sodyum bikarbonat (NaHCO_3), disodyum hidrojen fosfat (Na_2HPO_4), potasyum klorür (KCl), sodyum

klorür (NaCl), magnezyum sülfat (MgSO₄) ve kalsiyum klorid (CaCl₂) piyasadan satın alınmıştır.

3.2.2.1. Tampon çözeltinin hazırlanması

Bir litrelik ölçü balonuna 9.8 g sodyum bikarbonat, 7 g di-sodyum hidrojen fosfat, 0.57 g potasyum klorür, 0.47 g sodyum klorür, 0.12 g magnezyum sülfat ve 0.04 g kalsiyum klorid konulmuş ve saf su ile 1 l'ye tamamlanarak, manyetik karıştırıcı yardımıyla çözünür duruma getirilmiştir. Bu arada ortama sürekli olarak CO₂ gazı verilmiştir.

3.2.2.2. Rumen sıvısı

Denemede kullanılan rumen sıvısı, KM ihtiyacı (NRC, 1985) düzeyinde çayır otu ile beslenen rumen kanülü takılı tokludan elde edilmiştir. Rumen sıvısı, sıcak su ile çalkalanmış termos kabı içerisinde ağzı kapalı bir şekilde laboratuvara taşınmış ve tülbentten süzülerek denemede kullanılmıştır.

3.2.2.3. Pepsin çözeltisinin hazırlanması

1 l 0.1 N HCl hazırlanıp üzerine 2 g pepsin ilave edilerek %0.2'lik pepsin çözeltisi hazırlanmıştır.

3.2.2.4. İki aşamalı sindirim yönteminin uygulanması

Her yem örneğinden ve daha önce klasik sindirim derecesiyle sindirilebilirliği belirlenmiş çayır otundan 3'er tekerrür olacak şekilde 50 ml'lik santrifüj tüplerine 0.25 g yem örneği tartılmış, CO₂ gazı ile doyurulmuş 25 ml'lik tampon çözeltisi ve CO₂ gazı ortamında 5'er ml rumen sıvısı ilave edilmiştir. Daha sonra tüpler üzerinde gaz çıkışına olanak sağlayacak şekilde enjektör iğneleri bulunan özel kapaklar yardımıyla kapatılmış ve 38 °C sıcaklıktaki su banyosunda 48 saat süreyle inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresince günde 3 kez tüpler hafifçe çalkalanmıştır. 48 saatlik inkübasyonun sonunda tüplerin üzerinde bulunan kapaklar açılarak her tüpe %5'lik HgCl₂ çözeltisinden 1'er ml ilave edilerek 4500 devir/dakikada 15 dakika santrifüj edilmiş ve çöken kısmın üzerindeki saydam sıvı tabaka uzaklaştırılmıştır.

İkinci aşamada, bütün tüplere %0.2'lik pepsin+HCl çözeltisinden 25 ml ilave edilerek 38 °C'lik su banyosunda 24 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi sonunda tüpler daha önceden darası belirlenmiş olan Gooch krozelerinden süzölmüş ve 105 °C sıcaklıkta kurutulup tartıldıktan sonra 550 °C sıcaklıktaki kül fırınında 8 saat süreyle yakılmıştır. Yakılan örnekler soğutulup tekrar tartıldıktan sonra gerekli formüller yardımıyla hesaplamalar yapılmış ve hayvanların iki aşamalı sindirim denemesindeki değerler yardımıyla tükettikleri yem miktarları belirlenmiştir.

3.2.3. Kromiyum denemesi

3.2.3.1. NDF'ye bağı kromiyum hazırlanması

Bu işlem, Russell ve ark. (1993)'nın bildirdiğı yöntemle aşağıda açıklandığı şekilde yapılmıştır.

3.2.3.1.1. Kromiyum için otun yıkanması

Üniversite arazisinden toplanan yaklaşık 2.5 kg ot, kumaş torbanın içine doldurulup torbanın ağzı sıkı bir şekilde kapatıldı. Torba çamaşır makinasında 35-40 °C'lik sıcak su-deterjan ile 30-40 dakika yıkandı. Bu işlem 5 kez tekrarlandı. Yıkama işlemi bittikten sonra torbadaki köpürme sona erene kadar durulama işlemi ılık suyla yapıldı. Torbanın suyu iyice sıkıldı ve torba bir gece dışarıda bekletildi. Daha sonra torba, içerisinde aseton bulunan 3 farklı kaba 15'şer dakika süre ile yatırıldı. Asetondan alınan torba iyice sıkılarak bir gün dışarıda bekletildi ve 65 °C'deki etüvde 3 gün süre ile kurutuldu.

3.2.3.1.2. Kromiyumlu otun hazırlanması

Hazırlanan ottan 4 paralel olacak şekilde 120'şer g alınıp 4 l'lik balon jojelere ayrı ayrı kondu. Her balon joje için 7 g sodyum dikromat 2 l distile suda çözöüröldü ve balon jojelere aktarıldı. Daha sonra, balon jojelere distile su ilave edilerek işaret çizgisine kadar dolduruldu. Balon jojenin ağzı alüminyum folyo ile kapatılarak etüve bırakıldı ve 24 saat 100 °C'de kaynamaya bırakıldı. Arada kaybolan suyun yerine distile su ilavesi yapıldı. Daha sonra bir süzgecin üzerine tölbent konularak otlar süzöldü. Süzgecin üzerindeki otlar musluk suyuyla yıkama suyu berraklaşınca kadar yıkandı.

Daha sonra, 120 g ot için 60 g olacak şekilde askorbik asit bir l suda çözdürüldü ve yıkanmış otun üzerine dökülerek süzülmesi sağlandı. İşlenmiş otlar etüvde önce düşük daha sonra yüksek ısıda yavaş yavaş 100 °C'ye çıkarılarak kurutuldu ve kromiyum oksit denemesinde kullanılmak üzere saklandı.

3.2.3.2. Kromiyum peletlerinin hazırlanması ve denemenin uygulanması

Kromiyum indikatör yönteminde kullanılan NDF'ye bağlı şekildeki kromiyumlu otlar, Van Sanayi Sitesi'nde yaptırılan özel alet (Şekil 4) yardımıyla 1 g'lık peletler (Şekil 5) haline getirildikten sonra, deneme grubundaki hayvanların her birine, sabah ve akşam (8:00 ve 16:00) birer pelet olmak üzere, günde 2 g kromiyumlu ot, alıştırma döneminin başından itibaren, ağız sondası yardımıyla yutturulmuştur. Bu uygulamaya dışkı örneği alma döneminde de devam edilmiştir. Numune toplama dönemi 8 gün sürdürülmüştür. Günde 2 kez 6'şar saat aralıklarla dışkı numuneleri alınmıştır. Dışkı toplama işlemine ilk gün hangi saatte başlanılmışsa, ertesi gün 1 saat sonra dışkı toplama işlemi yapılmıştır. Böylece her gün bir önceki günden 1 saat sonra olmak üzere uygulamaya devam edilmiştir. Hayvanlardan dışkı toplama döneminde alınan dışkı numuneleri, her hayvan için birleştirilerek tek bir örnek haline getirilmiş ve sonuçta 7 adet dışkı numunesi elde edilmiştir.



Şekil 4. Kapsül hazırlama aleti



Şekil 5. Kromiyum oksit peleti

3.2.3.3. Dışkı ve yem örneklerinin kromiyum analizi için hazırlanması

Meradan toplanan yem ve hayvanlardan alınan dışkı numunelerinin kromiyum analizi Williams ve ark. (1962)'na göre aşağıda belirtilen şekilde yapılmıştır.

3.2.3.3.1. Çözelti hazırlanması

1- Kalsiyum klorid (CaCl_2) çözeltisi: 41.6 g CaCl_2 saf suyla 1 l'ye tamamlanmıştır.

2- Potasyum bromat (KBrO_3) çözeltisi: 22.5 g potasyum bromat saf suyla 0.5 l'ye tamamlanmıştır.

3- Fosforik asit-Manganez sülfat çözeltisi: 10 g manganez sülfat 100 ml distile suda eritilmiş ve 30 ml % 85'lik fosforik asit (H_3PO_4) ile 1 l'ye tamamlanmıştır.

3.2.3.4. Analizin yapılması

1- Kromiyum analizi için 30 ml'lik kül potalarında 1 g tartılan örneklerin kuru madde ve ham kül analizi yapıldıktan sonra ham kül tartılmış ve sonuçlar kaydedilmiştir.

2- Örneklerin üzerine 1.5 ml manganez sülfat-fosforik asit çözeltisi konulduktan sonra 2 ml potasyum bromat (KBrO_3) çözeltisi ilave edilmiştir

3- Bu şekilde hazırlanan kül potasının üzerine saat camı bırakılarak örnekler ısıtıcı tabla üzerinde yaklaşık 150 °C'de kaynamaya bırakıldı.

4- Örnekler mor bir renk alıncaya kadar kaynamaları beklenmiş ve sonra kaynamaya son verilmiştir.

5- Kaynaması duran çözelti bir huni yardımıyla içerisinde 6.5 ml CaCl_2 bulunan 25 ml'lik volumetrik balon joje içerisine boşaltılmış ve

6- Volumetrik joje en üstteki çizgiye kadar (25 ml) distile su ile tamamlanmıştır.

7- Volumetrik joje ağzı kapatıldıktan sonra laboratuvar ortamında 1 gece dinlenmeye bırakılmıştır.

8- Volumetrik jojenin içindeki sıvı, Whatman No: 1 süzme kağıdı ile cam tüplere süzölmüştür.

9- Standart çözelti hazırlamak için 1 g saf kromiyum tartılarak yukarıdaki aşamaların tamamı (1-8) uygulanmıştır.

10- Saf kromiyum örnekleri yoğun olduğundan, 5'er tekerrürlü toplam 10 adet standart çözelti sırasıyla 1/300 ve 1/500 oranında sulandırılmıştır.

11- Örnekler ve standart çözeltiler atomik absorpsiyon spektrofotometresinde okutturularak hesaplamalar yapılmıştır.

3.2.4. Alkan denemesi

3.2.4.1. Alkan kapsülleri

Bu çalışmada kullanılan alkan kapsülleri (Captec- Nufarm Limited, Manurewa, Auckland, New Zealand) 25-80 kg canlı ağırlığa sahip koyunlarda rumen içine uygulanacak şekilde dizayn edilmiş ticari kapsüllerdir. Kapsül içeriği 1 g n-Dotriacontane (C_{32}) + 1 g n-Hexatriacontane (C_{36}) şeklindedir. Ürün prospektüsünde, kapsüllerden rumen içerisine günlük 50 mg C_{32} ve 50 mg C_{36} salınımı olduğu belirtilmektedir. Kapsüller 20 gün boyunca rumende aktif olarak salınım gerçekleştirmektedir.

Kapsüllerde bulunan C_{32} alkanın ($CH_3(CH_2)_{30}CH_3$) mol ağırlığı 450.88 g, erime noktası ise 69-71 °C ve C_{36} alkanın ($CH_3(CH_2)_{34}CH_3$) mol ağırlığı 506.99 g, erime noktası ise, 75-77 °C'dir.

Çalışmada kullanılan kapsüller güneşten korunacak şekilde uygulamanın yapıldığı ana kadar serin ve kuru bir yerde özel ambalajında muhafaza edilmiştir.

3.2.4.2. Alkan kapsüllerinin yutturulması

Hayvanlara göre numaralandırılan kapsüller (Şekil 6), yutturma sondası (Şekil 7) yardımıyla hayvanlara yutturulmuştur. Kapsüller yutturulduktan sonra hayvanların kapsülleri çıkarıp çıkarmadığının tespit edilebilmesi için hayvanlar 2 saat süreyle gözlenmiştir.



Şekil 6. Alkan kapsülü



Şekil 7. Kapsül yutturma sondası

3.2.4.3. Dışkı numunelerinin toplanması

Kapsüllerin yutturulduğu andan itibaren, alkan konsantrasyonunun seyrini takip etmek için 4 hayvandan öğleden sonra saat 16'da dışkı örneği alınmaya başlanmış ve bu uygulama kapsüllerin yutturulduğu günden itibaren her gün aynı saatte olmak üzere 7 gün devam ettirilmiştir. 8. günden itibaren sabah 8:00, akşam 16:00 olmak üzere günde iki defa tüm hayvanlardan dışkı örneği alınmış ve bu uygulamaya 8 gün devam edilmiştir.

Toplanan dışkı numuneleri günlük olarak etüve konularak 60 derecede sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutuldu. Kurutulan numuneler öğütülerek hava almayacak şekilde naylon torbaya konuldu ve gerekli analizler yapılınca kadar bu şekilde muhafaza edildi.

Yem ve dışkı numunelerinin alkan analizi için hazırlanması ve gaz kromatografi cihazında okutulma işlemi Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Merkezi Araştırma ve Uygulama Laboratuvarında Unal (1998)'ın bildirdiği yöntemine göre yapılmıştır.

3.2.4.4. Denemede kullanılan kimyasal maddeler ve analiz aparatları

Numunelerin analiz için hazırlanmasında kullanılan KOH, Heptan ve Etanol ve bu analiz için gerekli olan Schott Duran (25 ml'lik kapaklı) laboratuvar şişesi, Whatman polypropylene micro filter ve pastör pipeti (ince uçlu) piyasadan temin edilmiştir.

3.2.4.5. Dışkı ve yem örneklerinin alkan analizi için hazırlanması

Kurutularak öğütülen yem ve dışkı numunelerinden 0.5 g tartılarak, 25 ml'lik ısıya dayanıklı cam şişelere (Schott Duran) konuldu. Üzerine 7 ml % 5 Etanolik KOH, 0.5 ml standart (0.25 mg/ml C₃₄) (Tetratriacontane, %98, Aldrich Chemistry, 287261-250 MG) ilave edilerek şişelerin ağzı sıkıca kapatıldı. Şişeler dikkatli bir şekilde, çalkalanmadan etüve yerleştirildi ve 90 °C'de 8 saat süreyle etüvde sabunlaştırmaya tabi tutuldu. KOH'in eklenme amacı, numuneler içerisinde bulunan yağ asitlerinin sabunlaşma ile bağlanmasını sağlamaktır. Numuneyi alkan yönünden saflaştırmak için yapılan bu işlemde esterler ilgili alkol ve potasyum tuzlarına dönüşmektedir.

Etüvden alınarak soğutmaya bırakılan örnekler oda sıcaklığına geldikten sonra üzerlerine 7 ml heptan (kaba yemler için 14 ml) ve 2 ml distile su (kaba yemler için 4 ml) ilave edilerek vortexle karıştırıldı.

Whatman filtre tüplerine, tüpün yaklaşık 1/3 bölümüne kadar silika jel yerleştirildi. İlk olarak 5 ml heptan yatak olarak bu tüplere eklendi. Daha sonra santrifüj edilmiş örneklerin üst kısmında biriken ve alkanları içeren heptan solüsyonu pastör pipeti yardımıyla alınarak silika kolondan süzülmesi sağlandı. Bu işlemle bitki pigmentleri ve yağlarının numuneden uzaklaştırılması sağlandı. Kolon üzerine 5+5 şeklinde tekrar 10 ml heptan konularak kolon yıkandı. Numuneler cam şişelere süzildükten sonra heptanı uçurma amacıyla tekrar etüve yerleştirildi. 50 °C'de 4-5 gün süreyle heptan tamamen uçuruldu.

3.2.4.6. Numunelerin analizi

1 ml heptan ile eritilen numuneler mikrovialle konuldu ve gaz kromatografi cihazında (Schimadzu GC-2010 plus) alkan analizleri yapıldı. Kolon olarak Teknokroma, TR-121023 (TRB-5 25m x 0.32mm x 1µm) kullanıldı. Gaz kromatografi analiz şartları aşağıdaki şekilde ayarlanmıştır:

Enjektör ısısı: 310°C

Kolon ısısı: 310°C

Detektör ısısı: 320°C

Kolon: TRB-5 25m x 0.32mm x 1µm

Taşıyıcı gaz: Helyum (3.96 ml/dk)

Süre: 20 dk

3.2.5. Hesaplamalar

3.2.5.1. İki aşamalı sindirim denemesi

Kaba yemlerin in vitro KM sindirilebilirlikleri aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Karabulut ve Canbolat, 2005):

$$\text{KMS, \%} = (100 - (\frac{B}{A}) * 100)$$

Bu eşitlikte;

A: İnkübasyona konan örneğin kuru madde miktarı, g (%100 KM'de)

B: İnkübasyon sonrası kalan tortunun kuru madde miktarı, g (%100 KM'de)

3.2.5.2. Kromiyum denemesi

Numunelerdeki ve standart çözeltilerdeki kromiyum konsantrasyonu aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır:

$$\% \text{ Cr} = \left(\frac{\text{Konsantrasyon} * \text{hacim, ml}}{\text{Örnek miktarı, g}} \right) / 10000$$

Dışkı atılımı ve yem tüketimi aşağıdaki formüller aracılığıyla belirlenmiştir (Gudmundsson ve Halldorsdottir, 1993; Williamson ve ark., 2000; Ferreira ve ark., 2004; Lopez-Guerrero 2005; Dove ve Mayes 2006; Nakano ve ark., 2008):

$$\text{Dışkı atılımı} = \frac{\text{Günlük tüketilen indikatör miktarı, g / gün}}{\text{Dışkıdaki indikatör miktarı, g / g KM}}$$

$$\text{Yem tüketimi} = \frac{\text{Günlük çıkarılan dışkı miktarı, g}}{(1 - \text{in vitro KMS, \%})}$$

Yemlerin ve yemlerdeki besin maddelerinin sindirilme dereceleri aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır (Sarı ve ark., 2008; Ergün ve ark., 2011):

Yemlerin sindirilme derecesi:

$$\text{SD, \%} = \frac{\text{Dışkıdaki indikatör, \%} - \text{Yemdeki indikatör, \%}}{\text{Dışkıdaki indikatör, \%}} * 100$$

Yemdeki herhangi bir besin maddesinin sindirilme derecesi:

$$\text{SD, \%} = 100 - \left(\frac{\text{Yemdeki indikatör, \%}}{\text{Dışkıdaki indikatör, \%}} * \frac{\text{Dışkıdaki 'x' besin maddesi, \%}}{\text{Yemdeki 'x' besin maddesi, \%}} * 100 \right)$$

Yemlerin enerji içerikleri (Mcal/kg KM) aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır (NRC, 1989; Ischler ve ark., 2000):

$$SE, \text{ Mcal/kg KM} = \%OMS * 0.04409$$

$$ME, \text{ Mcal/kg KM} = SE * 0.82$$

$$NE_L, \text{ Mcal/kg KM} = (\%OMS * 0.0245) - 0.12$$

3.2.5.3. Alkan denemesi

Dışkı atılımı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (Lopez-Guerrero, 2005; Dove ve Mayes 2006; Nakano ve ark., 2008). Daha sonra çıkan değer dışkılarının % KM'si ile çarpılmıştır.

$$\text{Dışkı atılımı} = \frac{\text{Günlük tüketilen indikatör miktarı, g / gün}}{\text{Dışkıdaki indikatör miktarı, g / g KM}}$$

Numunelerin GK çıktısından elde edilen her bir alkanın alanı, önce standart olarak kullanılan C₃₄'ün ortalama alanına (toplam 6 enjeksiyonun ortalaması) göre düzeltilmiş ve 1 g dışkıdaki miktarları hesaplanmıştır (Unal, 1998).

$$\text{Düzeltilmiş Alan} = \frac{\text{Ortalama Alkan C}_{34} \text{ Alanı (Standard)}}{\text{Numunedeki Alkan C}_{34} \text{ Alanı}} * \text{Alkan Alanı}$$

Alkan alanı: Alkan C₃₂, C₃₃ ve C₃₆'ya ait GK analizinde elde edilen pike ait alan

$$\text{Alan miktarı (}\mu\text{g 1 g numune)} = \frac{\text{Düzeltilmiş alan}}{\text{Ortalama alkan C}_{34} \text{ alanı}} * 125$$

Kaba yem tüketimi aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır (Karademir ve Ünal, 2008):

$$KMTT = \frac{\frac{D_{33}}{D_{32}} * D_{Z_{32}}}{KY_{33} - \frac{D_{33}}{D_{32}} * KY_{32}}$$

KMTT = Kuru madde tüketimi tahmini (kg KM/gün)

KY₃₃, D₃₃ = Alkan C₃₃'ün kaba yem ve dışkıdaki miktarı (mg/kg KM)

KY₃₂, D₃₂ = Alkan C₃₂'nin kaba yem ve dışkıdaki miktarı (mg/kg KM)

Dz₃₂ = Dışarıdan doz olarak verilen alkan C₃₂ miktarı (0.05 g /gün)

(Not: C₃₂ yerine C₃₆'da kullanılabilir)

Yemlerin ve yemlerdeki besin maddelerinin sindirilme dereceleri aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır (Sarı ve ark., 2008; Ergün ve ark., 2011):

Yemlerin sindirilme derecesi:

$$SD, \% = \frac{\text{Dışkıdaki indikatör, \%} - \text{Yemdeki indikatör, \%}}{\text{Dışkıdaki indikatör, \%}} * 100$$

Yemdeki herhangi bir besin maddesinin sindirilme derecesi:

$$SD, \% = 100 - \left(\frac{\text{Yemdeki indikatör, \%}}{\text{Dışkıdaki indikatör, \%}} * \frac{\text{Dışkıdaki 'x' besin maddesi, \%}}{\text{Yemdeki 'x' besin maddesi, \%}} * 100 \right)$$

Yemlerin enerji içerikleri (Mcal/kg KM) aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır (NRC, 1989; Ischler ve ark., 2000):

$$SE, \text{Mcal/kg KM} = \%OMS * 0.04409$$

$$ME, \text{Mcal/kg KM} = SE * 0.82$$

$$NE_L, \text{Mcal/kg KM} = (\%OMS * 0.0245) - 0.12$$

3.2.6. Hayvanların meradan aldığı ve ilave olarak verilmesi gereken yem miktarının hesaplanması

Denemede merada hayvanların tükettiği günlük ortalama kuru madde miktarı kromiyum oksit ve alkan yöntemleriyle belirlenmiştir. Bu değerler kullanılarak, hayvanların meradan sağladığı HP ve ME miktarları hesaplanmıştır. 4-7 aylık yaş aralığında (bitirme dönemindeki kuzular) ve günlük 275 g canlı ağırlık artışı öngörülen hayvanların ihtiyaçları esas alınarak (NRC, 1985), hayvanlara meraya ilave olarak verilmesi gereken yem miktarları tespit edilmiştir.

3.2.7. Ham besin madde analizleri

Denemede kullanılan ot örnekleri ile kromiyum oksit ve alkan yöntemleri ile elde edilen gübrelerin kuru madde, ham kül, ham protein ve ham yağ analizleri kurutulmuş örneklerde Weende analiz sistemine göre (Akkılıç ve Sürmen, 1980), ham selüloz, NDF, ADF ve ADL analizleri ise Van Soest ve Robertson (1979)'a göre yapılmıştır.

3.2.8. İstatistik analiz

Verilere ilişkin ortalama standart sapma ve diğer tanıtıcı istatistikler SAS Proc Means komutu ile elde edilmiştir. Verilerin tam şansa bağlı varyans analizi için ise SAS Proc GLM komutundan yararlanılmıştır (SAS/STAT 9.3 User's Guide, 2011).

4. BULGULAR

Çalışmada kullanılan yem örneklerinin ham besin madde içerikleri Tablo 2’de, kaba yemlerin alkan (mg/kg KM) içerikleri Tablo 3’te sunulmuştur. Alkan yönteminde hayvanlardan alınan dışkı numunelerindeki alkanların (C₃₂, C₃₃ ve C₃₆) konsantrasyon (mg/kg) seyrini gösteren grafik ise, Şekil 8’de gösterilmiştir.

Kromiyum oksit ve alkan yöntemleriyle belirlenen ortalama kuru madde tüketim değerleri Tablo 4’te, yem örneklerinin kromiyum oksit ve alkan yöntemleri ile belirlenen besin madde sindirilebilirlikleri ile enerji içerikleri Tablo 5’te, alkan yönteminde yem örneklerinin numune alım zamanına göre C₃₂ (Dotriacontane) ve C₃₆ (Hexatriacontane) ile belirlenen besin madde sindirilebilirlikleri ile enerji içerikleri ise, Tablo 6’da sunulmuştur.

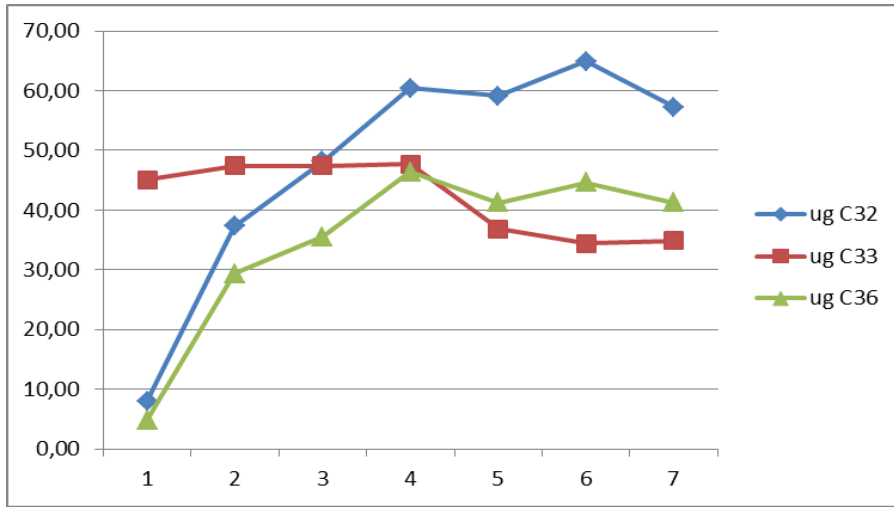
Hayvanların meradan sağladığı HP ve ME miktarları ile meraya ilave olarak verilmesi gereken yem (arpa) miktarı ise, Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan yem örneklerinin ham besin madde içerikleri, % KM

Yem maddeleri	Yaş KM	HK	OM	HP	HY	NDF	ADF	ADL	HS	NÖM
1. gün	38.37	10.40	89.60	13.05	1.78	52.00	26.97	3.90	42.63	32.14
2. gün	38.10	9.52	90.48	15.23	3.09	51.07	30.09	6.17	43.67	28.48
3. gün	42.33	11.65	88.35	15.74	1.83	50.71	27.79	4.65	34.40	36.38
4. gün	37.80	11.15	88.85	13.07	1.65	59.72	30.92	5.80	34.94	39.19
5. gün	39.02	10.43	89.57	13.65	1.61	60.63	34.66	6.40	37.05	37.26
6. gün	41.38	10.63	89.37	15.79	2.05	52.27	32.65	5.76	33.22	38.31
7. gün	43.04	12.46	87.54	11.99	1.73	56.93	34.72	5.17	35.90	37.92
8. gün	36.63	12.34	87.66	14.74	1.60	57.49	33.47	6.67	39.99	31.33
9. gün	44.51	12.16	87.84	14.00	1.14	53.24	33.76	6.13	29.98	42.73
Ortalama	40.13	11.19	88.81	14.14	1.83	54.89	31.67	5.63	36.86	35.97

Tablo 3. Çalışmada kullanılan kaba yemlerin alkan içerikleri (mg/kg KM)

Yem maddesi	C ₃₂	C ₃₃	C ₃₆
Kaba yem (mera)	9.96	41.30	3.82



Şekil 8. Alkan yönteminde hayvanlardan alınan dışkı numunelerindeki alkanların (C₃₂, C₃₃ ve C₃₆) konsantrasyon (mg/kg) seyri

Tablo 4. Kromiyum oksit ve alkan yöntemleriyle belirlenen ortalama kuru madde tüketim değerleri (g/gün)

Ortalama kuru madde tüketimi	Kromiyum oksit (n=7)	Alkan			
		C ₃₂		C ₃₆	
		Sabah (n=7)	Akşam (n=7)	Sabah (n=7)	Akşam (n=7)
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
	717.22±54.75 ^b	961.86±43.65 ^a	970.00±48.03 ^a	1044.86±42.45 ^a	1057.29±45.37 ^a

a,b: Aynı satırda farklı harf taşıyan ortalamalar arası farklar önemlidir (p<0.05)

Tablo 5. Yem örneklerinin kromiyum oksit ve alkan yöntemleriyle belirlenen besin madde sindirilebilirlikleri (%) ve enerji içerikleri (Mcal/kg KM)

	Kromiyum oksit		Alkan			
			C ₃₂		C ₃₆	
	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
KMS	7	65.20±0.04	14	68.40±1.43	14	65.13±1.60
OMS	7	69.59±0.36	14	72.48±1.23	14	69.63±1.36
HPS	7	66.08±1.28	14	69.02±1.26	14	65.82±1.39
HYS	7	24.30±2.31	14	26.21±4.75	14	26.95±5.55
NDFS	7	62.38±0.32	14	66.71±1.57	14	63.26±1.75
ADFS	7	57.80±0.33	14	65.76±1.50	14	62.21±1.68
BE	7	3.90±0.00	14	3.90±0.00	14	3.90±0.00
SE	7	3.07±0.02	14	3.20±0.05	14	3.07±0.06
ME	7	2.52±0.01	14	2.62±0.04	14	2.52±0.05
NEL	7	1.58±0.01	14	1.66±0.03	14	1.59±0.03

Aynı satırdaki ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir (p>0.05)

Tablo 6. Alkan yönteminde yem örneklerinin numune alım zamanına göre belirlenen besin madde sindirilebilirlikleri (%) ve enerji içerikleri (Mcal/kg KM)

Yem maddeleri	C ₃₂			C ₃₆	
	Sabah		Akşam	Sabah	Akşam
	n	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
KMS	7	69.63±2.00	67.17±2.10	66.49±2.23	63.77±2.35
OMS	7	73.54±1.73	71.41±1.79	70.81±1.91	68.45±1.98
HPS	7	70.23±1.73	67.81±1.86	67.17±1.89	64.48±2.03
HYS	7	25.58±6.71	27.10±7.35	29.55±8.73	24.34±7.95
NDFS	7	68.01±2.15	65.41±2.33	64.71±2.40	61.81±2.60
ADFS	7	67.10±2.07	64.42±2.21	63.69±2.32	60.72±2.49
BE	7	3.90±0.00	3.90±0.00	3.90±0.00	3.90±0.00
SE	7	3.24±0.08	3.15±0.08	3.12±0.08	3.02±0.09
ME	7	2.66±0.06	2.58±0.06	2.56±0.07	2.47±0.07
NEL	7	1.68±0.04	1.63±0.04	1.62±0.05	1.56±0.05

Aynı satırdaki ortalamalar arasındaki farklar önemsizdir (p>0.05)

Tablo 7. Hayvanların meradan sağladığı ham protein ve metabolik enerji miktarı ile meraya ilave olarak verilmesi gereken arpa miktarı, g

	Mera otu tüketimi, g	Tüketilen otun HP ve ME içeriği		Tüketilen ottan sağlanan HP ve ME miktarı		Hayvanların HP ve ME ihtiyacı (NRC, 1985)		HP ve ME açığı		İlave arpa ihtiyacı, g	
		HP g/kg KM	ME Mcal/kg KM	HP, g	ME, Mcal	HP, g	ME, Mcal	HP, g	ME, Mcal	HP	ME
	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$			$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$			$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$
Kromiyum oksit	717±55 ^b	141.4	2.52	101±8 ^b (%55)	1.81±0.14 ^b (%41)	185	4.4	84±8 ^a	2.59±0.14 ^a	702±65 ^a	947±50 ^a
C ₃₂ sabah	962±44 ^a	141.4	2.66	136±6 ^a (%74)	2.56±0.14 ^a (%58)	185	4.4	49±6 ^b	1.84±0.14 ^b	412±52 ^b	672±139 ^b
C ₃₂ akşam	970±48 ^a	141.4	2.58	137±7 ^a (%74)	2.50±0.15 ^a (%57)	185	4.4	48±7 ^b	1.90±0.15 ^b	402±57 ^b	693±54 ^b
C ₃₆ sabah	1045±43 ^a	141.4	2.56	148±6 ^a (%80)	2.67±0.14 ^a (%61)	185	4.4	37±6 ^b	1.73±0.14 ^b	313±50 ^b	628±53 ^b
C ₃₆ akşam	1057±45 ^a	141.4	2.47	150±6 ^a (%81)	2.61±0.13 ^a (%59)	185	4.4	36±6 ^b	1.79±0.13 ^b	298±54 ^b	651±49 ^b

a,b: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar arası farklar önemlidir (p<0.05)

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. Mera Kalitesi

Merada otlayan koyunların yem tüketimi ve bu yemlerin sindirilebilirliğinin belirlenmesinde indikatör (alkan ve kromiyum oksit) yöntemlerinin kullanılabilirliğinin araştırılması amacıyla yapılan bu çalışma, Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampüs alanı içerisindeki meralarda 28 Mayıs-22 Haziran 2011 tarihleri arasında yürütülmüştür. Öztürk ve ark. (1998) Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampüs alanı içerisindeki meralarda yaptıkları bir flora çalışmasında, meranın baklagil (Fabaceae) bitki oranını %13.66 olarak belirlemişlerdir.

Yılmaz ve ark. (1999) bölgede yaptıkları bir mera çalışmasında, meranın botanik kompozisyonunu, ağır otlatılan meralarda %21.01 buğdaygil (Poaceae), %9.20 baklagil (Fabaceae) ve %69.71 diğer familyalardan; hafif otlatılan meralarda ise, %29.14 buğdaygil, %25.91 baklagil ve %45.45 diğer familyalardan oluştuğunu bildirmektedirler.

Kars yöresi çayır-meralarının botaniksel bileşimi ve farklı biçim zamanındaki (Mayıs-Ağustos) besin madde içeriklerinin araştırıldığı çalışmalarda (Kaya ve ark., 2001a; Kaya ve ark., 2001b) adı geçen çayır-meraların botaniksel bileşiminde buğdaygillerin %64.22, baklagillerin %22.77 ve diğer familyalara ait bitkilerin ise %13.01 olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan, otlatma sezonu boyunca ortalama KM düzeyi %30.70; OM, HP, HY, HS, HK, NÖM ve NDF değerleri ise KM'de sırasıyla %90.72, 14.89, 2.09, 30.14, 9.28, 43.60 ve 56.98 olarak bulunmuştur. Kars ilinde yapılan bir başka çalışmada (Erkun, 1977), buğdaygil familyasına ait bitkiler %54.78, baklagil familyasına ait bitkiler %30.40 ve diğer familyalara ait bitkiler ise %14.82 oranında saptanmıştır. Kars'taki çayırlardan elde edilen kuru otun botaniksel bileşimi ve besin madde içeriklerinin belirlendiği bir diğer araştırmada da (Dilmen, 1952), kuru otun %63 buğdaygil, %20.5 baklagil ve %16.5 diğer familya veya teşhis edilemeyen bitkilere ait olduğu belirlenmiştir. Aynı araştırmada kuru otun %88.95-93.78 KM, %92.47-93.21 OM, %7.34-8.17 HP, %2.34-3.00 HY, %36.35-41.13 HS, %41.74-45.60 NÖM ve %6.79-7.70 HK içerdiği tespit edilmiştir. Yapılan başka bir araştırmada (Kaya

ve ark., 2003), Kars yöresinde üretilen kuru otların KM değeri %90.49; OM, HK, HP, HS, HY, NÖM ve NDF değerleri ise, KM'de sırasıyla % 91.18, 8.82, 10.56, 34.07, 2.24, 44.31 ve 65.28 olarak bildirilmiştir.

Çalışmada hayvanların tüketmiş olduğu mera otlarının örnek alım dönemindeki (14- 22 Haziran 2011) besin madde ortalamaları sırasıyla yaş KM %40.13, HK %11.19, OM %88.81, HP %14.14, HY %1.83, NDF %54.89, ADF %31.67, ADL %5.63, HS %36.86 ve NÖM %35.97; İVKMS ise %66.47 olarak bulunmuştur. Karşlı ve ark. (2003) Altındere Tarım İşletmesi meralarında Mayıs ayının 2. haftasından itibaren 2'şer hafta aralıklarla yaptıkları bir çalışmada, bu çalışmanın örnekleme dönemlerine denk gelen 3. örnekleme döneminde (15 Haziran), açık ve korunmuş 1 m²'lik alanlardan toplanan ot örneklerinin besin madde içeriklerini sırasıyla KM %57.11 ve 53.34, HK %8.07 ve 8.47, OM %91.93 ve 91.53, HP %10.63 ve 10.21, NDF %67.64 ve 67.35, ADF ise %38.33 ve 39.54; İVKMS'ni ise %55.15 ve 52.60 olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışmadan elde edilen mera otu kalitesi, Karşlı ve ark. (2003)'nın Altındere Tarım İşletmesi meralarından elde ettikleri değerlerden genelde daha yüksektir. Bu farklılığın temel nedeni, bu çalışmada, merada hayvanların tükettiği otlardan seçilerek örnekleme yapılmış olmasıdır. Nitekim Lopez-Guerrero (2005) yaptığı çalışmada, merada yapılan ot örneklemelerinde, belli bir alandaki otların tamamının toplanması ile belli otların elle seçilerek toplanması arasında örneklerin besin madde içerikleri bakımından farklılık olduğunu bildirmektedir. Bu araştırmacı, belli alandaki otların kesilerek toplanması ile otların besin madde içeriklerini HK, HP, NDF, ADF ve İVKMS sırasıyla %9.99, %10.61, %53.69, %29.79 ve %66.83 olarak bulmuştur. Aynı parametreler elle toplama yönteminde sırasıyla %9.15, %14.57, %44.97, %25.67 ve %75.77 olarak belirlenmiştir.

İndikatör yöntemleri ile yem tüketimi tahmininde, tüketilen kaba yemi en iyi şekilde temsil edecek numune alımı önem taşımaktadır. Bu durum özellikle mera çalışmalarında çok önemlidir. Homojen özellik gösteren meralarda elle toplanan numune yeterli olurken, homojen olmayan meralarda özefagus fistüllü hayvanların kullanımı gerekmektedir (Langlands, 1974). Ancak özefagus fistüllü hayvandan alınan numunelerle elde edilen verilerin normal hayvanlarda kullanımı ve kullanılması gereken özefagus fistüllü hayvan sayısı da tartışma konusudur (Langlands, 1975). Özefagus

fistüllü hayvandan alınması gereken numune sayısının fazla olması gerektiği üzerinde önemle durulan bir konudur (Dove ve Mayes, 1991).

De Vicenzi ve ark. (2003)'da, merada otlayan koyunlarda kuru madde tüketimini belirledikleri bir çalışmada, orak kullanarak topladıkları otların HP ve NDF değerlerini %13.13 ve %49.26 olarak belirlerken; aynı değerleri tırmık kullanarak topladıkları otlarda %11.11 ve %57.24 olarak tespit etmişlerdir.

Çalışmada toplanan mera otu örneklerinin iki aşamalı *in vitro* sindirim yöntemiyle belirlenen KM ve OM sindirilebilirlik dereceleri sırasıyla %66.47 ve %70.50 olarak tespit edilmiştir. Malossini ve ark. (1996) süt ineklerinde karışık çayır otunun aynı yöntemle belirlenen *in vitro* organik madde sindirilebilirlik değerini %64.80 olarak bildirmektedirler. Bruinenberg ve ark. (2011) üç farklı kalitedeki çayır alanlarından topladıkları otlarla yaptıkları silajlarda *in vitro* organik madde sindirilebilirliklerini çayır alanının kalitesi ile orantılı olarak, sırasıyla %75.80, %57.40 ve %54.50 olarak belirlemişlerdir. Garcia ve ark. (2000) süt inekleriyle yapmış oldukları bir çalışmada, mera otlarının *in vitro* OM sindirilebilirlik değerini %74.10 olarak belirlemişlerdir.

5.2. Kromiyum Oksit

Bu yöntemde hayvanların günlük yem tüketimi 717.22 ± 54.75 g olarak belirlenmiştir (Tablo 4). Bu denemede kullanılan hayvanların ortalama canlı ağırlıklarının 38.77 ± 2.86 kg olduğu dikkate alındığında, hayvanların canlı ağırlıklarının % 1.85'i kadar kuru madde tükettikleri hesaplanmıştır. Ferret ve ark. (1999) koyunlarda (63.20 ± 1.5 kg) aynı yöntemle çayır otu ve kuru yonca karışımı tüketen hayvanların günlük kaba yem KM tüketimini 657.71 g ile canlı ağırlığın %1.04'ü düzeyinde belirlemişlerdir. Parker ve ark. (1990b) ise, ortalama 46.6 kg canlı ağırlıkta olan koyunların çayır ve ak üçgül karışımından oluşan kaba yemi günlük 1589 g tüketerek, canlı ağırlıklarının %3.41'i düzeyinde kuru madde tükettiğini bildirmektedirler (KM sindirilebilirliği %72.48). Dove ve ark. (2000) 55.5 kg ortalama canlı ağırlığa sahip Border-Leicester Merino gebe koyunlarla yaptıkları bir çalışmada, hayvanların organik madde tüketimini 1349 g ile canlı ağırlığın %2.43'ü olarak belirlemişlerdir. Momont ve ark. (1994), 53 kg canlı ağırlıktaki Hampshire toklularda günlük KM tüketimini 1033 g

(canlı ağırlığın %5.13'ü); aynı araştırmacılar 631 kg ortalama canlı ağırlıktaki ergin sığırlarla yapmış oldukları çalışmada ise, günlük KM tüketimini 10.30 kg (canlı ağırlığın %1.63'ü) olarak hesaplamışlardır. Bohnert ve ark. (2000) 440 kg canlı ağırlıktaki Angus sığırlarda günlük KM tüketimini ortalama 5.36 kg ile canlı ağırlığın %1.22'si olarak bulmuşlardır. Lopez-Guerrero (2005) ise kromiyum oksit yöntemiyle 382 kg canlı ağırlıktaki sığırlarda günlük KM tüketimini 13.31 kg (canlı ağırlığın %3.49'u) olarak belirlemişlerdir. Nakano ve ark. (2008) 475 kg canlı ağırlıktaki gebe sığırlarla yaptıkları bir çalışmada, günlük yem tüketimini tek ve idame doz uygulaması yaptıkları iki denemede, sırasıyla canlı ağırlığın % 1.68 (8 kg) ve %1.26'sı (6 kg) olarak hesaplamışlardır.

Bildirilen çalışmalardaki veriler arasındaki farklılıklar, kullanılan yem ya da yem karışımlarının sindirilme derecelerinin farklı oluşundan kaynaklanmaktadır. Zaten sindirilme derecesi yüksek yemlerin daha fazla tüketildiği, hayvan besleme biliminin klasik bilgileri arasındadır. Nitekim, Parker ve ark. (1990b)'nın hayvanlara yedirdiği çayır ve ak üçgül karışımının tüketim düzeyinin yüksek oluşu (canlı ağırlığın %3.41'i), bu karışımın %72.48 oranında sindirilebilirliğe sahip oluşu ile açıklanabilir.

Hayvanların tükettiği mera otlarının besin madde sindirilebilirlikleri ve enerji içerikleri de Tablo 5'te sunulmuştur. Söz konusu tabloda da belirtildiği gibi, bu yöntemle mera otlarının KM, OM, HP, HY, NDF ve ADF sindirilebilirlikleri sırasıyla %65.20, %69.59, %66.08, %24.30, %62.38 ve %57.80 olarak belirlenmiştir. Ferret ve ark. (1999) koyunlarda, aynı yöntemle çayır otu ve kuru yonca karışımının kuru madde sindirilebilirliğini %62.19; Parker ve ark. (1990b) ise, çayır ve ak üçgül karışımından oluşan kaba yemi tüketen koyunlarda kuru madde sindirilebilirliğini ortalama %72.48 olarak bulmuşlardır. Dove ve ark. (2000) 55.5 kg ortalama canlı ağırlığa sahip Border-Leicester Merino gebe koyunlarla yaptıkları bir çalışmada, kaba yemin organik madde sindirilebilirliğini %75.6 düzeyinde belirlemişlerdir. Momont ve ark. (1994) toklularda kuru madde sindirilebilirliğini %56.0; Bohnert ve ark. (2000) Angus sığırlarda ortalama %53.4 olarak bildirmişlerdir. Aynı parametre, Nakano ve ark. (2008)'nın 475 kg canlı ağırlıktaki gebe sığırlarla yaptıkları çalışmada %60 olarak hesaplanmıştır. Lopez-Guerrero (2005) ise, kromiyum oksit yöntemiyle, mera otlarının kuru madde sindirilebilirliğini %61 olarak bulmuştur.

Clanton (1962) kaba yem düzeyleri farklı olan rasyonları tüketen besi sığırlarında kuru madde ve ham protein sindirimini, bu çalışma ile benzer olan uygulamada, sırasıyla %61.81 ve %61.62 olarak bildirmiştir. Ruiz ve ark. (2001) 523 kg ortalama canlı ağırlıktaki yüksek verimli Holştayn ırkı süt inekleri ile yaptıkları çalışmada, çayır otu kuru madde tüketimini 24.76 kg (canlı ağırlığın %4.73'ü); total yem tüketimini ise, 33.95 kg (canlı ağırlığın %6.49'u) olarak belirlemişlerdir. Aynı çalışmada söz konusu yemin KM, OM ve NDF sindirilebilirliği sırasıyla %82.26. %83.39 ve %75.20 olarak tespit edilmiştir.

Kromiyum oksit indikatörü ile mera otunun BE, SE, ME ve NE_L değerleri ise, sırasıyla 3.90, 3.07, 2.52 ve 1.58 Mcal/kg KM olarak hesaplanmıştır. Oliveira ve ark. (2007), bu çalışma ile benzer şekilde, elle koparma (hand-plucking) yöntemiyle yaptıkları örneklemede çayır otunun ME değerini 2.11 Mcal/kg KM olarak bildirmişlerdir. Clanton (1962) kaba yem düzeyleri farklı olan rasyonları tüketen besi sığırlarında gross enerjinin %58.89 oranında sindirildiğini belirlemiştir.

Sankhyan ve ark. (1999) yaptıkları bir çalışmada, meradan ot toplama yöntemi ve mevsimsel farklılıkların etkisini araştırmışlardır. Hindistan'da yapılan çalışmada, araştırmacılar, meranın muson mevsimi, kış ve yaz aylarında, mera otlarını kesme, hayvanın ağzından alma, elle toplama/koparma ve özefagus fistülü ile toplama yöntemlerini kullanmışlardır. Araştırmacılar çalışmalarında, ot toplama yöntemi ve mevsimin (vejetasyon dönemi) örneklerin sindirilebilirlikleri ve enerji içerikleri üzerinde istatistiksel düzeyde önemli etkiye sahip olduğunu bulmuşlardır. Nitekim yağışların bol ve otların körpe olduğu (%17.90 KM) muson mevsiminde (Ağustos) otların yüksek düzeyde sindirildiği (%72.2), ancak otların kuruduğu (%83.36 KM) yaz aylarında (Haziran) sindirilebilirliğin dramatik bir şekilde azaldığı (%43.9) belirlenmiştir. Benzer şekilde, hayvanların günlük tükettiği gross enerji ve sindirilebilir enerji miktarı da, mevsimsel farklılıktan etkilenmiştir.

5.3. Alkan

Bu çalışmada, numunelerin alkanlar yönünden analizinde internal standard alkan olarak C₃₄ (Tetratriacontane) kullanılmıştır. Malossini ve ark. (1996) internal standart

alkan olarak yalnızca C₃₄'ü kullanırlarken, Bulang ve ark. (2008) ile Ferreira ve ark. (2005) ayrıca C₂₂'yi de internal standart alkan olarak kullanmışlardır.

5.3.1. Mera otlarının alkan düzeyleri

Bu çalışmada kullanılan mera yemlerinin alkan içeriği C₃₂ için 9.96 mg/kg KM, C₃₃ için 41.30 mg/kg KM ve C₃₆ için 3.82 mg/kg KM olarak belirlenmiştir (Tablo 3). Karademir ve Ünal (2008) ise bu değerleri, C₃₂ ve C₃₃ için sırasıyla 3.27 mg/kg KM ve 19.79 mg/kg KM olarak belirlerken; C₃₆'yı analizlerde tespit edememiştir. Berry ve ark. (2000) yapmış oldukları bir çalışmada %51 ot silajı, %39 mısır silajı ve %10 kuru ottan oluşan yem karışımının C₃₁, C₃₂ ve C₃₃ alkan içeriklerini sırasıyla 121, 4 ve 44 mg/kg KM olarak belirlemiş; C₃₆ alkanını ise tespit edememişlerdir. Ali ve ark. (2004) çok yıllık çayır otunun alkan içeriklerini belirledikleri çalışmalarında, C₃₁, C₃₃ ve C₃₅ alkanlarının konsantrasyonlarını sırasıyla 142, 147, 24 mg/kg KM; bu otu tüketen koyunların dışkılarının alkan içeriklerini ise aynı sıraya göre 389, 352 ve 57 mg/kg KM olarak belirlemişlerdir.

Garcia ve ark. (2000) iki deneme halinde yürüttükleri çalışmalarında, deneme I'de, ağırlıklı olarak çayır otu ve ak üçgülünden oluşan kuru ot ve mısır silajının C₂₉, C₃₁ ve C₃₃ alkan konsantrasyonlarını (mg/kg KM) kuru ot karışımı için sırasıyla 149, 293 ve 79.50; mısır silajı için 10.10, 13.50 ve 9.8 olarak bulmuşlardır. Aynı çalışmanın ikinci denemesinde ise, çayır otu+ak üçgül karışımından oluşan mera otlarında C₂₉, C₃₁ ve C₃₃ alkan konsantrasyonlarını (mg/kg KM) sırasıyla 69, 134 ve 126 olarak tespit etmişlerdir.

Ferreira ve ark. (2010) uzun zincirli yağ asitleri ve alkanları indikatör olarak kullandıkları ve üç dönem halinde yürüttükleri; aralarında çok yıllık çayır otu ve ak üçgülünde bulunduğu meralarda besledikleri koyunlarda yapmış oldukları bir çalışmada, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarına göre yem bitkilerinde bulunan C₃₁, C₃₂ ve C₃₃ alkanlarının ortalama içeriklerini sırasıyla, Mayıs ayında 270-1143, Haziran ayında 124-1223 ve Temmuz ayında ise, 157-900 arasında belirlemişlerdir. Olivan ve ark. (2007) düşük ve yüksek düzeyde korunga ile besledikleri besi sığırlarıyla yapmış oldukları bir çalışmada, korungadaki alkan konsantrasyonlarını (mg/kg KM) düşük

düzeyle beslemede C₃₂ için 20.3, C₃₃ için 60.5 ve C₃₆ için ise 2.0 olarak; yüksek düzeyle beslemede C₃₂ için 18.6, C₃₃ için 50.9 ve C₃₆ için ise 2.2 olarak belirlemişlerdir.

Gedir ve ark. (2000) yonca yedirdikleri ren geyikleriyle yapmış oldukları bir çalışmada, yemin alkan içeriğini (mg/kg KM) C₃₂ için 6.6, C₃₃ için 14.6 ve C₃₆ için 1.9 olarak belirlemişlerdir. Bugalho ve ark. (2004) 1. ve 2. grubunu ot ve baklagil türlerinin, 3.grubunu ise sub-tropikal otların oluşturduğu ve C₂₅ ile C₃₅ arasındaki alkanların konsantrasyonlarını (mg/kg KM) belirledikleri çalışmalarında, 1. grup için C₃₂, C₃₃ ve C₃₅ alkanlarının miktarlarını sırasıyla 3.5 ile 20.5; 7.3 ile 58.7 ve 1.2 ile 4.3 arasında; 2. grup için 5.9 ile 38.3, 11.5 ile 625.0 ve 2.0 ile 40.9 arasında; 3. grup için ise, 6.7 ile 35.9, 24.7 ile 251.7 ve 4.8 ile 307.8 arasında belirlemişlerdir.

Hendricksen ve ark. (2003) iki farklı vejetasyon döneminde biçilmiş çayır kuru otu ile besledikleri sığırlara verdikleri otların C₂₉-C₃₆ arasındaki alkan içeriklerini (g/kg KM), 8. haftada biçilen ot için 0.0 ile 709.6 arasında, 20. haftada biçilen ot için ise 0.0 ile 435.4 arasında belirlemişlerdir. Adı geçen araştırmacılar en yüksek alkan içeriğini, her iki kuru ot içinde C₃₁ alkanını (709.6 ve 435.4) olarak belirlemişlerdir. C₃₁ alkanını 525.3 ve 319.0 değerleri ile C₃₃ alkanını takip etmektedir. Araştırmacılar C₃₆ alkan konsantrasyonunu ise her iki rasyon türü için belirleyememişlerdir.

Hendricksen ve ark. (2002) iki deneme şeklinde yürüttükleri ve dört ayrı rasyon halinde uyguladıkları çalışmalarındakuru ot ve korunga ile besledikleri Brahman sığırlarının rasyonlarında kullandıkları ot ve korunganın alkan profilini (C₃₀-C₃₆) kuru otun ağırlıklı olduğu ilk 3 rasyonda 7-638 mg/kg KM arasında, korunganın ağırlıkta olduğu 4. rasyonda ise, aynı alkan profilini 6-323 mg/kg KM arasında tespit etmişlerdir. C₃₆ alkanını her dört rasyonda da konsantrasyon bakımından en düşük değere (6-8 mg/kg KM) sahipken, C₃₁ ve C₃₆ en yüksek değerlere (323-638 ve 39-549 mg/kg KM) sahiptirler.

Bulang ve ark. (2008) C₃₃ alkan miktarını yonca silajında 33 mg/kg KM olarak tespit etmişlerdir. Keli ve ark. (2008) yapmış oldukları bir çalışmada, yonca ve çayır otunun C₃₂, C₃₃ ve C₃₅ alkan içeriklerini (mg/kg KM) korunga için sırasıyla 11.40-30.30 ve 0.70 olarak; çayır otu için ise 2.70-23.10 ve 1.30 olarak belirlerken; her iki yem türünde C₃₆ alkan değerini ise belirleyememişlerdir. Bir başka çalışmada Bovolenta ve

ark. (1994) bazı buğdaygil ve baklagil kaba yemlerin C_{32} , C_{33} ve C_{35} alkan içerikleri (mg/kg KM) ile tek zincirli alkanların toplam alkan içeriğine olan oranını (%) *Dactylis glomerata* için 2, 21, 0 ve %95.80; *Lolium multiflorum* için 4, 43, 0 ve %96.60; *Lolium perenne* için 7, 99, 9 ve %95.30; *Medicago sativa* için 7, 21, 0 ve %95.40; *Trifolium repens* için 1, 7, 0 ve %94.40; *Trifolium pratense* için ise 1, 11, 0 ve %96.80 olarak bulmuşlardır.

Ferreira ve ark. (2011) *Lolium perenne* ve *Trifolium repens* bitkilerinin C_{32} ve C_{33} alkan içeriklerini sırasıyla *L. perenne* için 6.10 ve 74.20; *Trifolium repens* için ise 2.70 ve 18.00 olarak tespit etmişlerdir. Moshtaghi Nia ve Wittenberg (2002) tamamen kaba yem ve kaba-konsantre yem karışımlarıyla besledikleri hayvanlarla yapmış oldukları bir çalışmada çayır bromunun C_{32} , C_{33} ve C_{36} miktarlarını sırasıyla 4.4, 20.90, 5.90; yoncanın C_{32} , C_{33} ve C_{36} değerlerini ise 16.8, 32.3 ve 5.8 olarak belirlemişlerdir.

Dove ve Olivan (1998) çayır otunun C_{32} , C_{33} ve C_{36} alkan değerlerini (mg/kg KM) sırasıyla 5.30, 35.80 ve 5.50 olarak belirlemişlerdir. Malossini ve ark. (1996) bir çalışmada 5 gün ard arda topladıkları çayır otlarında alkan değerlerini C_{32} için 5, C_{33} için ise 78 mg/kg OM; ayrıca toplam tek zincirli alkan içeriğini 910 mg /kg OM ve toplam alkan içeriğini de 940 mg/kg OM olarak tespit etmişlerdir.

Oliveira ve ark. (2007) çayır otlarının gövde, yaprak ve sap kısımlarında alkan içeriklerini araştırmış ve C_{31} , C_{33} ve C_{35} alkan miktarını gövde, yaprak ve sap kısımları için sırasıyla 106, 137 ve 27; 127, 168 ve 24; 88, 163 ve 36 olarak bulmuşlardır.

Duncan ve ark. (1999) yem maddesi olarak lahana, ıspanak ve çayır otu kullandıkları bir çalışmalarında C_{32} , C_{33} ve C_{36} alkan değerlerini sırasıyla ıspanak için 16.90, 37.10 ve 20.6; lahana için 5.20, 7.90 ve 16.30 ve çayır otu için ise 5.10, 46.20 ve 4.40 olarak bulduklarını belirtmişlerdir. Molina ve ark. (2004) merada C_{32} alkan miktarını 0.1 mg/kg KM'nin altında tespit ederlerken, C_{33} 'ün miktarını ise 98.30 mg/kg KM olarak bildirmişlerdir.

Hameleers ve Mayes (1998) çok yıllık çayır otu ve ak üçgül kullandıkları çalışmalarında adı geçen bitkilerin C_{26} - C_{35} arasındaki alkanların konsantrasyonlarını çayır otu için 1.9-143.9; ak üçgül için ise 0.5-72.2 arasında belirlemişlerdir. Diğer

çalışmaların aksine bu çalışmada en yüksek konsantrasyona sahip alkan ak üçgülde C₂₉ alkanı (72.2 mg/kg KM) olmuştur. Çok yıllık çayır otunda ise en yüksek konsantrasyona sahip alkan C₃₁ (143.9 mg/kg KM) olmuştur.

Kaba yemlerdeki alkan içeriğinin, özellikle C₃₃ alkan içeriğinin bu kadar değişken bir sonuç göstermesinin nedeni, kaba yemlerin kök, gövde ve sap gibi kısımlarındaki alkan yoğunluklarının farklı olmasına bağlanabilir.

5.3.2. Kuru madde tüketimi ve sindirilebilirlik tahmini

Alkan yönteminde, hayvanların günlük kuru madde tüketimi C₃₂ için sabah ve akşam örneklemelerinde sırasıyla 961.86±43.65 g ve 970±48.3 g (ortalama 965,93±31.20 g); C₃₆ için aynı sıraya göre 1044.86±42.45 g ve 1057.29±45.37 g (ortalama 1051.07±29.90 g) olarak hesaplanmıştır (Tablo 4). Bu denemede kullanılan hayvanların ortalama canlı ağırlıklarının 39.63±2.78 kg olduğu dikkate alındığında, hayvanların canlı ağırlıklarının %2.43-%2.67 arasında kuru madde tükettikleri hesaplanmıştır. Bu sonuçlar, besi hayvanları için öngörülen ve canlı ağırlığın % 2.5'i olarak ifade edilen kuru madde tüketimi değerleri ile uyumluluk göstermektedir.

Alkan yönteminde, C₃₃:C₃₂ alkan çiftiyle yapılan ve numune alım zamanına göre belirlenen ortalama kuru madde tüketimi 668 g (canlı ağırlığın % 1.69'u); C₃₃:C₃₆ alkan çiftiyle yapılan ve numune alım zamanına göre belirlenen ortalama kuru madde tüketimi ise 803 g (canlı ağırlığın % 2.03'ü) olarak bulunmuştur.

Hayvanların tükettiği mera otlarının numune alım zamanlarına göre belirlenen besin madde sindirilebilirlikleri ve enerji içerikleri ise Tablo 6'da sunulmuştur. Alkan yöntemiyle mera otlarının KM, OM, HP, HY, NDF ve ADF sindirilebilirlikleri C₃₂ için sabah örneklemesinde sırasıyla %69.63, %73.54, %70.23, %25.58, %68.01 ve %67.10 olarak; C₃₂ için akşam örneklemesinde sırasıyla %67.17, %71.41, %67.81, %27.10, %65.41 ve %64.42; C₃₆ için sabah örneklemesinde sırasıyla %66.49, %70.81, %67.17, %29.55; %64.71 ve %63.69 olarak; C₃₆ için akşam örneklemesinde ise %63.77, %68.45, %64.48, %24.34, %61.81 ve %60.72 olarak belirlenmiştir. Mera otunun BE, SE, ME ve NE_L değerleri ise, C₃₂ sabah örneklemesi için sırasıyla 3.90, 3.24, 2.66 ve 1.68 Mcal/kg KM olarak; akşam örneklemesi için aynı sırayla 3.90, 3.15, 2.58 ve 1.63 Mcal/kg KM

olarak hesaplanmıştır. C₃₆ sabah örnekleme için sırasıyla 3.90, 3.12, 2.56 ve 1.62 olarak; akşam örnekleme için ise sırasıyla 3.90, 3.02, 2.47 ve 1.56 olarak hesaplanmıştır.

Karademir ve Ünal (2008) C₃₂ ve C₃₆ alkanlarını içeren kapsülleri kullandıkları bir çalışmada, batözden geçirilmiş çayır kuru otuyla besledikleri ortalama canlı ağırlıkları 41.6 kg olan Tuj kuzularda, hayvanların kuru madde tüketimini 895 g (canlı ağırlığın %2.15'i) olarak belirlemişlerdir. Aynı çalışmada, çayır kuru otunun kuru madde sindirilebilirliği ise, %51.29 olarak tespit edilmiştir. Aynı araştırmacılar, sabah ve akşam numunelerinin C₃₃:C₃₂ ve C₃₃:C₃₆ alkan çiftleri ile belirlenen kuru madde tüketimi, C₃₂ için sırasıyla 996 g (canlı ağırlığın %2.39'u) ve 997 g (canlı ağırlığın %2.35'i); C₃₆ için ise, yine aynı sırayla 1010 g (canlı ağırlığın %2.43'ü) ve 987 g (canlı ağırlığın %2.37'si) olarak hesaplamışlardır.

Lin ve ark. (2007) C₃₂ ve C₃₆ alkanlarını içeren kapsül kullandıkları ve üç farklı kaba yem karışımıyla besledikleri, ortalama canlı ağırlıkları 38.5 kg olan koyunlarla yapmış oldukları bir çalışmada, hayvanların tüketmiş oldukları günlük kuru madde miktarını C₃₁:C₃₂ alkan çifti ile yapılan hesaplamada, ortalama 595 g (canlı ağırlığın %1.55'i); C₃₃:C₃₂ alkan çifti ile yapılan hesaplamada ise, ortalama 644 g (canlı ağırlığın %1.67'si) olarak tespit etmişlerdir. Charmley ve Dove (2007) ise, canlı ağırlıkları 38-46 kg arasında değişen 24 adet Merinos melezi kastre koçta C₃₂ ve C₃₆ alkanlarını kullanarak yapmış oldukları çalışmada, farklı kaba yem karışımları ve pamuk tohumu küspesi yedirdikleri hayvanların kuru madde tüketimlerini C₃₂:C₃₁ alkan çifti için 724-786 g (canlı ağırlığın %1.91-1.71'i); C₃₂:C₃₃ çifti için 630-731 g (canlı ağırlığın %1.66-1.57'si) ve C₃₆:C₃₃ alkan çifti için ise 627-752 g (canlı ağırlığın %1.65-1.63'ü) arasında tespit etmişlerdir. Söz konusu çalışmada, rasyonların ortalama sindirilebilirlik derecesi %63.60 olarak hesaplanmıştır.

Lewis ve ark. (2003) 39 kg (Suffolks) ve 28 kg (Scottish Blackfaces) canlı ağırlıktaki kuzular kullanarak yaptıkları bir çalışmada, peletlenmiş çayır kuru otu tüketen kuzuların günlük kuru madde tüketimlerini sırasıyla 1848 g ve 1381 g olarak bulmuşlardır. Bu değer hayvanların canlı ağırlıklarının %4.74 ve %3.87'sine tekabül etmektedir. Dove ve Olivan (1998) yaklaşık 30 kg canlı ağırlıktaki koyunlara çayır kuru otu ve farklı düzeylerde ayçiçeği küspesi yedirdikleri bir çalışmada, farklı alkan çiftleri

ile 706 g-766 g kuru madde tüketimi hesaplamışlardır (canlı ağırlığın %2.35-%2.55'i). Araştırmacılar karışımların sindirilme derecelerini %61.90-%65.90 aralığında bulmuşlardır. Dove ve Simpson (1997)'da merada otlayan Merinos gebe koyunlarda C_{32}/C_{36} alkan çiftini kullanarak günlük OM tüketimini 947 g ve OM sindirilebilirliğini %71.50 olarak hesaplamışlardır. Keli ve ark. (2008) ortalama 64.6 kg canlı ağırlıkta ve karışık çayır otları tüketen kısır koyunlarla yaptıkları bir çalışmada, C_{32}/C_{36} alkan çifti kullanarak koyunların günlük kuru madde tüketimini 1173 g (canlı ağırlığın %1.82'si); karışık çayır kuru otunun kuru madde sindirilebilirliğini ise ortalama %61.50 olarak hesaplamışlardır.

De Vicenzi ve ark. (2003)'da merada otlayan koyunlarda (56.4 kg CA) kuru madde tüketimini ve organik maddenin sindirilebilirliğini belirledikleri bir çalışmada, orakla keserek topladıkları otlarda yem tüketimini 825.67 g (canlı ağırlığın %1.46'sı) olarak belirlerken; aynı değerleri tırmıkla topladıkları otlarda 694.16 g (canlı ağırlığın %1.23'ü) olarak tespit etmişlerdir. Araştırmacılar hayvanların tükettiği ot karışımlarının organik madde sindirimini orakla keserek topladıkları otlarda %71.93; aynı değerleri tırmıkla topladıkları otlarda ise %69.31 olarak bulmuşlardır.

Elwert ve Dove (2005) 38.4 kg canlı ağırlığa sahip kastrekoçlarda, indikatör olarak balmumu ve alkan C_{38} kullandıkları bir çalışmada, kaba yem ve pamuk tohumu küspesi karışımını 4 farklı oranda (7:1, 6:2, 5:3 ve 4:4) hayvanlara yedirmiş ve hayvanların yem tüketimini sırasıyla 548 g (canlı ağırlığın %1.43'ü), 472 g (canlı ağırlığın %1.23'ü) , 421 g (canlı ağırlığın %1.10'u) ve 349 g (canlı ağırlığın %0.91'i) olarak belirlemişlerdir. Adı geçen çalışmada, araştırmacılar hayvanların tüketmiş olduğu karışımların organik madde sindirilebilirliğini ise sırasıyla %63.40, %64.50, %65.10 ve %65.60 olarak tespit etmişlerdir.

Elwert ve ark. (2004) 55.5 kg canlı ağırlıktaki kastre koçlarla yapmış oldukları bir çalışmada, yonca ve öğütülmüş buğday verdikleri hayvanların günlük tükettikleri kaba yem (yonca) kuru maddesini 923 g (canlı ağırlığın %1.66'sı), organik madde sindirilebilirliğini ise, %72.50 olarak tespit etmişlerdir. Aynı araştırmacılar yonca kaba yeminin metabolik enerji değerini ise 2.06 Mcal/kg KM olarak hesaplamışlardır. Smit ve ark. (2005) çalışmalarında kullandıkları yemlerin enerji içeriklerini BE için 1.83; ME

için 1.05 ve NE_L için ise 0.6 olarak belirlemişlerdir. Berry ve ark. (2000) yem karışımının NE_L değerini (Mcal/kg KM) 1.39 olarak vermişlerdir.

Bu çalışmadan elde edilen yem tüketimi, yemlerin sindirilebilirlikleri ve enerji içerik değerleri ile bu bölümde sonuçları verilen çalışmalara ait değerler arasında, benzerliklerin yanısıra, farklılıklar da bulunmuştur. Farklı sonuçların oluşmasında, hayvanların tükettikleri yem kompozisyonunun (kaba/konsantre yem oranı, kaba yemin türü, vejetasyon dönemi vb.) farklılığı başta gelmektedir. Nitekim, bildirilen çalışmalarda, hayvanların yem tüketimi ile yemin sindirilebilirliği arasında doğru bir orantının varlığı dikkati çekmektedir. Yine, peletleme gibi yem tüketimi ve yemin sindirilebilirliğini arttıran işlemler de etkili olmuştur.

5.4. Meradan Sağlanan Ham Protein ve Enerji Miktarı ile Ek Yemleme İhtiyacı

Hayvanların meradan sağladığı ham protein ve metabolik enerji miktarı ile meraya ilave olarak verilmesi gereken arpa miktarına ait değerler Tablo 7'de verilmiştir. Tabloda da görüleceği gibi, kromiyum oksit ve alkan yöntemleriyle belirlenen mera otu tüketimi kromiyum oksit, C₃₂ sabah, C₃₂ akşam, C₃₆ sabah ve C₃₆ akşam gruplarında sırasıyla 717.22 g, 961.86 g, 970.00 g, 1044.86 ve 1057.29 g ($P<0.05$) olarak belirlenmiştir. Hesaplama da alkanlara ait değerler benzer ve kromiyum oksit grubundan yüksek bulunmuştur. Hayvanların tükettiği mera otunun HP ve ME değerleri ve hayvanların HP ve ME ihtiyaçları esas alınarak yapılan hesaplamalarda, HP ihtiyacının kromiyum oksit, C₃₂ sabah, C₃₂ akşam, C₃₆ sabah ve C₃₆ akşam gruplarında sırasıyla %55, %74, %74, %80 ve %81; ME ihtiyacının ise, aynı sıraya göre %41, %58; %57, %61 ve %59 oranında karşılandığı; eksik kalan HP ve ME ihtiyacının ek yemleme yolu ile karşılanması gerektiği belirlenmiştir. HP ve ME açığının kapatılması amacıyla yapılan hesaplamada, ME açığı daha yüksek olduğundan, bu parametredeki eksikliğin giderilmesi esas alınmıştır. Bu amaçla, %11.9 HP ve 2.74 Mcal kg enerji içeren arpanın (NRC,1985) kullanılması durumunda, kromiyum oksit, C₃₂ sabah, C₃₂ akşam, C₃₆ sabah ve C₃₆ akşam grupları için sırasıyla 947 g, 672 g, 693 g, 628 g ve 651 g arpa saplementasyonunun gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

Alkan yönteminde hayvanların canlı ağırlıklarının %2.43-%2.67 arasında kuru madde tükettikleri dikkate alındığında, bu yöntemdeki kuru madde tüketim değerlerinin, kromiyum oksit yöntemi ile elde edilen kuru madde tüketimi değerinden (canlı ağırlığın % 1.85'i) daha anlamlı olduğu görülecektir. Bu nedenle, orta kaliteli bir mera özelliği gösteren Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüsü'ndeki mera alanlarında otlatılan 4-7 aylık ve 275 g günlük canlı ağırlık artışı hedeflenen kuzulara (NRC, 1985), günde 628 g-693 g arpa verilmesinin hayvanların HP ve ME ihtiyaçlarının karşılanmasında yeterli olacağı hesaplanmıştır.

Sonuç olarak;

1. Alkan yönteminde kontrollü salınım sağlayan kapsüller kullanıldığından, bu yöntemde dışkıda sabit bir indikatör konsantrasyonu elde edilmiş ve yem tüketim değerleri klasik hayvan besleme bilgileri ile uyumlu bulunmuştur. Kromiyum oksit yönteminde ise, kromiyum oksit peletleri rumene günde iki defa atıldığından, sabit bir dışkı indikatör konsantrasyonu elde edilememiş ve hayvanların yem tüketim değerleri daha düşük bulunmuştur.

2. Meranın besleyici değerinin meranın bitki kompozisyonu, vejetasyon dönemi, yağış miktarı, otlatma şekli vb. faktörlerden etkilenmesi; yine merada otlatılan hayvanların verim yönü ve düzeylerinin farklılık göstermesi nedeniyle, belli bir mera alanı üzerinde yapılan bu tür çalışmaların yaygın etkisinin sınırlı olacağı açıktır. Bu nedenle, ancak çok sayıda çalışma verileri üzerinden pratik sonuçların çıkarılması ve uygulanması mümkün olabilecektir.

ÖZET

Altaçlı S, Merada otlayan koyunlarda yem tüketimi ve yem sindirilebilirliğinin belirlenmesinde kromiyum oksit ve alkan indikatör yöntemlerinin kullanılması, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Van, 2013. Bu çalışma, merada otlayan koyunların yem tüketim miktarı ve tükettikleri yemin sindirilebilirliğini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmada, 2 grup ve her grup 7 hayvandan oluşacak şekilde 14 hayvan kullanılmıştır. Mera yemlerinin sindirilme dereceleri iki farklı indikatör (alkan (C_{32} - C_{36}) ve kromiyum oksit) kullanılarak belirlenmiştir. Ayrıca, her iki indikatörle elde edilen sindirim değerleri kullanılarak, yemlerin enerji içerikleri de hesaplanmıştır. Çalışmada kullanılan mera otlarının besin madde içerikleri yaş KM, HK, OM, HP, HY, HS, NDF, ADF ve ADL için sırasıyla %40.13, 11.19, 88.81, 14.14, 1.83, 36.86, 54.89, 31.67 ve 5.63 olarak belirlenmiştir. Çalışmada kromiyum oksit yöntemiyle belirlenen ortalama kuru madde tüketim (KMT) değeri 717.22 g/gün; yemlerin KM, OM, HP, HY, NDF ve ADF sindirilebilirlikleri sırasıyla %65.20, 69.59, 66.08, 24.30, 62.38 ve 57.80; yemlerin enerji içerikleri ise BE, SE, ME ve NE_L için sırasıyla 3.90, 3.07, 2.52 ve 1.58 Mcal/kg KM olarak belirlenmiştir. Mera otlarının yapısında bulunan alkan içerikleri C_{32} , C_{33} ve C_{36} alkanları için sırasıyla 9.96, 41.30 ve 3.82 mg/kg KM olarak tespit edilmiştir. Alkan yöntemi kullanılarak ve C_{32} ile C_{36} 'ya göre belirlenen ortalama kuru madde tüketim değerleri sırasıyla 965.93 ve 1051.07 g/gün; yemlerin KM, OM, HP, HY, NDF ve ADF sindirilebilirlikleri C_{32} için sırasıyla %68.40, 72.48, 69.02, 26.21, 66.71 ve %65.76; C_{36} için sırasıyla %65.13, 69.63, 65.82, 26.95, 63.26 ve 62.21 olarak tespit edilmiştir. Aynı yöntemle belirlenen yemlerin BE, SE, ME ve NE_L içerikleri C_{32} için sırasıyla 3.90, 3.20, 2.62 ve 1.66 Mcal/kg KM; C_{36} için ise yine aynı sırayla 3.90, 3.07, 2.52 ve 1.59 Mcal/kg KM olarak belirlenmiştir. Yemlerin sindirilebilirlik dereceleri ve enerji içerikleri bakımından kromiyum oksit ve alkan yöntemleri arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Alkan yönteminde numune alım zamanına göre belirlenen besin madde sindirilebilirlik değerleri sabah örneklemeğinde C_{32} alkanıyla KM, OM, HP, HY, NDF ve ADF için sırasıyla %69.63, 73.54, 70.23, 25.58, 68.01 ve 67.10; akşam örneklemeğinde yine aynı sırayla %67.17, 71.41, 67.81, 27.10, 65.41 ve 64.42 olarak tespit edilmiştir. C_{36} alkanıyla belirlenen adı geçen parametreler ise sabah örneklemeğinde %66.49, 70.81, 67.17, 29.55, 64.71 ve 63.69; akşam örneklemeğinde ise %63.77, 68.45, 64.48, 24.34, 61.81 ve 60.72 olarak belirlenmiştir. Yine aynı yöntemle belirlenen yemlerin enerji içerikleri C_{32} sabah örneklemeğinde 3.90, 3.24, 2.66 ve 1.68 Mcal/kg KM; akşam örneklemeğinde 3.90, 3.15, 2.58 ve 1.63 Mcal/kg KM; C_{36} sabah örneklemeğinde 3.90, 3.12, 2.56 ve 1.62 Mcal/kg KM; akşam örneklemeğinde ise 3.90, 3.02, 2.47 ve 1.56 Mcal/kg KM olarak tespit edilmiştir. Alkan yönteminin numune alım zamanına göre kendi içinde karşılaştırılmasıyla elde edilen bulgular arasındaki fark önemsiz bulunmuştur ($P>0.05$). Sonuç olarak, orta kaliteli bir mera özelliği gösteren Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüsü'ndeki mera alanlarında otlatılan 4-7 aylık ve 275 g günlük canlı ağırlık artışı hedeflenen kuzuların, HP ihtiyacının %74-81'ini, ME ihtiyacının ise %57-61'ini meradan karşıladığı; hayvanlara günde 628 g - 693 g arpa verilmesinin, hayvanların HP ve ME ihtiyaçlarının karşılanmasında yeterli olacağı hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: Mera, kromiyum oksit, alkan, yem tüketimi, sindirilebilirlik, enerji içerikleri, besin madde açığı, ilave yemleme

SUMMARY

Altaçlı S, Use of chromium oxide and alkane indicator methods for determination of feed intake and digestibility at grazing sheep on pasture, Yuzuncu Yıl University, Institute of Health Sciences Ph.D Thesis in Department of Animal Nutrition and Nutritional Diseases, Van, 2013. This experiment was carried out to feed intake and digestibility at grazing sheep on pasture. A total of 14 animals, 7 animals within two groups were used in the experiment. Digestibility of pastures was determined using two types of markers (alkane (C_{32} - C_{36}) and chromium oxide). Moreover, energy contents of pasture were also calculated using digestibility values obtained from both methods. Nutrient contents of pasture as wet basis were 40.13, 11.19, 88.81, 14.14, 1.83, 36.86, 54.89, 31.67 and 5.63% for DM, ash, OM, CP, EE, CF, NDF, ADF and ADL, respectively. Dry matter intake were 717.22 g/d; digestibilities of DM, OM, CP, EE, NDF, and ADF were 65.20, 69.59, 66.08, 24.30, 62.38 and 57.80%; GE, DE, ME and NEL energy values were 3.90, 3.07, 2.52 and 1.58 Mcal/kg DM, respectively based on chromium oxide method in the experiment. Alkane contents of pasture were 9.96, 41.30 and 3.82 mg/kg DM for C_{32} , C_{33} and C_{36} for alkanes, respectively. According to alkane method, dry matter intakes were 965.93 and 1051.07 g/d for C_{32} and C_{36} , respectively. Digestibilities of DM, OM, CP, EE, NDF, and ADF using C_{32} were 68.40, 72.48, 69.02, 26.21, 66.71 and 65.76%, whereas digestibilities of DM, OM, CP, EE, NDF, and ADF using C_{36} were 65.13, 69.63, 65.82, 26.95, 63.26 and 62.21%, respectively. GE, DE, ME and NEL energy values determined with same method were 3.90, 3.20, 2.62 and 1.66 Mcal/kg DM for C_{32} ; 3.90, 3.07, 2.52 and 1.59 Mcal/kg DM for C_{36} , respectively. Digestibility and energy values were not significantly different between chromium oxide and alkane methods ($P>0.05$). According to time of sampling, nutrient digestibilities determined by alkane methods of C_{32} at morning samples were 69.63, 73.54, 70.23, 25.58, %68.01 and 67.10% while they were 67.17, 71.41, 67.81, 27.10, 65.41 and 64.42% for DM, OM, CP, EE, NDF, and ADF, respectively at night sampling. These parameters for C_{36} were 66.49, 70.81, 67.17, 29.55, 64.71 and 63.69% at morning sampling; 63.77, 68.45, 64.48, 24.34, 61.81 and 60.72% at night sampling, respectively. Energy contents of feedstuffs determined by same method for C_{32} were 3.90, 3.24, 2.66 and 1.68 Mcal/kg DM at morning sampling; and 3.90, 3.02, 2.47 and 1.56 Mcal/kg DM at night sampling. Effects of sampling time on parameters determined by alkane methods were not significant ($P>0.05$). In conclusion, pastures met 74-81% of CP and 57-61% of energy requirements of lambs grazing on Yuzuncu Yıl University pasture that is mid-quality and 4-7 month-old with a 275 g/d expected daily gain. It was calculated that when 628 g - 693 g/d of barley is given, both CP and ME requirements of animals can be met.

Key Words: Pasture, chromium oxide, alkane, feed intake, digestibility, energy content, nutrient deficiency, supplemented feeding

KAYNAKLAR

- Akkılıç M ve Sürmen S (1980). Yem Maddeleri ve Hayvan Besleme Laboratuvar Kitabı. AÜ. Basımevi, Ankara.
- Alçıçek A, Kılıç A, Ayhan V ve Özdoğan M (2010). Türkiye’de kaba yem üretimi ve sorunları. Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı 1-2, 11-15 Ocak, Ankara.
- Ali HAM, Mayes RW, Lamb CS, Hector BL, Verma AK ve Orskov AR (2004). The potential of long-chain fatty alcohols and long-chain fatty acids as diet composition markers: development of methods for quantitative analysis and faecal recoveries of these compounds in sheep fed mixed diets. *Journal of Agricultural Science*, 142, 71-78.
- Anonim (2006). Çayır-Mera Yem Bitkileri Danışma Kurulu Ön Çalışma Raporu, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, TÜGEM, Ankara.
- Anonim (2011). Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü. www.tarim.gov.tr. Erişim Tarihi: 25.08.2011.
- Babalık, AA (2013). Mera amenajmanı dersi. Ormanweb.sdu.edu.tr. Erişim tarihi: 02.04.2013
- Balabanlı C, Oğurlu İ, Ünal Y ve Süel H (2006). Ormaniçi meralarda yaşayan bazı yaban hayvanlarının beslenme şekilleri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20, 39, 71-76.
- Berry NR, Scheeder MRL, Sutter F, Kröber TF ve Kreuzer M (2000). 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.
- Bohnert DW, Harmon DL ve Larson BT (2000). Evaluation of four internal markers and an intra-ruminal chromium-releasing device for use in predicting diet digestibility and intake by beef steers. Kentucky Beef Cattle Research Report, 29-30.
- Bovolenta S, Piasentier E ve Malossini F (1994). N-alkanes as markers in feeding trials. In: Gordon IJ (ed.), Rubino R (ed.). Grazing behaviour of goats and sheep, CIHEAM, 29-38, Zaragoza.
- Braga GM, Franco LS, Leal CC, Ricalde RS ve Correa JS (2006). Comparison of two dietary markers in the determination of amino acid digestibility in some foodstuffs for growing broiler chickens. *Interciencia*, 31, 12, 876-880.
- Brosh A, Henkin Z, Rothman SJ, Aharoni Y, Orlov A ve Arieli A (2003). Effects of faecal n-alkane recovery in estimates of diet composition. *Journal of Agricultural Science*, 140, 93-100.

- Bruinenberg MH, Valk H ve Struik PC (2011). Voluntary intake and in vivo digestibility of forages from semi-natural grasslands in dairy cows. <http://library.wur.nl>. Erişim Tarihi: 02.03.2011.
- Bugalho MN, Dove H, Kelman W, Wood JT ve Mayes RW (2004). Plant wax alkanes and alcohols as herbivore diet composition markers. *J Range Manage*, 57, 3, 259-268.
- Bulang M, Elwert C, Spilke J ve Rodehutsord M (2008). Suitability of synthetic alkanes markers for the estimation of passage rate in sheep. *Livestock Science*, 115: 42-52.
- Buntinx SE, Pond KR, Fisher DS ve Burns JC (1992). Evaluation of the captex chrome controlled-release device for the estimation of fecal output by grazing sheep. *J Anim Sci*, 70: 2243-2249.
- Canbolat Ö ve Bayram G (2007). Bazı baklagil danelerinin in vitro gaz üretim parametreleri, sindirilebilir organik madde ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21, 1, 31-42.
- Charmley E ve Dove H (2007). Using plant wax markers to estimate diet composition and intakes of mixed forages in sheep by feeding a known amount of alkane-labelled supplement. *Australian Journal of Research*, 58, 1215-1225.
- Chen W, Scott JM, Blair GJ ve Lefroy RDB (1999). Using plant cuticular alkanes to study plant-animal interactions on pastures. *Can J Anim Sci*, 79, 553-556.
- Clanton DC (1962). Variation in chromic oxide methods of determining digestibility of hand-fed beef cattle rations. *J Anim Sci*, 21, 214-218.
- Close ve Menke KH (1986). Selected topics in animal nutrition. F.U.T. Müllerhader, Forststr, 18, 7024, Fielderstadt.
- Coleman SW (2005). Predicting Forage Intake by Grazing Ruminants. Florida ruminant nutrition symposium, 72-90.
- Cuartas P ve Garcia-Gonzalez R (1996). Review of available techniques for determining the diet of large herbivores from their faeces. *Oecologia Montana*, 5, 47-50.
- Czerkawski JW ve Breckendridge G (1977). Design and development of a long-term simulation technique (Rusitec). *Br J Nutr*, 38, 371-384.
- De Boever, JL, Cottyn BG, Buysse FX, Wainman FV ve Vanacker JM (1986). The use of an enzymatic technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of compound feedstuffs for ruminants. *Anim Feed Sci Technol*, 14, 203-214.
- De Boever JL, Cottyn BG, Vanacker JM ve Boucque Ch V (1994). 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*, 47, 1-18.

- De Boever, JL, Cottyn BG, DE Brabender DL, Vanacker JM ve Boucque Ch. V (1999). 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*, 69, 835-850.
- Decruyenaere V, Buldgen A ve Stilmant Didier (2009). Factors affecting intake by grazing ruminants and related quantification methods: a review. *Biotechnol Agron Soc Environ*, 13, 4, 559-573.
- Demirtaş A, Öztürk H, Pişkin İ, Demirkıran D, Salgırlı Y, Fidancı UR ve Emre B (2011). Biberiye ve adaçayı ekstraktlarının ruminal fermentasyon üzerine etkilerinin rumen simülasyon tekniği (RUSİTEC) ile araştırılması. *İstanbul Üniv Vet Fak Derg*, 37, 2, 127-134.
- Denek N ve Deniz S (2004a). Ruminant beslemede yaygın olarak kullanılan kimi kabayemlerin sindirilebilirlik ve metabolik enerji düzeylerinin in vitro metotlarla belirlenmesi. *Turk J Vet Anim Sci*, 28, 115-122.
- Denek N ve Deniz S (2004b). Ruminant beslenmesinde kullanılan bazı dane yemlerin enerji düzeylerinin in vivo ve in vitro metotlarla belirlenmesi. *Turk J Anim Sci*, 28, 185-193.
- De Vicenzi S, Pauselli M, Bolla A, Trabalza Marinucci, Olivieri O, Duranti E ve Donnini D (2003). Estimation of dry matter intake by grazing comisana ewes. *Veterinary Research Communications*, 27, 1, 257-259.
- Dickerson RL, Bill JR ve Scott G (1988). Cellulase vs. rumen fluid for in vitro digestibility of mixed diets. *J Range Manag*, 41, 337-339.
- Dillon P ve Stakelum G (1989). Herbage and dosed alkanes as a grass measurement technique for dairy cows (Abstract). *Irish J Agric Res*, 28, 104.
- Dillon P (1993). The use of n-alkanes as markers to determine herbage intake, botanical composition of available or consumed herbage and in studies of digesta kinetics with dairy cows. Doctoral thesis, National University of Ireland, Dublin, Ireland.
- Dilmen S (1952). Kars Bölgesi Otlarının Yem Değeri Üzerine Araştırmalar. Türkiye Genel Kimyagerler Kurumu Yayınları, 1, Ankara.
- Dove H, Milne JA ve Mayes RW (1990). Comparison of herbage intakes estimated from in vitro or alkane-based digestibilities. *Proc N Z Soc Anim Prod*, 50, 457-459.
- Dove H ve Mayes RW (1991). The use of plant wax alkanes as markers substances in studies of the nutrition of herbivores: a review. *Aust J Agric Res*, 42, 913-952.
- Dove H ve Mayes RW (1996). Plant wax components: a new approach to estimating intake and diet composition in herbivores. *J Nutr*, 126, 13-26.

Dove H ve Simpson RJ (1997). Using cuticular wax alkanes and computer simulation to estimate diet selection, herbage intake and nutrient cycling in grazing sheep. <http://www.internationalgrasslands.org/files/igc/publications/1997/1-05-027.pdf>. Erişim Tarihi: 09.02.2011.

Dove H ve Olivan M (1998). Using synthetic or bees wax alkanes for estimating supplement intake in sheep. *Animal Production in Australia*, 22, 189-192.

Dove H (1998). Pastures and grazing animals-the interaction continues. *Animal Production in Australia*, 22, 3-13.

Dove H, Freer M ve Foot Z (2000). The nutrition of grazing ewes during pregnancy and lactation: a comparison of alkane-based and chromium/in vitro-based estimates of herbage intake. *Aust J Agric Res*, 51, 765-777.

Dove H ve Mayes RW (2006). Protocol for the analysis of n-alkanes and other plant-wax compounds and for their use as markers for quantifying the nutrient supply of large mammalian herbivores. *Nature Protocols*, 1, 4, 1680-1697.

Duncan AJ, Mayes RW, Lamb CS, Young SA ve Castillo I (1999). The use of naturally occurring and artificially applied n-alkanes as markers for estimation of short-term diet composition and intake in sheep. *Journal of Agricultural Science*, 132, 233-246.

Elwert C, Kluth H ve Rodehutsord M (2004). Effect of variable intake of alfalfa and wheat on faecal alkane recoveries and estimates of roughage intake in sheep. *Journal of Agricultural Science*, 142, 213-223.

Elwert C ve Dove H (2005). Estimation of roughage intake in sheep using a known Daily intake of a labelled supplement. *Animal Science*, 81, 47-56.

Ensminger ME, Oldfield JE, Heinemann WW (1990). Feeds and Nutrition. The Ensminger Pub. Comp. 2nd edit. California, USA.

Ergün A, Tuncer řD, řolpan İ, Yalçın S, Yıldız G, Kűkűkersan MK, Kűkűkersan S, řehu A ve řaçaklı P (2011). Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları, Pozitif Matbaacılık, Ankara.

Ergün A, Tuncer řD, řolpan İ, Yalçın S, Yıldız G, Kűkűkersan MK, Kűkűkersan S, řehu A ve řaçaklı P (2013). Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi, Pozitif Matbaacılık, Ankara.

Erkun V (1977). Erzurum ve Kars İlleri Tabii şayırları Üzerine Araştırmalar. Türk Ziraat Yüksek Műhendisleri Birlięi, Yayın No: 22, Ankara.

Fahey GC ve Lung HG (1983). Lignin as a marker in digestion studies. A review. *Journal of Animal Science*, 57, 220-225.

Faichney GJ (1975). The use of markers to partition digestion with in the gastro-intestinal tract of ruminants. In *Digestion and Metabolism in the Ruminants*, (Eds. I. W. McDonald ve A. C. I. Warner). 277-291, University of New England, Armidale.

Fanchone A, Boval M, Lecomte Ph ve Archimede H (2007). Faecal indices based on near infrared spectroscopy to assess intake, in vivo digestibility and chemical composition of the herbage ingested by sheep (crude protein, fibres and lignin content). *J Near Infrared Spectrosc*, 15, 107-113.

Ferreira LMM, Olivan M, Rodrigues MAM, Osoro K, Dove H ve Da Silva AD (2004). Estimation of feed intake by cattle using controlled-release capsules containing n-alkanes or chromium sesquioxide. *Journal of Agricultural Science*, 142, 225-234.

Ferreira LMM, Olivan M, Garcia U ve Rodrigues MAM (2005). Validation of the alkane technique to estimate diet selection of goats grazing heather-gorse vegetation communities. *J Sci Food Agric*, 85, 1636-1646.

Ferreira LMM, Celaya R, Garcia U, Rodrigues MAM ve Osoro K (2009). Differences between domestic herbivores species in alkane faecal recoveries and the accuracy of subsequent estimates of diet composition. *Animal Feed Science and Technology*, 151, 128-142.

Ferreira LMM, Celaya R, Falco V, Olivan M, Santos AS, Guedes C, Rodrigues MAM ve Osoro K (2010). Evaluation of very long-chain fatty acids and n-alkane epicuticular compounds as markers for estimating diet composition of sheep fed heathland vegetation species. *Animal Feed Science and Technology*, 156, 75-88.

Ferreira LMM, Celaya R, Santos AS, Falco V, Guedes C, Rodrigues MAM ve Osoro K (2011). The utilization of long-chain fatty acids as markers for diet composition estimates in ruminants: effects of animal species, diet composition and marker combination. *Grass and Forage Science*, 66, 183-195.

Ferret A, Plaixats J, Caja G, Gasa J ve Prio P (1999). Using markers to estimate apparent dry matter digestibility, faecal output and dry matter intake in dairy ewes fed Italian ryegrass hay or alfalfa hay. *Small Ruminant Research*, 33, 145-152.

Garcia SC, Holmes CW, Hodgson J ve McDonald A (2000). The combination of the n-alkanes and ¹³C techniaues to estimate individual dry matter intakes of herbage and maize silage by grazing dairy cows. *Journal of Agricultural Science*, 135, 47-55, Cambridge.

Gedir JV ve Hudson RJ (2000). Estimating dry matter digestibility and intake in vapiti (*Cervus elaphus canadensis*) using the double n-alkane ratio technique. *Small Ruminant Research*, 36, 57-62.

Gosden AF ve Moseley G (1984). Naturally occuring forage hydroxcarbons as intake markers. In *Welsh Plant Breeding Station, Annual Report 1983*, 109-110.

Grace ND ve Body DR (1981). SHORT NOTE. The possible use of long chain (C₁₉-C₃₂) fatty acids in herbage as an indigestible faecal marker. *Journal of Agricultural Science*, 97, 743-745, Cambridge.

Graham JF, Clark AJ ve Hannah MC (1990). The use of slow release chromic oxide (Cr₂O₃) capsules to examine the relationship between feed intake and faecal Cr₂O₃. *Proceedings of Australian Society of Animal Production*, 18, 481.

Gudmundsson O ve Halldorsdottir K (1993). The use of n-alkanes as markers for determination of intake and digestibility of fish feed. EIFAC Workshop on Methodology for Determination of Nutrient Requirements in Fish, 1-6.

Gudmundsson O ve Thorhallsdottir AG (1998). Evaluation of n-alkanes for intake and digestibility determination in horses. IXth European Intake Workshop, 18-20 November, North Wyke, Devon, UK.

Güngör T, Başalan M ve Akdoğan İ (2008). Kırıkkale yöresinde üretilen bazı kaba yemlerde besin madde miktarları ve metabolize olabilir enerji düzeylerinin belirlenmesi. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 55, 111-115.

Hameleers A ve Mayes RW (1998). The use of n-alkanes to estimate herbage intake and diet composition by dairy cows offered a perennial ryegrass/white clover mixture. *Grass and Forage Science*, 53, 164-169.

Hatfield PG, Walker JW, Glimp HA ve Adams DC (1991). Effect of level of intake and supplemental barley on marker estimates of fecal output using an intraruminal continuous-release chromic oxide bolus. *J Anim Sci*, 69, 1788-1794.

Hatt JM, Mayes RW, Clauss M ve Lechner-Doll M (2001). Use of artificially applied n-alkanes as markers for the estimation of digestibility, food selection and intake in pigeons (*Columba livia*). *Animal Feed Science and Technology*, 94, 65-76.

Hendricksen RE, Reich MM, Robertson RF, Reid DJ, Gazzola C, Rideout A ve Hill RA (2002). Estimating the voluntary intake and digestibility of buffel-grass and lucerne hays offered to Brahman-cross cattle using n-alkanes. *Animal Science*, 74, 567-577.

Hendricksen RE, Gazzola C, Reich MM, Robertson RF, Reid DJ ve Hill RA (2003). Using molasses as an alternative to controlled release devices for administering n-alkane markers to cattle. *Animal Science*, 76, 471-480.

Holden LA, Muller LD ve Fales SL (1994). Estimation of intake in high producing holstein cows grazing grass pasture. *J Dairy Sci*, 77, 2332-2340.

Holland JL (1998). Pasture intake, digestibility and fecal kinetics in grazing horses. Doctor of Philosophy in Animal and Poultry Science (Equine Nutrition), Blacksburg, Virginia.

Ishler V, Heinrichs J ve Varga G (2000). From feed to milk: Understanding rumen function, Penn State Uni College of Agricultural Sci, Extension Circular, 422, USA.

Judkins MB, Krysl LJ ve Barton RK (1990). Estimating diet digestibility: a comparison of 11 techniques across six different diets fed to rams. *J Anim Sci*, 68, 1405-1415.

Kababya D, Perevolotsky A, Bruckental I ve Landau S (1998). Selection of diets by dual-purpose Mamber goats in Mediterranean woodland. *J Agric Sci*, 131, 221-228, Cambridge.

Kahiloğulları C (2011). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Zeve Kampüsünde yayılış gösteren *Lamiaceae* (Ballıbabagiller) familyasının gıda ve tıbbi amaçlı olarak kullanılabilecek bitkilerinin araştırılması. Bitirme tezi, YYÜ Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, 1-44.

Kamalak A, Canbolat O, Gurbuz Y ve Ozay O (2005). Comparison of in vitro gas production technique with in situ nylon bag technique to estimate dry matter degradation. *Czech J Anim Sci*, 50, 2, 60-67.

Kaptaner B (2009). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Kampüsünde yayılış gösteren *Fabaceae* (Baklagiller) familyasının yem bitkisi olarak kullanılacak bitkilerinin araştırılması. Üniversite öğrencileri yurt içi/yurt dışı araştırma projeleri destekleme programı, Kesin rapor, Van.

Kara MA ve Deniz S (2005). Van yöresinde üretilen kuru otların besin madde içeriği ile sindirilebilirlik ve enerji içeriklerinin in vitro ve in sacco yöntemlerle belirlenmesi. III. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 07-10 Eylül, Adana.

Karabulut A ve Canbolat Ö (2005). Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri. Uludağ Üniversitesi Yayınları, Bursa.

Karademir G ve Ünal Y (2008). Değişik oranlarda konsantre yem içeren rasyonlarla beslenen kuzularda alkan indikatör tekniği kullanılarak yem tüketimi ve sindirilebilirlik tahmini. Kafkas Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Kars.

Karslı MA, Deniz S, Nursoy H, Denek N ve Akdeniz H (2003). Vejetasyon döneminin mera kalitesi ve hayvan performansı üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Turk J Vet Anim Sci*, 27, 117-124.

Kaya İ, Öncüler A, Ünal Y ve Yıldız S (2001a). Kars yöresi çayır-mera otlarının botaniksel bileşimi ve farklı biçim besin madde düzeyleri. I. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 29 Ağustos-2 Eylül, Elazığ.

Kaya İ, Yıldız S, Öncüler A ve Kaya S (2001b). Farklı biçim çayır-mera otlarının rumende parçalanma özellikleri ve etkin yıkılabilirliğinin belirlenmesi. I. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 29 Ağustos-2 Eylül, Elazığ.

Kaya İ ve Karademir B (2002). Çayır-meranın kars yöresi çiftlik hayvanlarının beslenmesi ve hastalık oluşturma-bulaştırmadaki rolü. *Lalahan Hay Araşt Enst Derg*, 42, 1, 59-66.

Kaya İ, Öncüler A ve Yıldız S (2003). Kars ili çayır kuru otu numunelerinin besin madde içerikleri ve rumende yıkılma özellikleri. *Vet Bil Derg*, 19, 1-2, 33-38.

Keli A, Andueza D, de Vega A ve Guada JA (2008). Validation of the n-alkane and NIRS techniques to estimate intake, digestibility and diet composition in sheep fed mixed lucerne: ryegrass diets. *Livestock Science*, 119, 42-54.

Khan MA, Nisa M ve Sarwar M (2003). Techniques measuring digestibility for the nutritional evaluation of feeds. *International Journal of Agricultural and Biology*, 5, 1, 91-94.

Kılıç Ü ve Sarıççek BZ (2006). İn vitro gaz üretim tekniğinde sonuçları etkileyen faktörler. *Hayvansal Üretim*, 47, 2, 54-61.

Kotb AR ve Luckey TD (1972). Markers in animal nutrition. *Nutr Abs Rev*, 42, 813-845.

Kozloski GV, Flores de Moraes EM ve Martins AF (1998). Use of chromium oxide in digestibility studies: variations of the results as a function of the measurement method. *J Sci Food Agric*, 76, 373-376.

Laby RH, Graham CA, Edwards SR ve Kautzner B (1984). A controlled release intraruminal device for the administration of faecal dry-matter markers to the grazing ruminants. *Canadian Journal of Animal Science*, 64, 337-338.

Langlands JP (1974). Studies on the nutritive value of the diet selected by the grazing sheep. VII. A note on hand plucking as a technique for estimating dietary composition. *Anim. Prod*, 19, 249-252.

Langlands JP (1975). Techniques for estimating nutrient intake and its utilization by the grazing ruminant. In *Digestion and Metabolism in the Ruminant*, 3 (Eds. IW McDonald ve ACI Warner), 320-332, University of New England, Armidale.

Langlands JP (1987). Assessing the nutrient status of herbivores. In *The Nutrition of Herbivores*, (Eds. JB Hacker and JH Ternouth), 363-390, Academic Press, Sydney.

Le Du YLP ve Penning PD (1982). Animal based techniques for estimating herbage intake. In *Herbage Intake Handbook*, (Ed. JD Leaver). The British Grassland Society, 37-75, Hurley.

Lewis RM, Magadlela AM, Jessop NS ve Emmans GC (2003). The ability of the n-alkane technique to estimate intake and diet choice of sheep. *Animal Science*, 77: 319-327.

Lin LJ, Luo HL, Zhang YJ ve Shu B (2007). The effects, in sheep, of dietary plant species and animal live weight on the faecal recovery rates of alkanes and the accuracy of intake and diet composition estimates obtained using alkanes as faecal markers. *Journal of Agricultural Science*, 145, 87-94.

Lippke H (2002). Estimation of forage intake by ruminants on pasture. *Crop Sci*, 42, 869-872.

- Lobato JFP, Pearce GR ve Tribe DE (1980). Measurement of the variability in intake by sheep of oat grain, hay and molasses-urea blocks using chromic oxide as a marker. *Aust J Exp Agric Anim Husb*, 20, 413-416.
- Lopez S, Carro MD, Gonzalez JS ve Ovejero FJ (1998). Comparison of different in vitro and in situ methods to estimate the extent and rate of degradation of hays in the rumen. *Animal Feed Science and Technology*, 73, 99-113.
- Lopez-Guerrero I (2005). Estimating forage mass of tall fescue pastures and dry matter intake and digestibility of fescue forage by beef steers. Doctor of Philosophy. In Animal and Poultry Sciences (Ruminant Nutrition), Blacksburg, Virginia, USA.
- Luginbuhl JM, Pond KR, Burns JC ve Fisher DS (1994). Evaluation of the captec controlled-release chromic oxide capsule for fecal output determination in sheep. *J Anim Sci*, 72, 1375-1380.
- Madrid J, Hernandez F ve Megias MD (1999). Comparison of in vitro techniques for predicting digestibility of mixed cereal straw and citrus by-product diets in goats. *Sci Food Agric*, 79, 567-572.
- Malossini F, Bovolenta S, Piasentier E ve Valentinotti M (1994). Variability of n-alkane content in a natural pasture and in faeces of grazing dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 50, 113-122.
- Malossini F, Bovolenta S, Piasentier E, Piras C ve Martilotti F (1996). Comparison of n-alkanes and chromium oxide methods for estimating herbage intake by grazing dairy cows. *Animal Feed Science Technology*, 61, 155-165.
- Marais JP (2000). Use of markers. Farm Animal Metabolism and Nutrition (ed. IPF D'Mello), 255-277.
- Marten GC ve Barnes RF (1980). 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. WJ Pigden, CC Balchand M. Graham. Int. Dev. Res. Center, Ottawa, Canada.
- Mautz WW (1971). Comparison of the $^{51}\text{CrCl}_3$ ratio and total collection techniques in digestibility studies with a wild ruminant, the White-tailed deer. *Journal of Animal Science*, 32, 5, 999-1002.
- Mayes RW ve Lamb CS (1984). The possible use of n-alkanes in herbage as indigestible faecal markers. *Proc Nutr Soc*, 43, 39A.
- Mayes RW, Lamb CS ve Colgrove PM (1986a). The use of dosed and herbage n-alkanes as markers for the determination of herbage intake. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 107, 161-170.

Mayes RW, Lamb CS ve Colgrove PM (1986b). Determination of herbage intake of sucking lambs using long-chain n-alkanes as markers. *British Society of Animal Production*, 42,457.

Mayes RW, Wright IA, Lamb CS ve McBean A (1986c). The use of long-chain alkanes as markers for estimating intake and digestibility of herbage in cattle. *British Society of Animal Production*, 42,457.

Mayes RW ve Dove H (2000). Measurement of dietary nutrient intake in free-ranging mammalian herbivores. *Nutrition Research Reviews*, 13, 107-138.

Menke KH, Raab L, Salewski A, Steingass H, Fritz D ve Schneider W (1979). The estimation of digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *J Agric Sci*, 93, 1, 217-222.

Minson DJ (1990). Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press, San Diego, California.

Molina DO, Matamoros I ve Pell AN (2004). Accuracy of estimates of herbage intake of lactating cows using alkanes: comparison of two types of capsules. *Animal Feed Science and Technology*, 114, 241-260.

Momont PA, Pruitt RJ, Emerick RJ ve Pritchard RH (1994). Controlled release chromic oxide and alkaline peroxide lignin marker methods. *J Range Manage*, 47, 418-423.

Moshtaghi Nia SA ve Wittenberg KM (2002). Evaluation of n-alkanes as markers for estimation of dry matter intake and digestibility in steers consuming all-forage or forage-concentrate diets. *Can J Anim Sci*, 82, 419-425.

Nakano M, Yayota M ve Ohtani S (2008). Evaluation of the single pulse dose method for estimating herbage intake by cattle in a large scale free-ranging system. *Grassland Science*, 54, 62-68.

NRC (1985). Nutrient Requirements of Sheep. National Academy Press, Washington DC, USA.

NRC (1989). Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 6th Revised Edit, National Academy Press, Washington DC, USA.

Nursoy H ve Yılmaz İ (2002). Ruminantların merada beslenmesi. *Türk Veteriner Hekimliği Dergisi*, 14, 1, 58-63.

Olivan M ve Osoro K (1999). Effect of temperature on alkane extraction from faeces and herbage. *Journal of Agricultural Science*, 132, 305-312, Cambridge.

Olivan M, Dove H, Mayes RW ve Hoebee SE (1999). Recent developments in the use of alkanes and other plant wax components to estimate intake and diet composition in herbivores. *Revista Portuguesa de Zootechnia*, VI, 1, 1-26.

Olivan M, Ferreira LMM, Celeya R ve Osoro K (2007). Accuracy of the n-alkane technique for intake estimates in veef cattle using different sampling procedures and feding levels. *Livestock Science*, 106, 28-40.

Oliveira DE, De Mederios SR, Tedeschi LO, Aroeira JJM ve Da Silva SC (2007). Estimating forage intake of lactating dual-purpose cows using chromium oxide and n-alkanes as external markers. *Sci Agric*, 64, 2, 103-110.

Oliveira DE ve Da Silva SC (2007). Alkanes as markers in nutritional studies with wild ruminant and non-ruminant animals. *Sci Agric*, 64, 6, 657-662.

Oliveira DE, De Queiroz Manella M, Tedeschii LO, Da Silva SC ve Lanna DPD (2008). N-alkanes to estimate voluntary forage intake of cattle using controlled-release capsules. *Sci Agric*, 65, 3, 230-238.

Ordakowski AL, Kronfeld DS, Holland JL, Hargreaves BJ, Gay LS, Harris PA, Dove H ve Sklan D (2001). Alkanes as internal markers to estimate digestibility of hay or hay plus concentrate diets in horses. *J Anim Sci*, 79, 1516-1522.

Owens FN ve Hanson CF (1992). External ve internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. *Journal of Dairy Sci*, 75 2605-2617.

Örücü ve Kanıbir (2005).Yumurta pazarındaki sorunlara pazarlama anlayışı perspektifinden bir bakış ve çözüm önerisi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8, 13, 145-164.

Öztürk A, Öztürk F, Özgökçe F ve Keleş A (1998). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Zeve kampüsü (Van) florasıüzerine bir araştırma (1998). XIV. Ulusal Biyoloji Kongresi, I, 30-38, 7-10 Eylül, Samsun.

Pace V, Barge MT, Settineri D ve Malossini F (1984). Comparison of forage digestibility in vitro with enzymic solubility. *Anim Feed Sci Technol*, 11, 125-136.

Parker WJ, Morris ST, Garrick DJ, Vincent GL ve McCutcheon SN (1990a). Intraruminal chromium controlled release capsules for measuring herbage intake in ruminants. A review. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 50, 437-442.

Parker WJ, McCutcheon SN ve Garrick DJ (1990b). The suitability of chromium controlled release capsules for estimating herbage intakes of grazing ruminants. www.aaabg.org/livestocklibrary/1990. Erişim Tarihi: 26.06.2013.

- Ruiz R, Van Soest PJ, Van Amburgh ME, Fox DG ve Robertson (2001). Use of chromium mordanted neutral detergent residue as a predictor of fecal output to estimate intake in grazing high producing Holstein cows. *Animal Feed and Technology*, 89, 155-164.
- Russell JR, Brasche MR ve Cowen AM (1993). Effects of grazing allowance and system on the use of corn-crop residues by gestating beef cows. *J Anim Sci*, 71, 1256-1265.
- Sales J ve Britz PJ (2001). Evaluation of different markers to determine apparent nutrient digestibility coefficients of feed ingredients for South African abalone (*Haliotis midae* L.). *Aquaculture*, 202, 113-129.
- Sales J, de Schutter L ve Janssens GPJ (2004). The use of internal markers to determine metabolizable energy and digestibility of diets in the african grey parrot (*Psittacus erithacus*). *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, 73, 176-181.
- Sankhyan SK, Shinde AK, Bhatta R ve Karim SA (1999). Comparison of diet and faecal collection methods for assessment of seasonal variation in dry matter intake by sheep maintained on a *Cenchrus ciliaris* pasture. *Animal Feed and Technology*, 82, 261-269.
- Sarı M, Bolat D, Çerçi İH, Önel AG, Deniz S, Azman MA, Şahin K, Güler T, Seven Tatlı P, Karslı MA, Şahin N, Nursoy H, Çiftçi M ve Bingöl NT (2008). Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları, Medipres Matbaacılık, Malatya.
- SAS Institute (2011). SAS/STAT 9.3 User's Guide, SAS Publishing, Cary, NC, USA.
- Schneider BH ve Flatt WP (1975). The Evaluation of Feeds Through Digestibility Experiments. Athens University of Georgia Press, 423p.
- Scott TA ve Boldaji F (1997). Comparison of inert markers (chromic oxide or insoluble ash (Celite)) for determining apparent metabolizable energy of wheat or barley-based broiler diets with or without enzymes. *Poultry Science*, 76, 594-598.
- Smit HJ, Taweel HZ, Tas BM, Tamminga S ve Elgersma A (2005). Comparison of techniques for estimating herbage intake of grazing dairy cows. *J Dairy Sci*, 88, 1827-1836.
- Stakelum G ve Dillon P (1990). Dosed and herbage alkanes as feed intake predictors with dairy cows. The effect of feeding level and frequency of perennial ryegrass. Proceedings of the 7th European Grazing Workshop, Wageningen, The Netherlands.
- Stern HD, Bach A ve Calsamiglia S (1997). Alternative techniques for measuring nutritient digestion in ruminants. *J Anim Sci*, 75, 2256-2276.
- Storeheier PV, Mathiesen SD ve Sundset MA (2003). Estimating faecal output in reindeer during winter. *Livestock Production Science*, 84, 23-30.

Sürmen M, Yavuz T, Çankaya N ve Töngel MÖ (2008). Karadeniz bölgesinde hayvan besleme alışkanlıkları üzerine bir araştırma. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1,1, 49-53.

Türkiye İstatistik Kurumu (2012). Temel istatistik (geçici tarım alanları) verileri. www.tuik.gov.tr. Erişim tarihi: 20.09.2013.

Tilley JMA ve Terry RA (1963). A two-stage technique for in vitro digestion of forage. *J Br Grassl Soc*, 18, 104-111.

Unal Y (1998). Estimation of feed intake by housed dairy cows using alkanes and near infrared reflectance spectroscopy, Doctor of Philosophy, Division of Agriculture and Horticulture School of Biological Sciences, University of Nottingham, Sutton Bonington, Loughborough, Leicestershire, United Kingdom.

Unal Y ve Garnsworthy PC (1999). Estimation of intake and digestibility of forage-based diets in group-fed dairy cows using alkanes as markers. *Journal of Agricultural Science*, 133, 419-425, Cambridge.

Undi M, Wilson C, Omniski KH ve Wittenberg KM (2008). Comparison of techniques for estimation of forage dry matter intake by grazing beef cattle. *Can J Anim Sci*, 88, 693-701.

Ünal Y (2004). Alkan indikatör tekniği kullanılarak yem tüketimi ve sindirilebilirlik tahmini (derleme). *Lalahan Hay Araşt Enst Derg*, 44, 2, 53-59.

Van Soest PJ ve Robertson JB (1979). Systems of analyses for evaluation of fibrous feed. In: WJ Pigden, CC Balchand M Graham (Eds.) Proc. Int. Workshop on Standardization of Analytical Methodology for Feeds. 49-60, Int Dev Res Center, Ottawa, Canada.

Vogel GJ, Zorilla-Rios J, Horn GW, McNew RW and Poling KB (1985). Comparison of external markers for estimating fecal output of cattle grazing wheat pasture. Animal Science Research Report, 155-160, Oklahoma Agricultural Experiment Station.

Vulich SA, O’Riordan EG ve Hanrahan JP (1991). Use of n-alkanes for the estimation of herbage intake in sheep:accuracy and precision of the estimates. *Journal of Agricultural Science*, 116, 319-323, Cambridge.

Williams CH, David DH ve Iismaa OI (1962). The determination of chromic oxide in feces samples by atomic absorption spectrophotometry. *J Agric Sci*, 19, 381-385.

Williamson PJ, Hennessy DW, Gogel BJ ve Barlow R (2000). The estimation of faeces output in penned cattle by controlled release of chromium oxide and the subsequent accuracy of predicting forage intake with in vitro digestibility. *Journal of Agricultural Science*, 135, 297-304, Cambridge.

Yalçın S, Şehu A ve Karakaş F (1998). Ayçiçeği küspesinin formaldehit ve kan ile muamelesinin rumende parçalanma özellikleri ve etkin yıkılabilirliği üzerine etkisi. *Tr J of Veterinary and Animal Sci*, 22, 503-509.

Yılmaz İ, Terzioğlu Ö, Akdeniz H, Keskin B ve Özgökçe F (1999). Ağır ve nispeten hafif otlatılan bir meranın bitki örtüleri ile kuru ot verimlerinin incelenmesi üzerine bir araştırma. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, 23-28, 15-18 Kasım, Adana.

ÖZGEÇMİŞ

Van'da 1979 yılında doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Van'da tamamladı. 1997 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi'nde öğrenime başladı ve 2002 yılında mezun oldu. 2002 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisansa başladı. 2004 yılında Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı'na Araştırma Görevlisi olarak atandı. 2006 yılında Yüksek Lisans eğitimini tamamladı ve aynı yıl Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sağlık Bilimler Enstitüsü Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı'nda Doktora öğrenimine başladı. Halen aynı kurumda Araştırma Görevlisi olarak görevine devam etmektedir. Evlidir.