

T.C
KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DEĞİŞİK ORANLARDA KONSANTRE YEM İÇEREN
RASYONLARLA BESLENEN KUZULARDA ALKAN
İNDİKATÖR TEKNİĞİ KULLANILARAK YEM
TÜKETİMİ VE SİNDİRİLEBİLİRLİK TAHMİNİ**

Uzm. Vet. Hek. Güler KARADEMİR
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı

DOKTORA TEZİ

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Yücel ÜNAL

2008- KARS

T.C
KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DEĞİŞİK ORANLARDA KONSANTRE YEM İÇEREN
RASYONLARLA BESLENEN KUZULARDA ALKAN
İNDİKATÖR TEKNİĞİ KULLANILARAK YEM
TÜKETİMİ VE SİNDİRİLEBİLİRLİK TAHMİNİ**

Uzm. Vet. Hek. Güler KARADEMİR
Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı

DOKTORA TEZİ

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Yücel ÜNAL

Çalışmayı destekleyen kurumlar
TUBİTAK Prj. No: TOVAG-1070625
KA.Ü. Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Komisyonu Prj. No: 2007 VF017

2008- KARS

T. C.
KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Doktora programı çerçevesinde hazırlanmış olan bu çalışma, yapılan tez savunma sınavı sonunda jüri üyeleri tarafından Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliği uyarınca değerlendirilerek OY BİRLİĞİ ile kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 02.07.2008

Tez Savunma Jürisi

İmza

Başkan: Prof. Dr. Ahmet ÖNCÜER

Üye: Prof. Dr. Sakine YALÇIN

Üye: Prof. Dr. Suphi DENİZ

Üye: Doç. Dr. Sedat YILDIZ

Üye: Yrd. Doç Dr. Yücel ÜNAL



Bu tezin kabulü, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nungün ve Sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. Hakan KOCAMIŞ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Çalışma süresince yardımlarını, desteğini esirgemeyen sürekli yol gösterici olan ve daima değerli eleştirileriyle katkı sağlayan değerli hocam, danışmanım Yrd. Doç. Dr. Yücel ÜNAL'a teşekkürlerimi sunuyorum. Anabilim Dalı başkanımız Sayın Prof. Dr. Ahmet ÖNCÜER'e, yardım ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. İsmail KAYA'ya, çalışma olanakları sağlayan Araştırma ve Uygulama Çiftliği müdürü Prof. Dr. Ali Rıza AKSOY'a ve doktora dönem arkadaşım Arş. Gör. Dilek Aksu ELMALI'ya teşekkürlerimi sunuyorum.

Ayrıca çalışmamızı maddi olarak destekleyen TUBİTAK kurumuna ve KA. Ü. Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Komisyonu'na teşekkürlerimi sunuyorum.

Son olarak maddi ve manevi beni destekleyen eşime ve en büyük desteğim biricik oğluma sonsuz teşekkürler.

SİMGELER VE KISALTMALAR

µg	Mikrogram
µm	Mikrometre
A.O.A.C.	Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical
ADF	Asit Detergent Fiber
AIK	Alkan İndikatör Kapsül
cm	Santimetre
dk	Dakika
GA	İndikatör Geri Alınabilirliği
GK	Gaz Kromatografi
gr	Gram
HK	Ham Kül
HP	Ham Protein
HS	Ham Selüloz
HY	Ham Yağ
Kcal	Kilokalori
kg	Kilogram
KM	Kuru Madde
KMS	Kuru Madde Sindirilebilirliği
KMSt	Kuru Madde Sindirilebilirliği Tahmini
KMT	Kuru Madde Tüketimi
KMTt	Kuru Madde Tüketimi Tahmini
ME	Metabolik Enerji
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
NDF	Neutral Detergent Fiber
NIRS	Near Infrared Reflectance Spectroscopy
Sx	Standart Hata

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1.	İç ve Dış İndikatörler.....	11
Tablo 1.2.	İç indikatörlerin hazırlanması, analizi ve alınan sonuçların doğruluk oranı.....	14
Tablo 1.3.	Dış indikatörlerin hazırlanması, analizi ve alınan sonuçların doğruluk oranı.....	14
Tablo 1.4.	Alkanların adlandırılmaları ve kapalı formülleri.....	17
Tablo 2.1.	Denemede kullanılan kaba ve konsantre yemlerin besin madde içerikleri (%)......	33
Tablo 3.1.	Denemede kullanılan kaba ve konsantre yemlerin alkan (mg/kg KM) içerikleri (Ort. \pm Sx).....	37
Tablo 3.2.	A grubunda alkan C ₃₂ , C ₃₃ , C ₃₆ 'nın geri alınabilirlikleri.....	38
Tablo 3.3.	B grubunda alkan C ₃₂ , C ₃₃ , C ₃₆ 'nın geri alınabilirlikleri.....	38
Tablo 3.4.	C grubunda alkan C ₃₂ , C ₃₃ , C ₃₆ 'nın geri alınabilirlikleri.....	38
Tablo 3.5.	Gruplara göre alkanların geri alınabilirlik ortalamaları (Ort. \pm Sx).	38
Tablo 3.6.	Deneme gruplarına ait KMT (kg/gün), Toplam dışkı (kg/gün KM) ve KMS (%) sonuçları.....	39
Tablo 3.7.	A grubundaki hayvanların karma numuneleri kullanılarak hesap edilen KMTt'i sonuçları (kg/gün)	40
Tablo 3.8.	A grubundaki hayvanların sabah numuneleri kullanılarak hesap edilen KMTt'i sonuçları (kg/gün)	41
Tablo 3.9.	A grubundaki hayvanların akşam numuneleri kullanılarak hesap edilen KMTt'i sonuçları (kg/gün)	41
Tablo 3.10.	B grubundaki hayvanların karma numuneleri kullanılarak hesap edilen KMTt'i sonuçları (kg/gün).....	42
Tablo 3.11.	B grubundaki hayvanların sabah numuneleri kullanılarak hesap edilen KMTt'i sonuçları (kg/gün)	42
Tablo 3.12.	B grubundaki hayvanların akşam numuneleri kullanılarak hesap edilen KMTt'i sonuçları (kg/gün)	43
Tablo 3.13.	C grubundaki hayvanların karma numuneleri kullanılarak hesap edilen KMTt'i sonuçları (kg/gün).....	43
Tablo 3.14.	C grubundaki hayvanların sabah numuneleri kullanılarak hesap	

	edilen KMTt'i sonuçları (kg/gün)	44
Tablo 3.15.	C grubundaki hayvanların akşam numuneleri kullanılarak hesap edilen KMTt'i sonuçları (kg/gün)	44
Tablo 3.16.	A grubunda $C_{33}:C_{32}$ ve $C_{33}:C_{36}$ alkan çiftleriyle yapılan KMTt'nin C_{32} ve C_{36} alkanlarına göre ortalamaları.....	45
Tablo 3.17.	B grubunda $C_{33}:C_{32}$ ve $C_{33}:C_{36}$ alkan çiftleriyle yapılan KMTt'nin C_{32} ve C_{36} alkanlarına göre ortalamaları.....	46
Tablo 3.18.	C grubunda $C_{33}:C_{32}$ ve $C_{33}:C_{36}$ alkan çiftleriyle yapılan KMTt'nin C_{32} ve C_{36} alkanlarına göre ortalamaları.....	46
Tablo 3.19.	A grubunda $C_{33}:C_{32}$ ve $C_{33}:C_{36}$ alkan çiftleriyle yapılan KMTt'nin numune alım zamanına göre ortalamaları.....	47
Tablo 3.20.	B grubunda $C_{33}:C_{32}$ ve $C_{33}:C_{36}$ alkan çiftleriyle yapılan KMTt'nin numune alım zamanına göre ortalamaları.....	47
Tablo 3.21.	C grubunda $C_{33}:C_{32}$ ve $C_{33}:C_{36}$ alkan çiftleriyle yapılan KMTt'nin numune alım zamanına göre ortalamaları.....	48
Tablo 3.22.	A grubunda yapılan KMTt'nin alkan çifti ve numune alım zamanı gözetilmeksizin ortalamaları.....	48
Tablo 3.23.	B grubunda yapılan KMTt'nin alkan çifti ve numune alım zamanı gözetilmeksizin ortalamaları.....	49
Tablo 3.24.	C grubunda yapılan KMTt'nin alkan çifti ve numune alım zamanı gözetilmeksizin ortalamaları.....	49
Tablo 3.25.	A grubunda karma numuneler kullanılarak yapılan KMSt sonuçları.....	50
Tablo 3.26.	A grubunda sabah numuneleri kullanılarak yapılan KMSt sonuçları.....	50
Tablo 3.27.	A grubunda akşam numuneleri kullanılarak yapılan KMSt sonuçları.....	50
Tablo 3.28.	B grubunda karma numuneler kullanılarak yapılan KMSt sonuçları.....	51
Tablo 3.29.	B grubunda sabah numuneleri kullanılarak yapılan KMSt sonuçları.....	51

Tablo 3.30. B grubunda akşam numuneleri kullanılarak yapılan KMSt sonuçları.....	51
Tablo 3.31. C grubunda karma numuneler kullanılarak yapılan KMSt sonuçları.....	52
Tablo 3.32. C grubunda sabah numuneleri kullanılarak yapılan KMSt sonuçları.....	52
Tablo 3.33. C grubunda akşam numuneleri kullanılarak yapılan KMSt sonuçları.....	52

GRAFİK LİSTESİ

Grafik 3.1.	A grubunun Gerçek KMT ve $KMT_{t_{32}}$, $KMT_{t_{36}}$ ortalamalarının karşılaştırılması.....	53
Grafik 3.2.	B grubunun Gerçek KMT ve $KMT_{t_{32}}$, $KMT_{t_{36}}$ ortalamalarının karşılaştırılması.....	54
Grafik 3.3.	C grubunun Gerçek KMT ve $KMT_{t_{32}}$, $KMT_{t_{36}}$ ortalamalarının karşılaştırılması.....	55
Grafik 3.4.	A grubunun gerçek KMT ile karma, sabah, akşam numuneleriyle yapılan $KMT_{t_{32}}$ 'nin karşılaştırılması	56
Grafik 3.5.	B grubunun gerçek KMT ile karma, sabah, akşam numuneleriyle yapılan $KMT_{t_{32}}$ 'nin karşılaştırılması.....	57
Grafik 3.6.	C grubunun gerçek KMT ile karma, sabah, akşam numuneleriyle yapılan $KMT_{t_{32}}$ 'nin karşılaştırılması.....	58
Grafik 3.7.	A grubunun KMT ile karma numunelerle yapılan $KMT_{t_{32}}$ ve $KMT_{t_{36}}$ ortalamalarının karşılaştırılması.....	59
Grafik 3.8.	A grubunun KMT ile sabah numuneleriyle yapılan $KMT_{t_{32}}$ ve $KMT_{t_{36}}$ ortalamalarının karşılaştırılması.....	59
Grafik 3.9.	A grubunun KMT ile akşam numuneleriyle yapılan $KMT_{t_{32}}$ ve $KMT_{t_{36}}$ ortalamalarının karşılaştırılması.....	60
Grafik 3.10.	B grubunun KMT ile karma numuneleriyle yapılan $KMT_{t_{32}}$ ve $KMT_{t_{36}}$ ortalamalarının karşılaştırılması.....	60
Grafik 3.11.	B grubunun KMT ile sabah numuneleriyle yapılan $KMT_{t_{32}}$ ve $KMT_{t_{36}}$ ortalamalarının karşılaştırılması.....	61
Grafik 3.12.	B grubunun KMT ile akşam numuneleriyle yapılan $KMT_{t_{32}}$ ve $KMT_{t_{36}}$ ortalamalarının karşılaştırılması.....	61
Grafik 3.13.	C grubunun KMT ile karma numuneleriyle yapılan $KMT_{t_{32}}$ ve	

	KMT	t_{36}	ortalamalarının	62
	karşılaştırılması.....			
Grafik 3.14.	C grubunun KMT ile sabah numuneleriyle yapılan KMT t_{32} ve			
	KMT	t_{36}	ortalamalarının	62
	karşılaştırılması.....			
Grafik 3.15.	C grubunun KMT ile akşam numuneleriyle yapılan KMT t_{32} ve			
	KMT	t_{36}	ortalamalarının	63
	karşılaştırılması.....			

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	n-Alkanların açık formülü.....	16
Şekil 2.1.	Alkan İndikatör Kapsül.....	30
Şekil 2.2.	Kapsül Yutturma Sondası.....	30
Şekil 2.3.	Deneme hayvanlarının yerleştirildiği bireysel kafesler.....	31

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	III
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	IV
TABLO LİSTESİ.....	V
GRAFİK LİSTESİ.....	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	VIII
İÇİNDEKİLER.....	IX
1. GİRİŞ VE GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Yem Tüketimi ve Sindirilebilirlik.....	2
1.2. Yem Tüketimi ve Sindirilebilirlik Belirleme Yöntemleri.....	4
1.2.1. İn Vitro Sindirim Denemeleri.....	4
1.2.1.1. İki Aşamalı Sindirim Tekniği.....	5
1.2.1.2. Enzim Tekniği.....	5
1.2.1.3. Suni Rumen.....	6
1.2.1.4. Gaz Üretim Tekniği.....	6
1.2.1.5. Yakın Kızılötesi Işın Yansıma Spektroskopisi (NIRS) Yöntemi.....	6
1.2.2. İn Situ Sindirim Denemeleri.....	7
1.2.2.1. Naylon Kese Yöntemi.....	7
1.2.3. İn Vivo Sindirim Denemeleri.....	8
1.2.3.1. Dışkı Toplama Yöntemi.....	8
1.2.3.2. İndikatör Yöntemi.....	10
1.2.3.2.1. Dış İndikatörler.....	11
1.2.3.2.2. İç İndikatörler.....	13
1.3. Alkan İndikatör Metodu	16
1.3.1. Alkanların Özellikleri.....	16
1.3.2. Alkanların Adlandırılması.....	16
1.3.3. Yem Tüketimi ve Sindirilebilirlik Çalışmalarında Alkanlar.....	17

2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	28
2.1. Materyal.....	28
2.1.1. Hayvan Materyali.....	28
2.1.2. Yem Materyali.....	28
2.1.3. Kafesler.....	29
2.1.4. İndikatör Kapsüller.....	29
2.2. Yöntem.....	32
2.2.1. Besleme Şekli.....	32
2.2.2. Dışkı Numunelerinin Toplanması.....	32
2.2.3. Besin Madde Analizleri.....	33
2.2.4. Numunelerin Analiz İçin Hazırlanması.....	34
2.2.5. Numunelerin Analizi.....	35
2.2.6. İstatistiksel Analizler.....	35
2.2.7. Hesaplamalar.....	35
3. BULGULAR.....	37
3.1. Denemede Kullanılan Kaba ve Konsantre Yemin Alkan İçerikleri.....	37
3.2. Alkanların Geri Alınabilirlik Sonuçları.....	37
3.3. Kuru Madde Tüketimi ve Kuru Madde Sindirilebilirliği.....	39
3.4. Kuru Madde Tüketimi Tahmini Sonuçları.....	40
3.5. Kuru Madde Tüketimi Tahminlerinin Hesaplamada Kullanılan Alkan Çiftlerine ve Numune Alım Zamanlarına Göre Sonuçları...	45
3.6. Kuru Madde Sindirilebilirliği Tahmini Sonuçları.....	49
4. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	64
4.1. Çalışma Düzeni ve Numune Toplama Aşamasının Etkisi.....	64
4.2. Kaba ve Konsantre Yemdeki Alkan Konsantrasyonları.....	65
4.3. Alkanların Geri Alınabilirliği.....	67

4.4. Kuru Madde Tüketimi Tahmini.....	68
4.5. Kuru Madde Sindirilebilirliği Tahmini.....	72
4.6. Sonuç.....	73
5. ÖZET.....	75
6. SUMMARY.....	76
7. KAYNAKLAR.....	77
8. ÖZGEÇMİŞ.....	85

1. GİRİŞ VE GENEL BİLGİLER

Dünyada hayvansal üretim faaliyetleri arasında koyun yetiştiriciliği önemli bir yer tutar. Çeşitli ülkelerde, başka amaçlar için kullanılmayan mera ve otlaklar koyun yetiştiriciliği yolu ile uygun bir şekilde değerlendirilebilmektedir. Koyunlar, böyle alanlardaki doğal vejetasyonu, insanların beslenmesi için gerekli et ve süt gibi besin ürünlerine dönüştürür, fakir meraları diğer çiftlik hayvanı türlerine göre daha iyi değerlendirir.

Ülkemiz hayvan varlığı açısından dünya sıralamasında önemli bir yere sahiptir. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2006 yılı itibariyle Türkiye sığır varlığı 10 871 364 baş, koyun varlığı 26 616 912 baştır (32). Türkiye çayır ve mera alanları bakımından da oldukça zengindir. Topraklarımızın % 27,9'unu oluşturan çayır ve meralar toplam olarak 21 745 690 hektarlık bir alanı kaplar (35, 68). Çayır ve meraların bu şekilde geniş yer alması özellikle meraya dayalı hayvancılığı teşvik eden bir unsurdur. Bununla birlikte bilinçli bir mera kullanımı söz konusu değildir (58). Ülkemizde merada otlayan hayvanların meralardan ne ölçüde yararlandığı, besin madde ihtiyaçlarının meralardan karşılanıp karşılanmadığı konusunda yeterli araştırmalar mevcut değildir. Hayvanların besin madde ihtiyaçlarının ve meralardan bu ihtiyaçlarını ne ölçüde karşıladığının belirlenmesi, buna göre konsantre yem takviyesinin yapılması gerekebilmektedir.

Hayvan beslemede amaç hayvanın genetik kapasitesinin üst sınırlarında en kaliteli, en yüksek verimi en ekonomik şekilde elde etmektir. Tüm canlılarda olduğu gibi hayvanlarında yaşamlarını sürdürebilmek için dengeli ve yeterli düzeyde besin maddesi ve enerjiye ihtiyaçları vardır. Yem tüketimi çok düşük olursa yemle alınan metabolize olabilir enerjinin büyük kısmı hayvanın kendi ihtiyaçları için yaşam payı enerjisi olarak kullanılır. Verim payı için kullanılacak enerji miktarı ve dolayısıyla verim oranı düşer. Yem tüketiminin çok yüksek düzeyde olması durumunda

hayvanlarda aşırı yağlanma oluşur ve yağlı etler tüketiciler tarafından tercih edilmemektedir. Bu nedenle yeterli enerjinin sağlanmasının yanı sıra hayvanlardan en yüksek düzeyde verimi alabilmek için uygun miktarda ve hayvanın ihtiyaçlarını karşılayabilecek besin maddelerini yeterli oranda içeren dengeli rasyonların hazırlanması gerekir.

Maksimum verim elde etmenin temel şartı dengeli ve yeterli bir rasyondur. Burada önemli olan nokta hayvanın ne kadar yem tükettiği ve tükettiği bu yemi ne ölçüde verime çevirdiğidir. Dengeli ve yeterli bir rasyon hazırlayabilmek için öncelikle hayvanın ne kadar yem tükettiğini ve tüketilen yemin hayvan tarafından ne ölçüde sindirilebildiğinin belirlenmesi gerekmektedir. Hayvan beslemede genel olarak pratik olması nedeniyle tüketilen kuru madde (KM) miktarı baz alınır. KM tüketimi, hayvanların fiziksel ve fizyolojik özelliklerinden, yemlerin kimyasal bileşimi ve fiziksel yapısından, çevre şartlarından direkt olarak etkilenmektedir. Diğer taraftan hayvanların KM tüketimi ile sağlayacakları verim artışı bireylerin genetik özelliği, yaşı, yemin kimyasal özellikleri ve sindirilebilirliği ile yakından ilgilidir.

Hayvan beslemede yem giderlerinin toplam harcamada % 70 gibi oldukça yüksek bir paya sahip olduğu düşünülecek olursa; hayvanların beslenme davranışları ve yem tüketimleri hakkında bilgi sahibi olmak, yetiştiricilerin hem hayvanlardan maksimum verim elde etmesi, hem de gereksiz aşırı yem harcamalarına engel olması bakımından gereklidir. Dolayısıyla değişik yem maddeleri için ve değişik şartlarda yem tüketiminin belirlenmesine yönelik araştırmalar önemini sürdürmektedir.

1.1. Yem Tüketimi ve Sindirilebilirlik

Hayvanlar yaşamlarını sürdürebilmek ve verim yönüne bağlı olarak üretim yapabilmek için besin maddelerine ihtiyaç duyarlar. 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, yumurta, 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.

Yem tüketimi, nicelik olarak ele alınırsa, yem tüketimi kapasitesi ve yem tüketim miktarı olmak üzere iki farklı yaklaşım doğrultusunda incelenebilir. Bunlardan birincisi, belirli özelliklere sahip olan bir yemin, belirli hayvan veya hayvanlar tarafından tüketilebilecek miktarının tespitine dayanır. Başka bir deyişle, belirli özelliklere sahip hayvanların, belirli niteliklerdeki yemlerden ne kadar tüketebileceğinin önceden yapılan bir tahminidir. İkincisi ise, hayvanın gerçekte tükettiği net yem miktarı olup, hayvana verilen miktardaki yemin, hayvan tarafından tüketilen miktarıdır. Yem tüketim kapasitesi, özellikle rasyon oluşturmasının ilk adımlarından biridir. Belirlenmesinde; yemin kuru madde kapsamı, hayvanın ağırlığı, fizyolojik durumu ve verim özelliklerine bağlı olarak geliştirilmiş katsayılardan ve fonksiyonlardan yararlanır. Yem tüketim miktarı ise, bireysel ve kontrollü yemleme koşullarında, günlük olarak yapılan yem tartımları ile tespit edilebilir ve hayvan besleme fizyolojisi veya metabolizma çalışmalarında, bilinmesi gerekli en temel parametrelerden biridir. (3)

Sindirilebilirlik ise alınan yemin dışkıyla birlikte atılmayan ve hayvan tarafından sindirildiği varsayılan bölümü olarak tanımlanmaktadır. Genellikle KM terimi ile ve % olarak belirtilir. Sindirilebilirlik aşağıda gösterilen formüle göre hesaplanır:

$$\text{Sindirilebilirlik} = \frac{\text{Tüketilen Yem Miktarı} - \text{Dışkı Miktarı}}{\text{Tüketilen Yem Miktarı}} \times 100$$

Aynı yolla yemin tüm bileşenlerinin sindirilebilirliği ölçülebilir. Ancak bu formülle elde edilen sindirilebilirlik değeri özellikle protein sindirimi için Zahiri Sindirilebilirlik olarak adlandırılır. Çünkü bu değer intestinal mikroorganizmalar, epitelyum hücre döküntüleri ve sindirim sıvıları gibi endojen kayıpları dikkate almamaktadır. Daha doğru bir sindirilebilirlik değeri yani Gerçek Sindirilebilirlik bu endojen kayıplar dikkate alınarak hesaplanır. Bu özellikle ruminantlarda ve azot sindirilebilirliği için önemlidir. Gerçek Sindirilebilirlik ise aşağıdaki formüle göre hesaplanabilir (51):

$$\text{Gerçek Sindirilebilirlik} = \frac{\text{Tüketilen Yem Miktarı} - (\text{Dışkı Miktarı} - \text{Endojen Kayıp})}{\text{Tüketilen Yem Miktarı}}$$

1.2. Yem Tüketimi ve Sindirilebilirlik Belirleme Yöntemleri

Ruminant beslemede kullanılan yemlerin yem değerlerinin ve hayvanlar tarafından ne ölçüde tüketildiğinin belirlenmesinde *in vivo*, *in vitro* ve *in situ* veya *in sacco* gibi farklı yöntemler kullanılmaktadır (34, 37, 43, 44). Son yıllarda Yakın Kızılötesi Işın Yansımaya Spektroskopisi (Near Infrared Reflectance Spectroscopy, NIRS) yöntemi de bir *in vitro* yöntem olarak kullanılmaktadır (7, 15, 30, 71)

Genelde en güvenilir sonuçlar *in vivo* çalışmalardan elde edilenler olmakla beraber zor, zahmetli ve pahalı olması, çalışmaların uzun zaman alması, deneme şartlarının her zaman kontrol altında tutulmasının güç olması, çok fazla miktarda yem örneğine ve toplam dışkı toplamaya ihtiyaç duyulması gibi dezavantajları vardır (10, 37).

1.2.1. İn Vitro Sindirim Denemeleri

İn vivo sindirim denemelerinin pahalı olması, uzun zaman alması ve fazla iş gücü gerektirmesi gibi dezavantajları nedeniyle daha kolay olan, daha kısa süren ve daha az masraflı olan birçok biyolojik ve kimyasal *in vitro* yöntem geliştirilmiştir.

1.2.1.1. İki Aşamalı Sindirim Tekniği

Tilley ve Terry (67) tarafından geliştirilen bu yöntemde yem maddesi birinci aşamada, anaerob ortamda rumen sıvısı ile ikinci aşamada ise, seyreltik HCl pepsin çözeltisi ile inkübe edilmektedir. Bu yöntemin her iki aşamasında da inkübasyon süresi 48 saat; inkübasyon ısısı ise 38-39 °C dir. Metodun birinci aşaması yem maddesinin yapısında bulunan selülozun; ikinci aşama ise, çözünmemiş proteinlerin parçalanmasını sağlamaktadır (9).

1.2.1.2. Enzim Tekniği

İki aşamalı sindirim yönteminde, rumen sıvısının temini için canlı hayvan barındırma zorunluluğunun bulunması, araştırmacıları fungal selüloz preparatları kullanılarak uygulanan enzim tekniklerinin geliştirilmesi yoluna yöneltmiştir. Bu yöntemde pepsin, selüloz ve hemiselüloz gibi sindirim enzimleri kullanılmaktadır (8, 10, 43). Ruminant beslemede kullanılan kaba yemlerle yapılan çalışmada enzim tekniği ve iki aşamalı sindirim tekniği karşılaştırılmış, iki aşamalı sindirim tekniğinin klasik sindirim denemesi sonuçlarına daha yakın bulunduğu bildirilmiştir. Ayrıca enzim preparatlarının pahalı olmasının enzim tekniği için bir dezavantaj olduğu vurgulanmıştır (9). Ruminant beslemede kullanılan tane yemlerin sindirilebilirliğinin araştırıldığı benzer bir çalışmada ise, klasik sindirim denemesi ile enzim tekniği karşılaştırılmış ve her iki teknikte elde edilen sonuçların birbirine benzer olduğu bildirilmiştir (10). Naylon kese yöntemi ve enzim tekniği kullanılarak bazı kaba ve konsantre yemlerde organik madde sindirilebilirliğinin araştırıldığı bir çalışmada laboratuvar şartlarında uygulanabilen iş gücü ve maliyeti düşük olan enzim tekniğinin ruminal ortamla karşılaştırıldığında uygulandığı ortamda tam bir enzim aktivitesinin gerçekleşemeyeceği bildirilmiştir (8).

1.2.1.3. Suni Rumen

Laboratuarda suni rumen ortamı oluşturularak sindirilme derecesinin tespitine yönelik bir yöntemdir (15). İn vitro sindirim çalışmalarında kullanılmak üzere değişik tiplerde suni rumen geliştirilmiştir. Hayvana verilecek yemin rumen fermentasyon özellikleri hakkında diğer in vitro tekniklere göre daha fazla bilgi vermesi bakımından suni rumen tekniğinin daha avantajlı olduğu bildirilmektedir Aynı zamanda suni rumen tekniğinin lifli yapıların değerlendirilmesine ve yeni bir diyetin hayvan deneylerinde kullanılmadan önce test edilmesine imkan sağlayan önemli bir teknik olduğu bildirilmektedir (33).

1.2.1.4. Gaz Üretim Tekniği

Gaz üretim tekniğinde yemlerin rumen sıvısı ile inkübe edilmesi sonucu oluşan CO₂ ve CH₄ gazlarının miktarlarından yararlanılarak sindirilebilirlik hesaplaması yapılmaktadır (37).

Yem örneği 30 ml lik Rumen sıvısı ile ayarlı bir enjektöre koyularak 24 saat süreyle 39 °C de inkübasyona bırakılır. İnkübasyon süresince fermentasyon sonucu oluşan gaz miktarı enjektörden okunarak sindirilebilir organik madde hesaplanır (15, 43).

1.2.1.5. Yakın Kızılötesi Işın Yansımaya Spektroskopisi (NIRS) Yöntemi

NIRS yöntemi, yemdeki her kimyasal elementin kendine özgü bir yakın kızılötesi radyasyon spektrumuna sahip olduğu ilkesine dayanmaktadır. Numune içindeki -CH, -OH, -NH ve -SH gibi kimyasal bağlar enerjiiyi spesifik dalga boylarında emer ve yem numunesinden çıkan radyasyon yoğunluğunu değişikliğe uğratar. Ayna yansımaları gibi yansıtılan enerji yem numunesinin kimyasal yapısı hakkında bilgi verir. Bu metot 1 100-2 500 nanometrelik dalga boylarında kızılötesi

ışığın emilimine dayanmaktadır. Yansıyan ışığın analizi ile yemlerin kimyasal bileşimlerinin tahmini yapılır. NIRS analizi hızlı ve güvenilir sonuçlar verebilmektedir. Bu metotta kimyasal ya da çözelti kullanılmamaktadır. Bu yöntemin en büyük dezavantajı ise cihazın pahalı olması ve kalibrasyonundaki güçlüklerdir (15, 56, 71).

NIRS metodu bu dezavantajlarına karşın yem tüketimi ve sindirilebilirlik tahmini çalışmalarında başarıyla kullanılmaktadır (41, 71).

İn vitro sindirim denemelerinin en büyük dezavantajı bu denemelerle bir yem maddesi için tek bir sonuç elde edilmektedir. Oysaki sindirimde hayvanın bireysel özellikleri önemli bir rol oynamaktadır. Dolayısıyla in vitro yöntemlerle elde edilen sonuçların her hayvan için geçerli olduğunu söylemek mümkün değildir (11, 13). İn vitro sindirim denemelerinin diğer bir dezavantajı da yem maddeleri arasındaki etkileşimin sindirimi etkilemesi faktörü bu yöntemlerde göz ardı edilmektedir. Örneğin merada otlayan hayvanlarda mera otlarının miktar ve kalite açısından hayvanların ihtiyacını karşılamaması durumunda hayvanlara konsantre yem takviyesi yapılmaktadır. Bu durumda kaba yem ve konsantre yem arasındaki etkileşimler sindirimi direkt olarak etkilemektedir. İn vitro sindirim denemelerinde yem maddeleri ayrı ayrı ele alındığı için aralarındaki bu etkileşim dikkate alınmadığından doğru sonuç vermesi oldukça zordur (13).

1.2.2. İn Situ Sindirim Denemeleri

1.2.2.1. Naylon Kese Yöntemi

Bu yöntemle yem maddelerinin sindirilme dereceleri basit, hızlı, etkili bir şekilde tespit edilebilmektedir.

Bu teknikte gelişmesini tamamlamış, rumenlerine kalıcı kanül takılmış

hayvanlar kullanılır. Kanül çapı naylon keselerin kolayca girip çıkabileceği genişlikte olmalıdır. Bu amaçla koyunlarda 2,5-4 cm sığırlarda ise daha geniş iç çaplı kanüller kullanılır. Keseler rumen ortamından etkilenmeyecek naylon veya dakron gibi materyallerden yapılmaktadır. Koyunlar için 9x14 cm boyutlarında keseler kullanılır. Naylon kumaşın gözenek genişlikleri rumen mikroorganizmaları ve rumen sıvısının kolaylıkla geçişini sağlayacak şekilde ayarlanır (40-60µm). İnkübe edilecek kaba yemler ve tane yemler büyüklüğü 2,5-3 mm olacak şekilde öğütülür. Kese büyüklüğüne bağlı olarak kaba yem örnekleri 2,5-3 gr ve protein bakımından zengin yem örnekleri 5-6 gr olarak ayarlanır. Her yem maddesinden her hayvan ve her saat için en az üçer paralel olacak şekilde örnekler hazırlanır. Kaba yemler; 8, 16, 24, 48, 72 saat, protein kaynakları ise 4, 8, 16, 24, 48 saat süreyle rumende inkübe edilir. İnkübasyondan çıkarılan örnekler mikrobiyel aktivitenin durması için hemen soğuk suyla yıkanır. Daha sonra keseler 60-65 °C de 48 saat süreyle etüvde kurutulur ve kuru madde kayıpları hesaplanır (15, 74).

Bu yöntem basit ve kısa süreli olmasına karşın bazı dezavantajları vardır:

- Yem örnekleri naylon kesede bulunduğundan çiğneme ve geviş getirme ile parçalanma olmamaktadır.
- İnkübasyona bırakılan yem rumen mikroorganizmaları tarafından ancak uygun büyüklükte parçalandıktan sonra keseden ayrılabilir (8, 15).

1.2.3. İn Vivo Sindirim Denemeleri

1.2.3.1. Dışkı Toplama Yöntemi

Hayvanlarla yapılan denemeler sindirilebilirliğin belirlenmesinde kullanılan ve her zaman geçerli olan yöntemlerden biridir. Tüketilen yem miktarının ve dışkı miktarının doğrudan ölçümü sindirilebilirlik hesaplamasında güvenilir sonuç için en geçerli yoldur. İn situ ve İn vitro yöntemler olmak üzere on bir farklı teknik kullanılarak, altı farklı diyetle yapılan sindirim çalışmasında denenen hiçbir tekniğin

toplam dışkı toplama yöntemi ile belirlenen sindirilme derecesini vermediği bildirilmektedir (34).

Sindirim denemelerinde araştırılan yem hayvana belli bir miktarda verilir ve dışkı miktarı ölçülür. Bu amaçla birden fazla hayvan kullanılır. Bunun birinci sebebi hayvanlar aynı tür, yaş ve cinsiyette olsa dahi sindirim yeteneklerinde azda olsa bireysel fark olması, ikinci nedeni ise, ölçümlerdeki hataların en aza indirilmesini sağlamaktır. Ayrıca dışkı ve idrarı ayırmak daha kolay olduğu için sindirim denemelerinde memeli hayvanlarda genellikle erkek hayvanlar tercih edilir. Küçük hayvanlar idrar ve dışkı ayırma düzeneği bulunan metabolik kafeslere yerleştirilir. Büyük ve otlayan hayvanlarda ise bu mümkün olmadığından daha çok dışkı toplama torbaları kullanılır.

Çalışmada kullanılacak yem hayvanlara dışkı toplama işlemi başlamadan belli süre öncesinden verilir. Bu şekilde hem hayvan yeme adapte olur hem de sindirim sisteminden daha önce verilen yemin kalıntıları uzaklaştırılmış olur. Deneme 5-14 gün sürer (51).

Bu şekildeki doğrudan dışkı toplama metodunun basit olması ve daha az laboratuvar işlemi gerektirmesi gibi avantajları vardır. Ancak büyük hayvanlarda dışkı miktarının çok olması ve özellikle mera çalışmalarında takılan dışkı toplama torbalarının hayvanı rahatsız ederek normal beslenme davranışları üzerinde olumsuz etki yaratması ve normal tüketim miktarında değişikliğe neden olması gibi dezavantajları vardır. Ayrıca bu metod fazlaca işgücü gerektirmektedir. Bu nedenle dışkı miktarının tahmini için sindirilmeyen materyallerin kullanımı gibi bazı indirekt metotlar geliştirilmiştir. Bu metotlar hem kapalı mekanlarda beslenen hem de otlayan hayvanlarda kullanılabilir (7, 11, 42).

1.2.3.2. İndikatör Yöntemi

Toplam dışkı toplama yöntemini uygulama zorluğunun yaşandığı durumlarda, örneğin mera çalışmalarında sindirilebilirlik hesaplaması için indikatör yöntemi uygulanmaktadır (7, 13, 63). Bu yöntem indikatör madde adı verilen, sindirim sisteminden etkilenmeyen ve sindirimi etkilemeyen bazı maddelerin yemdeki ve dışkıdaki konsantrasyonu arasındaki orana dayanmaktadır. İndikatör maddeler hayvana dışardan verilebildiği gibi yem yapısında bulunan sindirilmeyen maddelerde olabilir. Bu yöntemde hesaplama yapılabilmesi için yem tüketiminin ve indikatör maddenin verilen yem içerisindeki konsantrasyonunun bilinmesi gerekmektedir. Bu yöntemle sindirilebilirlik aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır (7, 13, 70):

$$\text{Sindirilebilirlik} = \frac{\text{indikatör(g) / dışkı (kg)} - \text{indikatör (g) / yem (kg)}}{\text{indikatör (g) / dışkı (kg)}}$$

İndikatörler dış indikatör ve iç indikatör olarak sınıflandırılmıştır (38). Yem maddesi yapısında doğal olarak yer alan indikatörlere iç indikatörler, dışarıdan yeme ilave edilenlere ise dış indikatörler adı verilmektedir (42).

İdeal bir indikatör maddede bulunması gereken bazı özellikler şu şekilde sıralanabilir:

- Ucuz olmalı,
- Toksik olmamalı,
- Tamamen sindirilmeyen yapıda olmalı ve dışkıda geri alınabilirlik oranı yüksek olmalı,
- Sindirimi etkilememeli ve sindirimden etkilenmemeli,
- Sindirim kanalındaki mikroorganizmaları etkilememeli,
- İndikatör maddenin analizi basit ve yanlışsız olmalı,
- Uygulanacak metoda özel ve hassas olmalı (42, 64).

Tablo 1.1. İç ve Dış İndikatörler (38)

Dış İndikatörler	İç İndikatörler
Özel cisimler (cam bilye, küçük tohumlar vs.)	Silika
Boyalar (Karmina, Fenol kırmızısı)	Lignin
Metal Oksitler (Krom oksit, Demir oksit)	Kromojen
Mineral Tuzları (Baryum Sülfat)	Dışkı Azotu
Suda Çözünebilen İndikatörler (Glikol, Cr-EDTA)	Metoksil ve Lifler
Radyoaktif maddeler (⁵¹ Cr)	Alkanlar
Etkisiz Metaller (^{46,47} Sc)	Asitte Çözünen Dışkı maddeleri
Mikroorganizmalar (B. antracis, B. botulinus)	(ADF, NDF)

1.2.3.2.1. Dış İndikatörler

Özel cisimler: İndikatörlerle ilgili yapılan ilk çalışmalarda cam boncuklar ve küçük tohumlar, daha sonraları plastik ve kauçuk cisimler kullanılmıştır. Ruminantlarda renkli cisimler kullanarak yemin geçiş hızını ölçme tekniği yaygın olarak uygulanmıştır. Ancak bu cisimlerin dışkıda sayımı güç ve doğruluğu sorgulanır bir metottur.

Boyalar: Bu grupta Karmina, Fenol kırmızısı, metilen mavisi, anilin mavisi, kristal violet gibi boyalar indikatör olarak kullanılmıştır. İlk olarak kullanılan Karmina'dır. Karmina insanlarda ve tek mideli hayvanlarda deneme periyotlarının ayrımı amacıyla kullanılmıştır. Bu boyaların dışkıda miktar olarak ölçümü ve geri alınabilirliği tamdır. Ancak yüksek oranda kullanıldığında ishal ve mide bulantısı gibi yan etkilerinin bulunduğu ve oldukça kaba sonuçlar veren bir metot olduğu bildirilmiştir. (38)

Tek mideli hayvanlarda renkli Demir oksit, Karmina gibi özel sindirilmeyen materyaller deneme periyodunda ilk ve son öğününde verilir. Daha sonra boya maddesi dışkıda ilk görüldüğü andan itibaren dışkıda kaybolana kadar dışkı toplama işlemi yapılır. Ruminantlarda bu metot başarılı değildir. Çünkü renkli materyal

rumende rumen içeriği ile karışır ve yine ruminantlarda bir yemin sindirim sisteminden pasajı 1-2 gün gibi oldukça uzun bir sürede gerçekleşmektedir. Bunun sonucu olarak ta dışkı toplama işlemi ancak yem alımından 1-2 gün sonra yapılabilmektedir (51).

Metal Oksitler: Demir oksit, Krom oksit, Titanyum oksit gibi metal oksitler daha çok yemden yararlanmanın belirlenmesi çalışmalarında kullanılmıştır. Krom oksidin dışkıdaki kimyasal analizinin çok güç olmasına rağmen toksik olmaması ve dışkıda geri alınabilirliğinin yüksek olması nedeniyle sindirilebilirlik çalışmalarında indikatör olarak kolaylıkla kullanılabilceği bildirilmiştir. Krom oksit hayvan ve insan çalışmalarında en yaygın kullanılan indikatördür (30, 74). Ruminantlarda en iyi sonuçlar bu maddenin uygun bir taşıyıcı ile karıştırılarak uzun süreli salınım formunda verilmesi ile sağlanmıştır. Titanyum oksit, kalsiyum ve fosfor emilimi ile protein sindirilebilirliği çalışmalarında kullanılmıştır. Kjeldahl metoduyla veya direk olarak hesaplanabilmektedir (38).

Mineral Tuzları: Baryum sülfatın toksik olmaması, sindirim kanalından emilmemesi ve hayvan ve insanlarda geri alınabilirliğinin tam olması nedeniyle besin madde yararlanımı çalışmalarında indikatör olarak kullanılabilceği bildirilmiştir. Baryum sülfat insanlarda besinin bağırsaklardan geçiş hızını ve miktarını ölçme çalışmalarında ve tavuklarda yemden yararlanma düzeyini belirleme çalışmalarında kullanılmıştır. Fakat bazı yan etkileri nedeniyle Baryum sülfatın kullanımında miktar sınırlaması vardır (38).

Suda Çözünebilen İndikatörler: Çözünebilen indikatörler hayvanlarda ve insanlarda birçok fizyolojik ve beslenme çalışmalarında kullanılmıştır. Polietilen glikol'ün hayvan ve insanlarda absorpsiyon çalışmalarında indikatör olarak sıklıkla kullanıldığı, yine geri alınabilirliğinin % 90'dan yüksek olması nedeni ile ineklerde dışkı miktarının belirlenmesinde kullanıma uygun olduğu bildirilmektedir. Bununla birlikte yüksek moleküler ağırlıkta kullanılması durumunda tam bir geri alınabilirliğin güç olduğu da bildirilmektedir. Polietilen glikol'ün özellikle ruminantlarda dışkıdan geri alınabilirliğinin her zaman tam olmaması ve sonuçlarda

değişkenlik olması bu indikatörle ilgili daha çok çalışma yapılması gerekliliğini ortaya koymuştur (38).

Radyoaktif maddeler: Cam boncuklar, küçük tohumlar, boyalar, metal oksitler Baryum sülfat ve polietilen glikol gibi maddelerin sindirim kanalından pasajında ve geri alınabilirlikte görülen değişkenlikler ve analizlerinin güç olması nedeniyle araştırmacılar radyoaktif maddelerin kullanımı üzerinde durmuşlardır. 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 (46).

Etkisiz Metaller: 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 (38).

Mikroorganizmalar: Sindirim kanalından geçiş süresinin belirlenmesi çalışmalarında bakteri sporlarının kullanıldığı bildirilmektedir. Ruminantlarda mikropartiküllerin sindirim kanalından geçiş süresini belirlemede *B. Subtilis* sporlarının kullanıldığı, rumen ısısında yani 39 °C de aktif hale geçemedikleri, 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 (38).

1.2.3.2.2. İç İndikatörler

Silika, lignin, metoksil, lifler, kromojen, dışkı azotu ve asitte çözünebilen dışkı unsurları gibi iç indikatörler özellikle otlayan hayvanlarda yemden yararlanma düzeyinin belirlenmesi çalışmalarında kullanılmıştır (11). Silika sindirilmediği için

indikatör olarak kullanılmaktadır. Otlayan hayvanlarda silikanın geri alınabilirlik oranının tüketiminden daha yüksek çıkması ile geri alınabilirlikteki değişkenlik için başlıca iki faktöre dikkat çekilmiştir. Birincisi bir miktar silika absorbe edilip idrarla atılmaktadır, ikincisi ise yemin tozla kontaminasyonudur (38).

Ham lignin içerisinde lignin olmayan besin maddelerinin bulunması, çözünebilir fenolik madde oluşumu, yem ve dışkı analizi 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 (15).

Dış ve iç indikatörlerin hazırlanması, analizleri ve alınan sonuçların doğruluk oranlarıyla ilgili değerlendirmeler Tablo 1.2 ve Tablo 1.3’de gösterilmiştir.

Tablo 1.2. İç indikatörlerin hazırlanması, analizi ve alınan sonuçların doğruluk oranı (64).

	Boyalı Besinler	Lignin veya Kromojen	İzotopik Besinler	Asitte Çözünmeyen Kül	Sindirilmeyen Lifler	Uzun Zincirli Yağ Asitleri
Hazırlama	Basit	Yok	Karmaşık	Yok	Yok	Yok
Sindirim	Var	Yok	Var	Yok	Yok	Yok
Emilim	Yok	Yok	Var	Var	Yok	Yok
Analiz Metodu	Manüel	Gravimetrik	Mass spektrofotometre	Gravimetrik	Gravimetrik	Gaz kromatografi
Doğruluk	İyi	İyi	İyi	Orta	Orta	İyi

Tablo 1.3. Dış indikatörlerin hazırlanması, analizi ve alınan sonuçların doğruluk oranı (64).

	Metal oksitler	Polietilen glikol	Plastik boncuklar
Hazırlama	Basit	Yok	Yok
Sindirim	Yok	Yok?	Yok
Emilim	Yok	Yok?	Yok
Analiz Metodu	Renk	Bulanıklık	Manüel
Doğruluk	Orta	Orta	İyi

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.

İndikatörler, indikatörün yapısına ve araştırma şekline göre değişik şekillerde uygulanabilir. Yemin bir kısmına ya da tamamına karıştırılabilir veya içirilebilir. Hap, kapsül, toz, pelet, solüsyon şekillerinde hazırlanabilir. Bu uygulama metotlarının seçimine bağlı olarak çalışma süresi de değişmektedir (38).

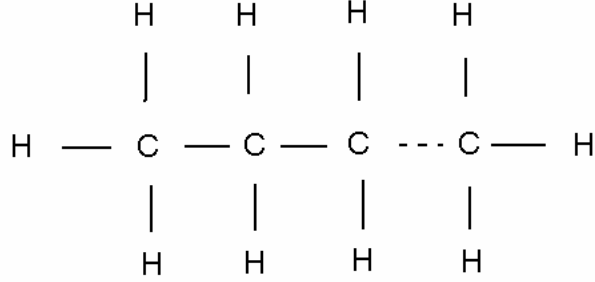
İndikatör metotlarında önemli olan bir unsur dışkıyla geri alınabilirlik oranıdır. Geri alınabilirlik oranı yükseldikçe yapılan sindirilebilirlik ve yem tüketimi tahminlerinin doğruluk oranı yükselmektedir.

Uygulamalarda dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta ise dışkıdaki indikatör madde konsantrasyonunda oluşan günlük dalgalanmalardır. Bu dalgalanmalar günlük yem tüketimindeki ve dozlama zamanındaki değişkenlikten, sindirim kanalındaki pasaj süresinden, sindirim kanalında diğer maddelerle karışmasından kaynaklanabilir. Bu günlük dalgalanmalar, hesaplamalarda ve dolayısıyla alınan sonuçlarda hata oluşmasına ve güvenilirliğinin azalmasına neden olur. Bu problemler dozlamamanın yani indikatör maddenin uygulanışının ve örneklerin alınma zamanının her gün aynı saatte olması ve sık sık örnek alımı ile azaltılabilir (71).

İndikatörlerle yapılan çalışmalardan alınan sonuçlardaki değişkenlik hayvan farklılığından, çevre etkisinden ve genetik farklılıktan kaynaklanabilmektedir. Buna rağmen indikatörler sindirim çalışmalarında oldukça önemli bir rol oynamaya devam edecektir (64).

1.3. Alkan İndikatör Metodu

Alkanlar, karbonun bağlayabileceği maksimum hidrojenlere sahip anlamına gelen doymuş hidrokarbonlardır ve C_nH_{2n+2} genel formülüne sahiptirler (69).



Şekil 1.1. n-Alkanların açık formülü

1.3.1. Alkanların Özellikleri

Karbon sayısı beşten düşük olan alkanlar oda sıcaklığında gaz halindedir. Hekzan'dan daha büyük alkanların karbon sayısı çoğaldıkça erime ve kaynama noktaları da yükselir. Bunlar oda sıcaklığında sıvı, katı olabilirler. Suda çözünmeyip, benzen, hekzan, heptan, karbon tetraklorür gibi organik çözücülerde çözünürler. Alkanlar fonksiyonel grup içermeyen tamamen doymuş hidrokarbon bileşikleridir. Olduklarından dolayı kimyasal reaktiviteleri diğer bileşikler ile kıyaslandığında çok düşüktür. En temel reaksiyonlarından biri oksijen ile verdikleri yanma reaksiyonudur (69).

1.3.2. Alkanların Adlandırılması

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 (69).

Tablo 1.4. Alkanların adlandırılmaları ve kapalı formülleri (69).

Alkanlar			
Adlandırma	Formül	Adlandırma	Formül
Metan	CH ₄	Dokosan	C ₂₂ H ₄₆
Etan	C ₂ H ₆	Trikosan	C ₂₃ H ₄₈
Propan	C ₃ H ₈	Tetrakosan	C ₂₄ H ₅₀
Bütan	C ₄ H ₁₀	Pantakosan	C ₂₅ H ₅₂
Pentan	C ₅ H ₁₂	Hexakosan	C ₂₆ H ₅₄
Hekzan	C ₆ H ₁₄	Heptakosan	C ₂₇ H ₅₆
Heptan	C ₇ H ₁₆	Oktakosan	C ₂₈ H ₅₈
Oktan	C ₈ H ₁₈	Nonakosan	C ₂₉ H ₆₀
Nonan	C ₉ H ₂₀	Triakontan	C ₃₀ H ₆₂
Dekan	C ₁₀ H ₂₂	Hentriakontan	C ₃₁ H ₆₄
Undekan	C ₁₁ H ₂₄	Dotriakontan	C ₃₂ H ₆₆
Dodekan	C ₁₂ H ₂₆	Tritriakontan	C ₃₃ H ₆₈
Tridekan	C ₁₃ H ₂₈	Tetratriakontan	C ₃₄ H ₇₀
Tetradekan	C ₁₄ H ₃₀	Pentatriakontan	C ₃₅ H ₇₂
Eikosan	C ₂₀ H ₄₂	Hexatriacontane	C ₃₆ H ₇₄
Heneikosan	C ₂₁ H ₄₄	Tetrakontan	C ₄₀ H ₈₂

1.3.3. Yem Tüketimi ve Sindirilebilirlik Çalışmalarında Alkanlar

Alkanlar bitkilerin kütiküler mum tabakasında yer alan doymuş düz zincirli hidrokarbonlardır (2, 27, 63). Alkanlar toksik olmayıp hayvana herhangi bir zarar vermezler. Sindirime dayanıklı olmakla birlikte tamamen sindirilmeden dışkıyla geri alınabilirliği söz konusu değildir (4, 29, 57, 66). Tek zincirli alkanlar (özellikle C₂₉, C₃₁, ve C₃₃) çift zincirli olanlara oranla bitkilerde daha yüksek konsantrasyondadır (2, 36, 63, 66) ve ruminantların sindirim sisteminden büyük oranda emilmeden atılmaktadırlar. Bu nedenle iç indikatör olarak kullanılmaktadırlar (5). Çift zincirli alkanlar ise bitkilerde daha düşük düzeydedir ve sentetik olarak elde edilen çift

zincirli alkanlar (C₃₂, C₃₆) alkan indikatör tekniğinde harici indikatör olarak kullanılmaktadır (dozlama) (27, 29, 39, 66, 71).

Bitkilerin doğal yapısında bulunan ve hayvanlar tarafından sindirilmeyen uzun zincirli yağ asitlerinin (C₁₉-C₃₂) dışkıda önemli miktarda mevcut olduğu ve bunların otlayan koyunlarda kaba yem tüketimi tahmini için indikatör olarak kullanılabileceğini bildiren ilk çalışmalardan (23) sonra kimyasal aktivitelerinin daha düşük ve analizlerinin daha kolay olması nedeniyle alkanların uzun zincirli yağ asitlerinin yerine iç indikatör olarak kullanılabileceği bildirilmiştir (49).

Mayes ve Lamb (49) konuyla ilgili olarak yaptıkları ilk çalışmada 17 haftalık kuzulara adlibitum olarak kaba yem vermişler ve alkanların yemdeki miktarını, dışkıyla geri alınabilirlik oranını, hayvanlarda KM sindirilebilirliğini hesaplamışlardır. Çalışma sonucunda alkanların zincir uzunluğundaki artışa bağlı olarak dışkıyla geri alınabilirlik oranının arttığını, uzun zincirli alkanların otlayan hayvanlarda kaba yem tüketimi ve sindirilebilirliği çalışmalarında iç indikatör olarak kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Fakat daha sonra yaptıkları çalışmalarla hayvanlarda KM tüketimi ve KM sindirilebilirliği tahmini için bitkilerin yapısında bulunan alkanların, miktarı bilinen C₃₂ gibi çift zincirli ve hayvanlara doz olarak verilen sentetik alkanlarla kombine edilmesine dayanan alkan indikatör tekniğini geliştirmişlerdir (47, 48, 50).

Alkan indikatör tekniği bir çift indikatör tekniği olup geleneksel indikatör tekniklerinden farklı bir temeli vardır. Alkan indikatör tekniğinde toplam dışkı miktarı ve sindirilebilirlik kullanılmadan tekniğin özel formülü ile kuru madde tüketimi tahmini yapılabilmektedir. Bu teknikte prensip dışkıdaki tek zincirli alkanların çift zincirli alkanlara oranıdır (71).

Alkan indikatör metodunda hesaplamada kullanılan formüller (71):

A

$$\text{KMTt} = \frac{\frac{D_{33} * Dz_{32}}{D_{32}}}{KY_{33} - \frac{D_{33} * KY_{32}}{D_{32}}}$$

Sadece kaba yem için KMTt formülü

B

$$\text{KMTt} = \frac{\frac{D_{33}}{D_{32}} (Dz_{32} + K * K_{32}) - K * K_{33}}{KY_{33} - \frac{D_{33} * KY_{32}}{D_{32}}}$$

Kaba yem + konsantre yem için KMTt formülü

KMTt Kuru madde tüketimi tahmini (kg KM/gün)

KY₃₃, K₃₃, D₃₃ alkan C₃₃ ün 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)

Dz₃₂ dışardan doz olarak verilen alkan C₃₂ miktarı (0.05 gr/gün).

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

Alkan indikatör metodunda sadece kaba yem tüketen hayvanlarda yukarıda verilen A formülü kullanılırken, kaba yem + konsantre yem tüketen hayvanlarda ise B formülü kullanılmaktadır.

Çalışmalarda kullanılacak tek zincirli alkanların seçiminde bitkilerde bulunma oranı dikkate alınmaktadır. Belli bir düzeyin üzerinde olması (>50mg/kg KM) durumunda yem tüketimi ve sindirilebilirlik çalışmalarında kullanılmasının daha doğru sonuçlar verebileceği bildirilmektedir (59, 71). Ayrıca Alkan indikatör metodunda sağlıklı bir sonuç alabilmek için harici indikatör ve iç indikatör olarak kullanılan alkan çiftinin dışkı ile geri alınabilirliğinin birbirine yakın olması gerekmektedir (12, 13, 66).

Alkanların tüketilen yemdeki konsantrasyonu ve dışkıyla geri alınabilirlik oranı beslenme çalışmalarında kullanımını belirleyen en önemli unsurdur (5). Alkanların bazı bakteri, maya ve mantarlar tarafından kullanıldığı, sindirim kanalında kayba uğradığı ve bu nedenle tam geri alınabilirliğin mümkün olmadığı, bunun da alkanların sindirim çalışmalarında kullanımını sınırladığı, fakat asitte erimeyen kül gibi tam geri alınabilirlik söz konusu olan indikatörlerle alkanların geri alımının

ölçülmesi durumunda, sindirim çalışmalarında başarılı bir şekilde kullanılabilceği bildirilmektedir (57).

Alkanların geri alınabilirliğinde etkisi olduğu düşünülen bir faktör zincir uzunluğudur. Zincir uzunluğu arttıkça dışkıyla geri alınabilirlik oranının arttığını bildiren çalışmalar olduğu gibi (5, 42, 49, 65) zincir uzunluğunun geri alımda etkisinin olmadığını bildiren çalışmalarda mevcuttur (54, 63). Geri alınabilirlikte etkili olan diğer bir faktörde alkanların ekstraksiyonunda uygulanan ısıdır. Olivan ve Osoro (60) yaptıkları çalışmada bazı kaba yemlerden, koyun ve inek dışkısından alkanların ekstraksiyonunda 15-25 °C ve 65 °C olmak üzere iki değişik ısı uygulayarak sıcaklığın etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda düşük ısıda alkanların ekstraksiyonunun tam olmadığını, özellikle iç indikatör olarak sadece uzun zincirli alkan (C₃₄) kullanılması durumunda sonuçların hatalı çıktığını bildirmişlerdir. Yüksek sıcaklıkta ise C₃₄'ün heptanla ekstraksiyonun tam olduğunu bununla birlikte rutin analizlerde kısa zincirli C₂₂ ve uzun zincirli C₃₄ alkanların birlikte kullanılmasının alkanların tam ekstraksiyonu için daha uygun olacağını belirtmişlerdir.

Çift zincirli alkanlardan C₃₄ bitkilerde çok az miktarda bulunduğu için çalışmalarda sentetik C₃₄ standart olarak kullanılmaktadır (71). 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 olabilmektedir (11, 20, 70).

Bu yöntemlerde harici indikatör hayvana her gün verilmektedir (42). Ancak günde bir ya da birkaç kez dozlama yapıldığında indikatörün dışkıdaki konsantrasyonunda gün içinde dalgalanmalar meydana gelmekte ve bu da sonucu olumsuz etkilemektedir (70). Son zamanlarda kullanılan, indikatör kapsüllerin rumen içerisine yerleştirilmesi yöntemi araştırmalarda kolaylık sağlamak ve indikatörün

dışkıdaki konsantrasyonunda meydana gelen gün içi dalgalanmaları minimuma indirmektedir (4, 11, 22, 70). Rumen içerisine yerleştirilen indikatör kapsüller (Controlled Release Capsules) (AİK) yardımıyla yaklaşık 17-23 gün süreyle rumene harici indikatör salınımı sağlanmaktadır. Özellikle 8-16. günler arası salınan indikatör miktarı sabit düzeydedir. Dolayısıyla 8-16. günlerde alınacak dışkı numuneleri ile sağlıklı bir kuru madde tüketimi tahmini yapılabilmektedir (31, 65).

Alkan indikatör tekniğinin en önemli avantajı bireysel yem tüketimi belirlenmesine olanak sağlamasıdır (11, 13). Alkan indikatör tekniğiyle diyet kompozisyonu da belirlenmektedir. Böylece hayvanların bireysel olarak tükettikleri bitkinin türü ve bölümü (yaprak veya gövde) belirlenebilmektedir (12). Ayrıca alkan indikatör tekniği konsantre yem ilavesi yapılan hayvanlarda ilave edilen yemin alkan konsantrasyonu ve verilen miktarın bilinmesi durumunda yem tüketimi tahmininde kullanılabilir. Yine alkan indikatör metodunda yemdeki, dışkıdaki ve harici indikatörün analizi aynı analiz yöntemiyle eşzamanlı olarak yapılabilmektedir. Bu şekilde sonuçlarda çıkacak hatalarda en aza indirilmektedir (13).

N-alkanlar yem tüketimi, sindirilebilirlik ve evcil ruminantlar tarafından tüketilen kaba yemlerin yapısının belirlenmesi gibi beslenme çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (2, 11, 19, 62).

Buğdaygil otu ağırlıklı meralarda otlayan süt ineklerinde yem tüketimi belirlenmesinde krom oksit ve alkan indikatör tekniğinin (C₃₁:C₃₂ alkan çifti ile) karşılaştırıldığı bir çalışmada, geri alınabilirlik oranının alkanlarda krom oksite göre daha yüksek bulunduğu, krom oksit'in geri alımı % 95,5 olduğunda her iki metodun benzer sonuç verdiği ve sonuç olarak alkan indikatör metodunun daha kullanışlı, kolay uygulanan ve daha az zahmetli bir metot olduğu bildirilmiştir (45).

Merada otlayan süt ineklerinde kaba yem tüketimi tahmini için yapılan bir çalışmada (66) alkan indikatör tekniği, geleneksel çim kesme tekniği (hayvanlara tahsis edilen bölgedeki otlar hasat edilerek hayvanlara sunulmaktadır) ve net enerji

metodu ile karşılaştırılmış ve alkan indikatör tekniğinin en iyi yöntem olduğu, ayrıca $C_{32}:C_{33}$ çiftinin $C_{32}:C_{31}$ çiftine göre daha iyi sonuç verdiği belirtilmiştir.

Duncan ve ark. (14) koyunlarda alkan tekniğini kullanarak yaptıkları çalışma sonucunda, kaba yemin alımından 24-48 saat sonra alınacak tek bir dışkı numunesiyle diyet kompozisyonu tahmini yapılabileceğini aynı zamanda yemin mideye ulaşmasından sonraki 4-5 gün süreyle bir seri dışkı numunesi toplanmasıyla kaba yem tüketimi tahmini yapılabileceğini bildirmişlerdir.

Molina ve ark. (54) yaptıkları çalışmada süt ineklerinde sentetik C_{32} içeren jelatin kapsül ve AİK ile alkan indikatör tekniği kullanarak yapılan yem tüketimi tahmini ile gerçek yem tüketimini karşılaştırmışlardır. Her iki teknikle elde edilen sonuçların birbirine çok yakın olduğu, $C_{33}:C_{32}$ alkan çifti ile daha iyi sonuç alındığı, $C_{31}:C_{32}$ alkan çifti kullanılarak yapılan tahminlerde numune alım saatinin önemli olduğu ve tropikal bitkilerde C_{33} oranının düşük olduğu bildirilmesine rağmen alkan indikatör tekniğinin sıcak iklimlerde kaba yem tüketimi tahmininde kullanılabilirliği bildirilmektedir.

Düşük ve yüksek olmak üzere iki düzeyde beslenen sığırlarda, alkan indikatör tekniği kullanılarak yapılan bir çalışmada (59) harici indikatörler pelet yöntemiyle hayvanlara uygulanmış, yem tüketimi tahmininde değişik uzunlukta alkan çiftlerinin kullanımının ve dışkı numunelerinin alım şeklinin sonuçlara etkisine bakılmıştır. Elde edilen sonuçlarda numune alım saatleri arasında bir fark olmadığı bildirilen çalışmada, sindirilebilirlik açısından düşük ya da yüksek düzeyde beslemenin bir etkisinin olmadığı ancak düşük seviyeli beslemede alkanların geri alınabilirliğinin daha düşük olduğu bulunmuştur. Yem tüketimi tahminlerinde en yüksek sapmaların $C_{31}:C_{32}$ ve $C_{33}:C_{32}$ çiftiyle yapılan hesaplamalarda olduğu bunun da dozlamada kullanılan C_{32} ve C_{36} 'nın geri alımının C_{31} , C_{33} ve C_{35} 'ten daha yüksek olmasına bağlı olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada zincir uzunluğu ile birlikte geri alımın arttığı şeklindeki genel kanının aksine C_{30} , C_{31} ve C_{33} geri alımının tahmin edilenden düşük olduğu bildirilmiştir.

Lewis ve ark. (40) yaptıkları çalışmada koyunlara iki çeşit kaba yemi birlikte, ayrı ayrı ve seçime bırakarak vermişler ve $C_{31}:C_{32}$, $C_{33}:C_{32}$ alkan çiftleriyle yem tüketimini ve diyet seçimini belirlemeye çalışmışlardır. Çalışma sonucunda alkan tekniğinin yem tüketimi belirlemede güvenilir bir metot olduğunu, gün içerisinde numune alım zamanının alınan sonuçların güvenilirliğini etkilemediğini ve hayvanlar tarafından seçilen diyetin belirlenmesinde metodun iyi çalıştığını bildirmişlerdir.

Laktasyondaki ineklerde yapılan bir çalışmada kaba yem tüketimi tahmininde krom oksit ve alkan indikatör tekniği karşılaştırılmış, çalışma sonucunda $C_{35}:C_{36}$ alkan çiftinden elde edilen sonuçların krom oksit kullanılarak elde edilen sonuçlardan daha güvenilir olduğu bildirilmiştir. Ayrıca çalışmada hayvanların tükettiği kaba yemin yapısındaki alkanların oranlarına bakılmış ve alkanların bitkilerde yaprak kısmında gövde kısmına oranla daha yüksek bulunduğu bildirilmiştir (61).

Tropikal iklimde, sığırlarda alkan indikatör tekniği kullanılarak yapılan KM tüketimi ve sindirilebilirliği tahmini araştırmasında bitkilerdeki alkanların profilinin belirlenmesi ve kullanılan alkan çiftinin geri alınabilirliğinin birbirine yakın olması durumunda alkan indikatör tekniğinin yem tüketimi tahmininde başarıyla kullanılabileceği bildirilmiştir (29).

Grup halinde beslenen sığırlarda alkan indikatör tekniği ve NIRS tekniği ile KM tüketimi tahmini için yapılan bir çalışmada her iki tekniğin birbirine yakın derecede güvenilir sonuç verdiği ancak dışkıdaki alkan konsantrasyonunun NIRS yöntemiyle belirlenmesi durumunda doğru sonuçlar alınmadığı bildirilmiştir (21).

Ferreira ve ark. (17) çalışmalarında aynı rasyonla beslenen sığır ve atlarda pelet şeklinde alkan indikatör tekniğini kullanarak yem tüketimi ve sindirilebilirlik tahmini yapmışlardır. Çalışmada geri alınabilirlik oranının atlarda sığırlardakinin aksine alkanların zincir uzunluğu ile bağlantılı olmadığı, yem tüketimi hesaplamalarının kullanılan alkan çiftine bağlı olarak değiştiği, uygun alkan çifti kullanılması durumunda bu tekniğin atlarda ve sığırlarda yem tüketimi ve sindirilebilirliği tahmini

ile diyet kompozisyonunun belirlenmesi araştırmalarında güvenilir sonuçlar vereceği bildirilmiştir.

Yapılan bir araştırmada $C_{33}:C_{32}$ alkan çiftinin $C_{31}:C_{32}$ alkan çiftine göre KM tüketimi tahmini çalışmalarında gerçek KM tüketimi verilerine daha yakın sonuçlar verdiği bildirilmiştir. (53)

Berry ve ark. (4) AİK kullanarak, farklı rasyonlarla beslenen ineklerle (kaba yem, kaba yem+konsantre yem) yaptıkları yem tüketimi belirleme çalışmalarında, C_{31} geri alımının C_{32} geri alımına göre daha düşük bulunduğunu bu nedenle bu alkan çiftiyle hesaplanan yem tüketimi değerinin gerçek yem tüketimi değerinden düşük olduğunu, $C_{33}:C_{32}$ alkan çiftinin geri alımının birbirine benzer olduğunu ve daha doğru sonuç verdiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada farklı saatlerde alınan dışkı numunelerinden yapılan analizlerde ve yem tüketimi hesaplamalarında sabah 6:30 numunesinin en iyi sonucu verdiği, AİK kullanımının konsantre yem ilaveli veya ilavesiz rasyonlar için yem tüketimi tahmininde güvenilir ve geçerli bir metot olduğu bildirilmiştir.

Estermann ve ark. (16) yaptıkları çalışmada süt ineklerinde, sadece ayırdan otlama ve respirasyon odasında besleme şeklinde, hayvanlarda besin maddelerinin enerjiye çevrimini araştırmışlar ve çalışmalarında KM tüketimini belirlemek için AİK ile dozlama yaparak alkan indikatör tekniğini kullanmışlardır. $C_{31}:C_{32}$ alkan çiftiyle yapılan yem tüketimi tahminlerinde en iyi sonuçların sabah saatlerinde alınan dışkı numunelerinde tespit edildiğini bildirmişlerdir.

Vulich ve Hanrahan (73) bireysel metabolizma kafeslerinde tutulan ve kaba yemle beslenen kuzulardan farklı şekillerde elde ettikleri dışkı numuneleriyle $C_{31}:C_{32}$ ve $C_{33}:C_{32}$ alkan çiftleri kullanarak hesapladıkları yem tüketimi tahminlerinin karşılaştırmasını yapmışlardır. Dışkı numunelerinin alımında üç farklı yöntem izlemişlerdir. Birinci yöntemde 6 gün boyunca günlük olarak elde edilen dışkıdan, ikinci yöntemde günlük olarak toplanan dışkılarının karmasından ve üçüncü yöntemde her gün aynı saatte hayvanlardan rektal numune almışlardır. Çalışma

sonucunda $C_{33}:C_{32}$ alkan çifti ile yaptıkları yem tüketimi tahminlerinin gerçek yem tüketimi ile yakın değerlerde olduğunu, dışkı karması numunelerinden elde edilen sonuçların günlük toplam dışkı numuneleriyle elde edilen sonuçlardan daha düşük bulunduğunu, rektal numunelerle yapılan tahminlerin gerçek tüketimden fazla bulunduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak dışkı örneklerinin biriktirilmesinin yem tüketimi hesaplamalarında kayda değer bir kayba neden olmayacağı, iş gücü ve maliyeti azaltacağı görüşünü belirtmişlerdir.

Ferreira ve ark. (18) odunsu ve otsu bitkilerin yer aldığı çayırlarda otlayan sığır ve atlarda yem tüketimi araştırması için alkan indikatör tekniğini kullanmışlar ve alkan analizlerini toplam dışkı toplama usulüyle elde ettikleri numunelerle yapmışlardır. Çalışma sonucunda atlarda sığırlardakinin aksine alkanlarda geri alınabilirliğin zincir uzunluğuyla bağlantılı olmadığı ve alkan indikatör tekniğinin her iki tür içinde değişik tip bitki içeren çayırlarda yem tüketimi tahmininde başarılı sonuç verdiğini bildirmişlerdir.

Alkanlar sadece evcil ruminantlarda değil, vahşi ruminantlarla ve ruminant olmayan hayvanlarla yapılan yem tüketimi ve sindirilebilirlik çalışmalarında da kullanılmaktadır (6, 62). Bununla birlikte çalışmalarda kullanılan hayvan türünün elde edilen sonuçların başarı oranı üzerinde etkili olduğu da bildirilmektedir (62).

Geyiklerde alkan indikatör tekniği kullanılarak yapılan kaba yem tüketimi ve KM sindirilebilirliği tahmini çalışmasında C_{32} ve C_{36} harici indikatörleri içeren AİK kullanılmıştır. Çalışmada $C_{33}:C_{32}$ çiftiyle yapılan yem tüketimi tahmini gerçek yem tüketiminden % 2, $C_{31}:C_{32}$ çiftiyle yapılan tahmin ise % 6 oranında yüksek bulunmuştur. Aynı çalışmada dışkı ile alımın AİK'lerde C_{32} ve C_{36} alkanları için verilen salınım oranından daha düşük bulunduğu, dışkı ile C_{32} geri alımının günler arasında dalgalanma gösterdiği ancak C_{36} için bu durumun söz konusu olmadığı bildirilmiştir. Çalışma sonucunda geyiklerde KM tüketimi ve sindirilebilirlik tahmini araştırmalarında AİK yönteminin güvenilir bir yöntem olduğu ve AİK uygulamasının günlük dozlama işleminin normal otlama seyri üzerinde oluşturacağı rahatsız edici etkileri de ortadan kaldırdığı bildirilmiştir (22).

Yapılan başka bir araştırmada atlarda gerçek yem tüketiimi alkan indikatör tekniği kullanılarak yapılan yem tüketiimi tahminiyle karşılaştırılmıştır. Çalışmada harici indikatör olarak C_{32} ve C_{36} i indikatör olarak da C_{25} - C_{35} alkanları kullanılmış, C_{31} : C_{32} alkan çiftiyle yapılan hesaplamaların C_{29} : C_{32} alkan çiftiyle yapılan hesaplamalara göre gerçek yem tüketiimi miktarına daha yakın sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada yemde C_{29} ve C_{31} alkanları daha yüksek miktarda bulunduğu için i indikatör olarak kullanılmaya daha elverişli olarak değerlendirilmiş ve sığırıldakinin aksine atlarda alkanların zincir uzunluğu kırsaldıka dışkı ile geri alım oranının yükseldiği bildirilmiştir (25).

Kaplumbağalarda yapılan bir araştırmada KM tüketimini ve sindirilebilirliği belirlemek için alkan indikatör tekniği ile toplam dışkı toplama metodu karşılaştırılmış ve çalışma sonucunda her iki teknikle elde edilen sonuçlar arasında önemli bir fark olmadığı bildirilmiştir (27).

Güvercinlerde yem tüketiimi ve sindirilebilirlik çalışmasında harici indikatör olarak pelet şeklinde C_{28} , C_{32} , C_{36} kullanılmış ve C_{31} ve C_{32} ile yapılan hesaplamaların gerçek tüketimle çok yakın değerde bulunduğu, C_{36} 'nın dışkıyla geri alımının % 80 oranında tespit edildiği bildirilmiştir. Çalışma sonucunda alkan indikatör tekniğinin kanatlılarda yem tüketiimi çalışmalarında üzerinde durulması gereken bir yöntem olduğu belirtilmiştir (28).

Alkan indikatör tekniği balıklarda yem tüketiimi ve sindirilebilirlik tahmini çalışmalarında kullanılabilir. Balıklarda alkanların karaciğer ve yağ dokusunda biriktiği ancak zincir uzunluğu arttıkça birikme oranının düştüğu C_{20} 'den itibaren hemen hemen görülmediği bildirilmektedir (24). Balıklarda alkan indikatör tekniği ve cam boncukların radyografisi metoduyla yem tüketiimi ve sindirilebilirlik tahmini için yapılan çalışmada her iki metotla birbirine yakın ve başarılı sonuçlar alındığı ve alkan indikatör metodunun balıklarda yem tüketiimi ve sindirilebilirlik çalışmalarında kullanılabileceği bildirilmiştir (26).

Alkanlar diyet kompozisyonunun belirlenmesi çalışmalarında da kullanılmaktadır. Her bitkinin alkan içeriği farklıdır. Bu özellikten yararlanarak hayvanlar tarafından tüketilen diyetin türü belirlenebilmektedir. Burada diyet tahminini etkileyen en önemli faktör alkanların dışkı ile geri alınabilirlik oranıdır (5, 55). Bitki türü açısından çok çeşitlilik göstermeyen meralarda alkan tekniği başarılı sonuçlar vermekle birlikte çok sayıda bitki türü içeren meralarda otlayan hayvanlarda alkan tekniğinin başarılı sonuçlar vermediği bildirilmektedir (11, 19, 36, 39).

Alkan indikatör tekniği daha çok kaba yem ağırlıklı beslenen ve otlayan hayvanlarda yem tüketimi ve sindirilebilirlik çalışmalarında (29, 45, 54, 59, 61, 66) kullanılmıştır. Konsantre yem ağırlıklı ya da katkılı rasyonlarla beslenen hayvanlarda bu metotla ilgili yapılan çalışma (4, 72) sayısı yetersizdir. Yapılan bu çalışmayla literatürdeki bu eksiği gidermek amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

2.1.1. Hayvan Materyali

Çalışmada hayvan materyali olarak ortalama canlı ağırlıkları $41,7 \pm 0,8$ kg olan, 6-7 aylık, 15 baş Tuj ırkı kuzu kullanılmış olup hayvanlar Kafkas Üniversitesi Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nden temin edilmiştir. Çalışma başlangıcında hayvanlar tartılarak ağırlıkları kaydedildikten sonra ortalama ağırlıkları I. Grup (A) için $41,6 \pm 1,5$ kg, II. Grup (B) için $41,6 \pm 1,6$ kg, III. Grup (C) için $41,8 \pm 1,5$ kg olacak şekilde üç grup oluşturuldu. Hayvanlar dışkı ve idrarı ayırmaya yarayan düzeneği bulunan bireyler kafeslere yerleştirildi ve önlerinde sürekli temiz ve taze su bulunduruldu.

2.1.2. Yem Materyali

Konsantre yem kaynağı olarak hazır konsantre yem kullanıldı. Kaba yem olarak ise batözden geçirilmiş kuru çayır otu kullanıldı.

Oluşturulan deneme grupları ile hayvanlara verilen konsantre ve kaba yemin oranları şu şekildedir:

<u>Grup No</u>	<u>Hayvan Sayısı</u>	<u>Rasyon</u>
1. Grup (A Grubu)	5	% 100 Kuru ot
2. Grup (B Grubu)	5	% 75 Kuru ot + % 25 Konsantre Yem
3. Grup (C Grubu)	5	% 50 Kuru ot + % 50 Konsantre Yem

Çalışmanın başlangıç aşamasında, 10 günlük alıştırma döneminde hayvanlara tahmini olarak tüketebileceği miktarın üzerinde yem verilerek günlük yem tüketimleri belirlenmiştir. Günlük yem tüketimleri baz alınarak hayvan başına günlük 1800 gr (konsantre yem + kaba yem) yem verilmiştir.

2.1.3. Kafesler

Çalışmada 135x120x66 cm ebatlarında, kenarları parmaklıklı, altı ahşap ızgaralı, suluk ve yemlik düzeneği bulunan metal kafesler kullanılmıştır. Ahşap ızgaranın alt kısmına idrarın alt bölüme geçmesini sağlayacak şekilde küçük gözenekli, plastik kafes teli yerleştirilmiştir. Dışkının, idrarın alt bölüme süzülmesi ile bu telin üzerinde birikmesi sağlanmıştır. Kafes telinin altına arkaya doğru meyilli olacak şekilde naylon döşenmiştir. Bu naylon üzerinden idrarın arkaya doğru akarak arka kısma yerleştirilen idrar kaplarında toplanması sağlanmıştır.

2.1.4. İndikatör Kapsüller

Çalışmada kullanılan indikatör kapsüller (Captec Alkane Controlled Release Capsules) 25-80 kg arasında canlı ağırlığa sahip koyunlarda rumen içine uygulanacak şekilde dizayn edilmiş ticari kapsüllerdir. Kapsül içeriği 1 gr n-Dotriacontane (C₃₂) + 1 gr n-Hexatriacontane (C₃₆) şeklindedir. Kapsüllerden rumen içerisine C₃₂ ve C₃₆ salınımı günlük olarak her biri için yaklaşık 50 mg dır. Kapsüller yaklaşık 20 günlük bir periyot süresince rumende aktif halde bulunmaktadır.

Kapsüller uygulama zamanına kadar serin ve kuru ortamda, güneş ışığına maruz bırakılmayacak şekilde muhafaza edilmiştir.

10 günlük alıştırma dönemini takiben 10. günde kapsüller özel sondası yardımıyla hayvanlara yutturulmuştur.



Şekil 2.1. Alkan İndikatör Kapsül



Şekil 2.2. Kapsül Yutturma Sondası



Şekil 2.3. Deneme hayvanlarının yerleştirildiği bireysel kafesler.

2.2. Yöntem

2.2.1. Besleme Şekli

Çalışmada, kapalı mekanda kontrollü yemleme yapıldı. Deneme 10 günlük alıştırma dönemi dahil toplam 30 gün sürdü. Deneme süresince hayvan başına, günlük toplam 1800 gr yem verildi. Bu süre içerisinde konsantre yem tüketen gruplarda konsantre yem miktarı tedricen artırıldı.

Günlük 1800 gr lık yemin kaba yem ve konsantre yem oranı gruplara göre şu şekilde ayarlandı:

A Grubu	1800 gr Kuru Ot
B Grubu	1350 gr Kuru ot + 450 gr Konsantre Yem
C Grubu	900 gr Kuru ot + 900 gr Konsantre Yem

Günlük verilecek toplam yem miktarı tartılarak iki öğün halinde verildi. Her gün aynı saatlerde olacak şekilde sabah 08:00-08:30 arası, akşam 17:00-17:30 arası yemleme yapıldı. Konsantre ve kaba yem ayrı ayrı verildi. Tüm gruplarda konsantre yemin tamamı hayvanlar tarafından tüketilirken artan yemi kaba yem oluşturdu. Her sabah 08:00'da hayvanların önlerindeki artan yemler alınarak tartıldı ve kaydedildi.

10 günlük alıştırma dönemini takiben 10. günde indikatör kapsüller özel sondası ile hayvanlara yutturularak deneme başlatıldı.

2.2.2. Dışkı Numunelerinin Toplanması

Dışkı toplama işlemi kapsüllerin yutturulmasını takip eden 8.-14. günler arası toplam 7 gün olacak şekilde yapıldı. Dışkı numuneleri sabah, akşam ve karma numune olmak üzere üç şekilde alındı. Her sabah ilk yemlemeyi takiben saat 09:00'dan itibaren hayvanların çıkarmış oldukları ilk dışkılarından 100-150 gr yaş ağırlıkta sabah

numuneleri alındı. Akşam ikinci yemlemeden önce saat 16:30'da kafesin altında biriken dışkılar dışkı toplama kabına toplandı ve bu saatten itibaren hayvanların çıkardıkları dışkılarından yine 100-150 gr yaş ağırlıkta akşam numuneleri alındı. Her sabah hayvanlara ilk yemleme yapılmadan önce, 24 saat boyunca kafesin alt kısmında ve dışkı toplama kabında biriken dışkılar toplanarak tartıldı. Sabah ve akşam alınan dışkı numunesi ağırlıkları toplam dışkı miktarına eklenerek toplam dışkı ağırlığı kaydedildi. Toplam dışkıdan iyice karıştırıldıktan sonra 100-150 gr yaş ağırlıkta numune alınarak karma numune olarak kaydedildi.

Toplanan dışkı numuneleri günlük olarak havalandırılmalı etüve konularak 60 derecede sabit ağırlığa erişinceye kadar kurutuldu. Kurutulan numuneler öğütülerek hava almayacak şekilde poşetlendi ve gerekli analizler yapılınca kadar bu şekilde muhafaza edildi.

2.2.3. Besin Madde Analizleri

Usulüne uygun olarak alınmış yem numunelerinde ham besin madde analizleri A.O.A.C.'de (1) belirtilen yöntemlere göre Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Ana Bilim Dalı Laboratuvarında yapıldı. Yem numunelerinin ham besin madde miktarları Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Denemede kullanılan kaba ve konsantre yemlerin besin madde içerikleri (%).

	KM	HP	HY	HS	HK
Kuru Ot	90	6,7	2,0	28,8	7,9
Konsantre Yem	88	15,7	2,7	6,4	6,8

2.2.4. Numunelerin Analiz İçin Hazırlanması

Kaba yem ve dışkı numuneleri analiz için aynı şekilde hazırlandı. Kurutularak öğütülen dışkı numunelerinden 0,5 gr tartılarak vidalı kapaklı, 25 ml'lik, ısıya dayanıklı, cam şişelere (Scholt Duran) konuldu. Üzerine 7 ml % 5 Etanolik KOH, 0,5 ml standart (0,25 mg/ml C₃₄) 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 soğumaya 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 vortex karıştırıcıda (VELP Scientifica Rx³) karıştırıldı. İyice karıştırılan numuneler plastik deney tüplerine alındı ve 5000 devirde 11-12 dk süreyle santrifüje (Nüve NF 200) edildi.

Whatman filtre tüplerine, tüpün yaklaşık 1/3 bölümüne kadar silika jel (Silica gel 60, 0,2-0,5 mesh, Fluka) 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 süzüldükten sonra heptan'ı uçurma amacıyla tekrar etüve yerleştirildi. 40 °C de 4-5 gün süreyle heptan tamamen uçuruldu.

Konsantre yem numunelerinin alkan analizi için hazırlanmasında Soxhlet ekstraksiyon yöntemi kullanıldı. Konsantre yem numunesinden her biri 3 g olacak şekilde 4 numune tartılarak 8 saat süreyle eter ekstraksiyona tabi tutuldu. Ekstraksiyon işleminden sonra yağ balonları 1 gün süreyle etüvde bekletilerek eter uçuruldu. Daha sonra yağ balonları sıcak heptanla yıkanarak numuneler 100 ml'lik

volumetrik balon jojelere alındı. Balon jojeler 3-4 saat bekletildikten sonra heptan'la 100 ml'e tamamlandı. Bu numunelerden 1'er ml alınarak mikroviallere kondu. Mikroviallerdeki numuneler 1 gece boyunca 50 °C'de uçurulduktan sonra 0,5 ml C₃₄ standartıyla çözülerek Gaz Kromatografi (GK) cihazına enjekte edildi.

2.2.5. Numunelerin Analizi

0,5 ml heptan ile eritilen numuneler GK analizi için mikrovial'e konuldu ve GK cihazında (Agilent Technologies 6890N) alkan analizleri yapıldı. Kolon olarak H-5 (Crosslinked 5 % PH ME Siloxane 25m x 0.32mm x 1.05µm film tichness) (Agilent, USA) kullanıldı. Gaz Kromatografi analiz şartları aşağıdaki şekilde ayarlanmıştır:

Enjektör ısısı	300° C
Kolon ısısı	295° C
Detektör ısısı	300° C
Kolon	Crosslinked 5 % PH ME Siloxane 25m x 0.32mm x 1.05µm film tichness
Taşıyıcı gaz	Helyum (9ml/d)
Süre	15 dk

2.2.6. İstatistiksel Analizler

Verilerin istatistik analizi için Minitab 12.1 programı kullanıldı (52).

2.2.7. Hesaplamalar

Alkan C₃₂, C₃₃ ve C₃₆ kullanılarak yapılan kuru madde tüketimi tahminleri (KMTt), toplam dışkı toplanarak yapılan kuru madde sindirilebilirliği (KMS),

indikatör ile yapılan kuru madde sindirilebilirliği tahminleri (KMSt) ve indikatör geri alınabilirliği (GA) aşağıda verilen formüllerle hesaplandı.

$$KMS = \frac{\text{Kuru madde tüketimi} - \text{Toplam dışkı KM'si}}{\text{Kuru madde tüketimi}}$$

Toplam dışkı toplama yönteminde KMS'ni hesaplamada kullanılan formül.

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

İndikatör ile yapılan KMSt'de kullanılan formül.

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

İndikatör geri alınabilirliğini hesaplamada kullanılan formül

Alkan C₃₂, C₃₃ ve C₃₆'nın dışkıdaki miktarları aşağıda verilen formüllerle hesaplanmıştır. Her sefer GK analizi yapıldığında toplam 50 numune (her bir numune için tek enjeksiyon) analiz edilmiş ve ilk ve son numune 3'er kez enjekte edilmek üzere alkan C₃₄ olmuştur. Numunelerin GK çıktısından elde edilen her bir alkanın alanı önce standart olarak kullanılan alkan C₃₄'ün ortalama alanına (toplam 6 enjeksiyonun ortalaması) göre düzeltilmiş ve sonraki formülle 1 gr dışkıdaki miktarları hesap edilmiştir.

$$\text{Düzeltilmiş alan} = \frac{\text{Ortalama alkan C}_{34} \text{ alanı (standart)}}{\text{Numunedeki alkan C}_{34} \text{ alanı}} * \text{Alkan alanı}$$

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

Dışkıdaki alkan miktarlarını hesaplamada kullanılan formüller.
Alkan alanı: Alkan C₃₂, C₃₃ ve C₃₆'ya ait GK analizinde elde edilen pike ait alan.

3. BULGULAR

3.1. Denemede Kullanılan Kaba ve Konsantre Yemin Alkan İçerikleri

Deneme kullanılan kaba ve konsantre yemin alkan içeriği Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1. Denemede kullanılan kaba ve konsantre yemlerin alkan (mg/kg KM) içerikleri (Ort. \pm Sx).

Yem Maddesi	C ₃₂	C ₃₃	C ₃₆
Kuru Ot	3,27 \pm 0,19	19,79 \pm 0,26	*
Konsantre Yem	4,52 \pm 0,47	4,11 \pm 0,15	*

* Analizlerde tespit edilemedi

Kaba ve konsantre yemler için 1, 3, 5 ve 7. günlerde olmak üzere dörder adet numune alınmıştır. Analizlerde her iki yemde de C₃₆ alkanı tespit edilememiştir.

3.2. Alkanların Geri Alınabilirlik Sonuçları

KMTt ve KMSt’de kullanılan C₃₂, C₃₃, C₃₆ alkanlarının karma numuneler kullanılarak hesap edilen geri alınabilirlik (GA) oranları deneme gruplarına göre Tablo 3.2, Tablo 3.3 ve Tablo 3.4’te verilmiştir.

Tablo 3.2. A grubunda alkan C₃₂, C₃₃, C₃₆ 'nın geri alınabilirlikleri.

Hayvan	GA ₃₂	GA ₃₃	GA ₃₆
A1	0,92	0,94	0,92
A2	0,92	0,92	0,92
A3	0,95	0,96	0,91
A4	0,94	0,92	0,93
A5	0,93	0,93	0,92
Ortalama	0,93	0,93	0,92

Tablo 3.3. B grubunda alkan C₃₂, C₃₃, C₃₆ 'nın geri alınabilirlikleri.

Hayvan	GA ₃₂	GA ₃₃	GA ₃₆
B1	0,92	0,92	0,90
B2	0,92	0,91	0,90
B3	0,91	0,91	0,90
B4	0,91	0,90	0,91
B5	0,90	0,89	0,89
Ortalama	0,91	0,91	0,90

Tablo 3.4. C grubunda alkan C₃₂, C₃₃, C₃₆ 'nın geri alınabilirlikleri.

Hayvan	GA ₃₂	GA ₃₃	GA ₃₆
C1	0,89	0,91	0,89
C2	0,92	0,92	0,90
C3	0,88	0,90	0,88
C4	0,90	0,92	0,89
C5	0,87	0,90	0,86
Ortalama	0,89	0,91	0,88

Tablo 3.5. Gruplara göre alkanların geri alınabilirlik ortalamaları (Ort. ± Sx).

Grup	GA ₃₂	GA ₃₃	GA ₃₆
A	0,93 ± 0,006 ^a	0,93 ± 0,007 ^a	0,92 ± 0,003 ^a
B	0,91 ± 0,004 ^{ab}	0,91 ± 0,005 ^b	0,90 ± 0,003 ^b
C	0,89 ± 0,009 ^{ABb}	0,91 ± 0,004 ^{Ab}	0,88 ± 0,007 ^{Bb}

^{ABC}: Aynı satırda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark P < 0,05 düzeyinde anlamlıdır.

^{abc}: Aynı sütunda farklı harf taşıyan değerler arasındaki fark P < 0,05 düzeyinde anlamlıdır

3.3. Kuru Madde Tüketimi ve Kuru Madde Sindirilebilirliği

Gruplara ait, gerçek kuru madde tüketimi (KMT) ve kuru madde sindirilebilirliği (KMS) sonuçları Tablo 3.6’da verilmiştir.

Tablo 3.6. Deneme gruplarına ait KMT (kg/gün), Toplam dışkı (kg/gün KM) ve KMS (%) sonuçları.

Hayvan	Rasyon	KMT	Toplam dışkı	KMS
A1	A	0,985	0,453	54,03
A2	A	0,852	0,438	48,60
A3	A	1,070	0,491	54,10
A4	A	0,749	0,380	49,27
A5	A	0,819	0,406	50,44
Ortalama		0,895	0,434	51,29
Sx		0,058	19,1	0,012
B				
B1	B	1,276	0,594	53,42
B2	B	1,258	0,554	55,96
B3	B	1,244	0,523	57,94
B4	B	1,245	0,540	56,60
B5	B	1,017	0,427	58,01
Ortalama		1,208	0,528	56,39
Sx		0,048	27,7	0,009
C				
C1	C	1,235	0,469	62,03
C2	C	1,405	0,564	59,82
C3	C	1,203	0,431	64,15
C4	C	1,253	0,485	61,25
C5	C	1,511	0,583	61,44
Ortalama		1,321	0,507	61,74
Sx		0,059	28,9	0,007

3.4. Kuru Madde Tüketimi Tahmini Sonuçları

Denemede hesaplanan gerçek KMT değerleri ile karma, sabah ve akşam numunelerindeki C₃₃:C₃₂ ve C₃₃:C₃₆ alkan çiftleri kullanılarak hesaplanan kuru madde tüketimi tahminleri (KMTt) Tablo 3.7, Tablo 3.8, Tablo 3.9, Tablo 3.10, Tablo 3.11, Tablo 3.12, Tablo 3.13, Tablo 3.14 ve Tablo 3.15’te verilmiştir.

Tablo 3.7. A grubundaki hayvanların karma numuneleri kullanılarak hesap edilen KMTt’i sonuçları (kg/gün).

Hayvan	KMT	KMTt ₃₂ Karma	Fark	KMTt ₃₆ Karma	Fark
A1	0,985	1,013	0,028	1,018	0,033
A2	0,852	0,902	0,050	0,930	0,078
A3	1,070	1,130	0,060	1,228	0,158
A4	0,749	0,841	0,091	0,910	0,161
A5	0,819	0,863	0,043	0,942	0,123
Ortalama	0,895	0,950	0,055	1,006	0,111
Sx	0,058	0,054	-	0,059	-
R ²	-	0,97	-	0,83	-

Regresyon formülleri: $KMT = -0,114 + 1,06 KMTt_{32}Karma$; $P < 0,01$
 $KMT = -0,016 + 0,906 KMTt_{36}Karma$; $P < 0,05$

Tablo 3.8. A grubundaki hayvanların sabah numuneleri kullanılarak hesap edilen KMTt'i sonuçları (kg/gün).

Hayvan	KMT	KMTt ₃₂ sabah	Fark	KMTt ₃₆ sabah	Fark
A1	0,985	1,001	0,016	1,029	0,044
A2	0,852	0,960	0,108	0,931	0,078
A3	1,070	1,281	0,211	1,276	0,206
A4	0,749	0,838	0,089	0,839	0,089
A5	0,819	0,898	0,078	0,977	0,158
Ortalama	0,895	0,996	0,100	1,010	0,115
Sx	0,058	0,077	-	0,073	-
R ²	-	0,86	-	0,86	-

Regresyon formülleri: $KMT = 0,195 + 0,703 KMTt_{32}Sabah$; $P < 0,05$
 $KMT = 0,153 + 0,735 KMTt_{36}Sabah$; $P < 0,05$

Tablo 3.9. A grubundaki hayvanların akşam numuneleri kullanılarak hesap edilen KMTt'i sonuçları (kg/gün).

Hayvan	KMT	KMTt ₃₂ akşam	Fark	KMTt ₃₆ akşam	Fark
A1	0,985	1,034	0,049	0,992	0,007
A2	0,852	0,955	0,102	0,902	0,050
A3	1,070	1,168	0,098	1,123	0,053
A4	0,749	0,837	0,087	0,905	0,156
A5	0,819	0,890	0,071	1,010	0,191
Ortalama	0,895	0,977	0,082	0,987	0,092
Sx	0,058	0,058	-	0,041	-
R ²	-	0,97	-	0,65	-

Regresyon formülleri: $KMT = -0,0698 + 0,988 KMTt_{32}Akşam$; $P < 0,01$
 $KMT = -0,245 + 1,16 KMTt_{36}Akşam$; $P > 0,05$

Tablo 3.10. B grubundaki hayvanların karma numuneleri kullanılarak hesap edilen KMTt'i sonuçları (kg/gün).

Hayvan	KMT	KMTt ₃₂ Karma	Fark	KMTt ₃₆ Karma	Fark
B1	1,276	1,264	- 0,012	1,310	0,034
B2	1,258	1,224	- 0,034	1,322	0,064
B3	1,244	1,171	- 0,072	1,245	0,001
B4	1,245	1,184	- 0,061	1,277	0,032
B5	1,017	0,940	- 0,077	1,049	0,032
Ortalama	1,208	1,157	- 0,051	1,241	0,033
Sx	0,048	0,057	-	0,050	-
R²	-	0,97	-	0,96	-

Regresyon formülleri: $KMT = 0,239 + 0,838 KMTt_{32}Karma$; $P < 0,01$

$KMT = 0,033 + 0,947 KMTt_{36}Karma$; $P < 0,01$

Tablo 3.11. B grubundaki hayvanların sabah numuneleri kullanılarak hesap edilen KMTt'i sonuçları (kg/gün).

Hayvan	KMT	KMTt ₃₂ sabah	Fark	KMTt ₃₆ sabah	Fark
B1	1,276	1,264	- 0,012	1,255	- 0,021
B2	1,258	1,250	- 0,008	1,308	0,050
B3	1,244	1,193	- 0,051	1,244	0,000
B4	1,245	1,210	- 0,035	1,238	- 0,007
B5	1,017	0,983	- 0,034	1,068	0,051
Ortalama	1,208	1,180	- 0,028	1,222	0,014
Sx	0,048	0,051	-	0,041	-
R²	-	0,98	-	0,92	-

Regresyon formülleri: $KMT = 0,106 + 0,934 KMTt_{32}Sabah$; $P = 0,001$

$KMT = -0,178 + 1,13 KMTt_{36}Sabah$; $P < 0,05$

Tablo 3.12. B grubundaki hayvanların akşam numuneleri kullanılarak hesap edilen KMTt'i sonuçları (kg/gün).

Hayvan	KMT	KMTt ₃₂ akşam	Fark	KMTt ₃₆ akşam	Fark
B1	1,276	1,245	- 0,031	1,307	0,032
B2	1,258	1,147	- 0,111	1,256	- 0,002
B3	1,244	1,154	- 0,090	1,260	0,016
B4	1,245	1,125	- 0,120	1,186	- 0,059
B5	1,017	0,884	- 0,133	1,047	0,030
Ortalama	1,208	1,111	- 0,097	1,211	0,003
Sx	0,048	0,060	-	0,045	-
R²	-	0,94	-	0,88	-

Regresyon formülleri: $KMT = 0,349 + 0,774 KMTt_{32}Akşam$; $P < 0,01$
 $KMT = 0,003 + 0,995 KMTt_{36}Akşam$; $P < 0,05$

Tablo 3.13. C grubundaki hayvanların karma numuneleri kullanılarak hesap edilen KMTt'i sonuçları (kg/gün).

Hayvan	KMT	KMTt ₃₂ Karma	Fark	KMTt ₃₆ Karma	Fark
C1	1,235	1,167	- 0,069	1,291	0,055
C2	1,405	1,329	- 0,076	1,259	- 0,145
C3	1,203	1,300	0,097	1,339	0,136
C4	1,253	1,243	- 0,010	1,244	- 0,009
C5	1,511	1,586	0,075	1,579	0,068
Ortalama	1,321	1,325	0,003	1,343	0,021
Sx	0,059	0,071	-	0,061	-
R²	-	0,75	-	0,47	-

Regresyon formülleri: $KMT = 0,371 + 0,717 KMTt_{32}Karma$; $P > 0,05$
 $KMT = 0,439 + 0,657 KMTt_{36}Karma$; $P > 0,05$

Tablo 3.14. C grubundaki hayvanların sabah numuneleri kullanılarak hesap edilen KMTt'i sonuçları (kg/gün).

Hayvan	KMT	KMTt ₃₂ sabah	Fark	KMTt ₃₆ sabah	Fark
C1	1,235	1,156	- 0,079	1,333	0,098
C2	1,405	1,321	- 0,084	1,246	- 0,158
C3	1,203	1,198	- 0,005	1,243	0,040
C4	1,253	1,262	0,010	1,312	0,059
C5	1,511	1,515	0,004	1,567	0,055
Ortalama	1,321	1,291	- 0,031	1,340	0,019
Sx	0,059	0,063	-	0,059	-
R ²	-	0,89	-	0,50	-

Regresyon formülleri: $KMT = 0,181 + 0,884 KMTt_{32}Sabah$; $P < 0,05$
 $KMT = 0,388 + 0,697 KMTt_{36}Sabah$; $P > 0,05$

Tablo 3.15. C grubundaki hayvanların akşam numuneleri kullanılarak hesap edilen KMTt'i sonuçları (kg/gün).

Hayvan	KMT	KMTt ₃₂ akşam	Fark	KMTt ₃₆ akşam	Fark
C1	1,235	1,169	- 0,066	1,146	- 0,090
C2	1,405	1,394	- 0,010	1,260	- 0,145
C3	1,203	1,224	0,021	1,289	0,086
C4	1,253	1,170	- 0,083	1,197	- 0,055
C5	1,511	1,518	0,006	1,416	- 0,096
Ortalama	1,321	1,295	- 0,026	1,261	- 0,060
Sx	0,059	0,069	-	0,046	-
R ²	-	0,93	-	0,56	-

Regresyon formülleri: $KMT = 0,265 + 0,816 KMTt_{32}Akşam$; $P < 0,01$
 $KMT = 0,114 + 0,957 KMTt_{36}Akşam$; $P > 0,05$

3.5. Kuru Madde Tüketimi Tahminlerinin Hesaplamada Kullanılan Alkan Çiftlerine ve Numune Alım Zamanlarına Göre Sonuçları

Deneme gruplarında $C_{33}:C_{32}$ ve $C_{33}:C_{36}$ alkan çiftleriyle yapılan KMTt hesaplamalarının, kullanılan alkan çiftlerine göre sonuçları Tablo 3.16, Tablo 3.17, Tablo 3.18'de, numune alım zamanlarına göre sonuçları, Tablo 3.19, Tablo 3.20, Tablo 3.21'de, genel ortalamaları ise Tablo 3.22, Tablo 3.23 ve Tablo 3.24'te verilmiştir.

Tablo 3.16. A grubunda $C_{33}:C_{32}$ ve $C_{33}:C_{36}$ alkan çiftleriyle yapılan KMTt'nin C_{32} ve C_{36} alkanlarına göre ortalamaları

Hayvan	KMT	KMTt ₃₂ Ort	Fark	KMTt ₃₆ Ort	Fark
A1	0,985	1,016	0,031	1,013	0,028
A2	0,852	0,939	0,087	0,921	0,068
A3	1,070	1,193	0,123	1,209	0,139
A4	0,749	0,839	0,089	0,885	0,136
A5	0,819	0,883	0,064	0,976	0,157
Ortalama	0,895	0,974	0,079	1,001	0,106
Sx	0,058	0,062	-	0,057	-
R ²	-	0,94	-	0,83	-

Regresyon formülleri: $KMT = 0,012 + 0,907 KMTt_{32}Ort$; $P < 0,01$

$KMT = - 0,041 + 0,935 KMTt_{36}Ort$; $P < 0,05$

Tablo 3.17. B grubunda C₃₃:C₃₂ ve C₃₃:C₃₆ alkan çiftleriyle yapılan KMTt'nin C₃₂ ve C₃₆ alkanlarına göre ortalamaları

Hayvan	KMT	KMTt ₃₂ Ort	Fark	KMTt ₃₆ Ort	Fark
B1	1,276	1,258	- 0,018	1,291	0,015
B2	1,258	1,207	- 0,051	1,295	0,037
B3	1,244	1,173	- 0,071	1,250	0,006
B4	1,245	1,173	- 0,072	1,234	- 0,011
B5	1,017	0,935	- 0,081	1,054	0,038
Ortalama	1,208	1,149	- 0,059	1,225	0,017
Sx	0,048	0,056	-	0,044	-
R ²	-	0,97	-	0,97	-

Regresyon formülleri: $KMT = 0,230 + 0,851 KMTt_{32}Ort$; $P < 0,01$
 $KMT = - 0,101 + 1,07 KMTt_{36}Ort$; $P < 0,01$

Tablo 3.18. C grubunda C₃₃:C₃₂ ve C₃₃:C₃₆ alkan çiftleriyle yapılan KMTt'nin C₃₂ ve C₃₆ alkanlarına göre ortalamaları

Hayvan	KMT	KMTt ₃₂ Ort	Fark	KMTt ₃₆ Ort	Fark
C1	1,235	1,164	- 0,071	1,256	0,021
C2	1,405	1,348	- 0,057	1,255	- 0,150
C3	1,203	1,241	0,038	1,290	0,087
C4	1,253	1,225	- 0,028	1,251	- 0,002
C5	1,511	1,540	0,028	1,521	0,009
Ortalama	1,321	1,303	- 0,018	1,315	- 0,007
Sx	0,059	0,066	-	0,052	-
R ²	-	0,89	-	0,58	-

Regresyon formülleri: $KMT = 0,227 + 0,839 KMTt_{32}Ort$; $P < 0,05$
 $KMT = 0,195 + 0,857 KMTt_{36}Ort$; $P > 0,05$

Tablo 3.19. A grubunda C₃₃:C₃₂ ve C₃₃:C₃₆ alkan çiftleriyle yapılan KMT'nin numune alım zamanına göre ortalamaları

Hayvan	KMT	Karma ₃₂₋₃₆ Ort	Fark	Sabah ₃₂₋₃₆ Ort	Fark	Akşam ₃₂₋₃₆ Ort	Fark
A1	0,985	1,016	0,031	1,015	0,030	1,013	0,028
A2	0,852	0,916	0,064	0,945	0,093	0,928	0,076
A3	1,070	1,179	0,109	1,278	0,208	1,146	0,076
A4	0,749	0,876	0,126	0,839	0,089	0,871	0,122
A5	0,819	0,902	0,083	0,937	0,118	0,950	0,131
Ort	0,895	0,978	0,083	1,003	0,108	0,982	0,087
Sx	0,048	0,045	-	0,061	-	0,038	-
R²	-	0,92	-	0,87	-	0,92	-

Regresyon formülleri: KMT = - 0,084 + 1,00 KMTtKarma; P < 0,01
 KMT = 0,162 + 0,731 KMTtSabah; P < 0,01
 KMT = - 0,272 + 1,19 KMTtAkşam; P < 0,01

Tablo 3.20. B grubunda C₃₃:C₃₂ ve C₃₃:C₃₆ alkan çiftleriyle yapılan KMT'nin numune alım zamanına göre ortalamaları

Hayvan	KMT	Karma ₃₂₋₃₆ Ort	Fark	Sab ₃₂₋₃₆ Ort	Fark	Akş ₃₂₋₃₆ Ort	Fark
B1	1,276	1,287	0,011	1,259	-0,017	1,276	0,000
B2	1,258	1,273	0,015	1,279	0,021	1,201	-0,057
B3	1,244	1,208	-0,035	1,218	-0,026	1,207	-0,037
B4	1,245	1,230	-0,015	1,224	-0,021	1,156	-0,090
B5	1,017	0,994	-0,023	1,025	0,008	0,965	-0,052
Ort	1,208	1,199	-0,009	1,201	-0,007	1,161	-0,047
Sx	0,039	0,043	-	0,037	-	0,043	-
R²	-	0,97	-	0,97	-	0,93	-

Regresyon formülleri: KMT = 0,137 + 0,894 KMTtKarma; P = 0,000
 KMT = - 0,042 + 1,04 KMTtSabah; P = 0,000
 KMT = 0,187 + 0,880 KMTtAkşam; P < 0,01

Tablo 3.21. C grubunda C₃₃:C₃₂ ve C₃₃:C₃₆ alkan çiftleriyle yapılan KMTt'nin numune alım zamanına göre ortalamaları

Hayvan	KMT	Karma ₃₂₋₃₆ Ort	Fark	Sab ₃₂₋₃₆ Ort	Fark	Akş ₃₂₋₃₆ Ort	Fark
C1	1,235	1,229	-0,007	1,245	0,009	1,158	-0,078
C2	1,405	1,294	-0,111	1,284	-0,121	1,327	-0,078
C3	1,203	1,320	0,116	1,221	0,018	1,257	0,053
C4	1,253	1,243	-0,009	1,287	0,034	1,184	-0,069
C5	1,511	1,583	0,071	1,541	0,029	1,467	-0,045
Ort	1,321	1,334	0,012	1,315	-0,006	1,278	-0,043
Sx	0,048	0,053	-	0,047	-	0,045	-
R²	-	0,64	-	0,77	-	0,82	-

Regresyon formülleri: $KMT = 0,345 + 0,732 KMTtKarma$; $P > 0,05$

$KMT = 0,148 + 0,892 KMTtSabah$; $P < 0,05$

$KMT = 0,096 + 0,958 KMTtAkşam$; $P < 0,05$

Tablo 3.22. A grubunda yapılan KMTt'nin alkan çifti ve numune alım zamanı gözetilmeksizin ortalamaları

Hayvan	KMT	KMTt Ort	Fark
A1	0,985	1,015	0,030
A2	0,852	0,930	0,078
A3	1,070	1,201	0,131
A4	0,749	0,862	0,112
A5	0,819	0,930	0,111
Ortalama	0,895	0,987	0,092
Sx	0,058	0,059	-
R²	-	0,91	-

Regresyon formülü: $KMT = - 0,039 + 0,946 KMTtOrt$; $P < 0,05$

Tablo 3.23. B grubunda yapılan KMTt'nin alkan çifti ve numune alım zamanı gözetilmeksizin ortalamaları

Hayvan	KMT	KMTt Ort	Fark
B1	1,276	1,274	- 0,002
B2	1,258	1,251	- 0,007
B3	1,244	1,211	- 0,033
B4	1,245	1,203	- 0,042
B5	1,017	0,995	- 0,022
Ortalama	1,208	1,187	- 0,021
Sx	0,048	0,050	-
R ²	-	0,98	-

Regresyon formülü: $KMT = 0,072 + 0,957 KMTtOrt$; $P < 0,01$

Tablo 3.24. C grubunda yapılan KMTt'nin alkan çifti ve numune alım zamanı gözetilmeksizin ortalamaları

Hayvan	KMT	KMTt Ort	Fark
C1	1,235	1,210	- 0,025
C2	1,405	1,301	- 0,103
C3	1,203	1,266	0,062
C4	1,253	1,238	- 0,015
C5	1,511	1,530	0,019
Ortalama	1,321	1,309	- 0,012
Sx	0,059	0,057	-
R ²	-	0,79	-

Regresyon formülü: $KMT = 0,129 + 0,911 KMTtOrt$; $P < 0,05$

3.6. Kuru Madde Sindirilebilirliği Tahmini Sonuçları

Denemede toplam dışkı toplama yöntemiyle belirlenen gerçek KMS değerleri ile karma, sabah ve akşam numunelerindeki C₃₂, C₃₃, C₃₆ alkanları kullanılarak hesaplanan kuru madde sindirilebilirliği tahminleri (KMSt) Tablo 3.25, Tablo 3.26, Tablo 3.27, Tablo 3.28, Tablo 3.29, Tablo 3.30, Tablo 3.31, Tablo 3.32 ve Tablo 3.33'te verilmiştir.

Tablo 3.25. A grubunda karma numuneler kullanılarak yapılan KMSt sonuçları

Hayvan	KMS	KMSt ₃₂	KMSt ₃₃	KMSt ₃₆
A1	0,54	0,55	0,56	0,55
A2	0,49	0,50	0,53	0,50
A3	0,54	0,58	0,57	0,55
A4	0,49	0,49	0,53	0,48
A5	0,50	0,52	0,51	0,49
Ortalama	0,51	0,53	0,54	0,51
Sx	0,012	0,017	0,011	0,015
Regresyon formülleri:	KMS = 0,163 + 0,661 KMSt ₃₂ ; R ² = 89,2; P < 0,05			
	KMS = 0,017 + 0,917 KMSt ₃₃ ; R ² = 75,2; P > 0,05			
	KMS = 0,130 + 0,743 KMSt ₃₆ ; R ² = 93,2; P < 0,01			

Tablo 3.26. A grubunda sabah numuneleri kullanılarak yapılan KMSt sonuçları

Hayvan	KMS	KMSt ₃₂	KMSt ₃₃	KMSt ₃₆
A1	0,54	0,52	0,55	0,52
A2	0,49	0,49	0,52	0,48
A3	0,54	0,51	0,55	0,51
A4	0,49	0,48	0,51	0,47
A5	0,50	0,50	0,53	0,49
Ortalama	0,51	0,50	0,53	0,49
Sx	0,012	0,007	0,008	0,009
Regresyon formülleri:	KMS = -0,238 + 1,50 KMSt ₃₂ ; R ² = 84,0; P < 0,05			
	KMS = -0,228 + 1,39 KMSt ₃₃ ; R ² = 92,4; P < 0,01			
	KMS = - 0,080 + 1,20 KMSt ₃₆ ; R ² = 92,1; P < 0,01			

Tablo 3.27. A grubunda akşam numuneleri kullanılarak yapılan KMSt sonuçları

Hayvan	KMS	KMSt ₃₂	KMSt ₃₃	KMSt ₃₆
A1	0,54	0,56	0,55	0,53
A2	0,49	0,49	0,51	0,48
A3	0,54	0,57	0,54	0,52
A4	0,49	0,49	0,49	0,48
A5	0,50	0,52	0,53	0,49
Ortalama	0,51	0,53	0,52	0,50
Sx	0,012	0,017	0,011	0,011
Regresyon formülleri:	KMS = 0,159 + 0,671 KMSt ₃₂ ; R ² = 96,2; P < 0,01			
	KMS = 0,024 + 0,931 KMSt ₃₃ ; R ² = 75,0; P > 0,05			
	KMS = - 0,0335 + 1,09 KMSt ₃₆ ; R ² = 97,7; P = 0,001			

Tablo 3.28. B grubunda karma numuneler kullanılarak yapılan KMSt sonuçları

Hayvan	KMS	KMSt ₃₂	KMSt ₃₃	KMSt ₃₆
B1	0,53	0,54	0,52	0,50
B2	0,56	0,57	0,55	0,53
B3	0,58	0,58	0,59	0,51
B4	0,57	0,57	0,56	0,53
B5	0,58	0,57	0,58	0,52
Ortalama	0,56	0,57	0,56	0,52
Sx	0,009	0,007	0,012	0,006
Regresyon formülleri:	KMS = -0,162 + 1,28 KMSt ₃₂ ; R ² = 88,0; P < 0,05			
	KMS = 0,153 + 0,733 KMSt ₃₃ ; R ² = 93,8; P < 0,01			
	KMS = 0,153 + 0,794 KMSt ₃₆ ; R ² = 24,9; P > 0,05			

Tablo 3.29. B grubunda sabah numuneleri kullanılarak yapılan KMSt sonuçları

Hayvan	KMS	KMSt ₃₂	KMSt ₃₃	KMSt ₃₆
B1	0,53	0,54	0,51	0,51
B2	0,56	0,55	0,56	0,52
B3	0,58	0,58	0,58	0,54
B4	0,57	0,57	0,58	0,54
B5	0,58	0,58	0,57	0,54
Ortalama	0,56	0,56	0,56	0,53
Sx	0,009	0,008	0,013	0,006
Regresyon formülleri:	KMS = -0,043 + 1,08 KMSt ₃₂ ; R ² = 88,8; P < 0,05			
	KMS = 0,185 + 0,676 KMSt ₃₃ ; R ² = 90,5; P < 0,05			
	KMS = -0,165 + 1,38 KMSt ₃₆ ; R ² = 87,9; P < 0,05			

Tablo 3.30. B grubunda akşam numuneleri kullanılarak yapılan KMSt sonuçları

Hayvan	KMS	KMSt ₃₂	KMSt ₃₃	KMSt ₃₆
B1	0,53	0,56	0,51	0,50
B2	0,56	0,57	0,54	0,53
B3	0,58	0,60	0,58	0,55
B4	0,57	0,58	0,55	0,53
B5	0,58	0,58	0,56	0,53
Ortalama	0,56	0,58	0,55	0,53
Sx	0,009	0,007	0,012	0,008
Regresyon formülleri:	KMS = -0,119 + 1,18 KMSt ₃₂ ; R ² = 71,5; P > 0,05			
	KMS = 0,147 + 0,761KMSt ₃₃ ; R ² = 90,3; P < 0,05			
	KMS = 0,011 + 1,05KMSt ₃₆ ; R ² = 81,6; P < 0,05			

Tablo 3.31. C grubunda karma numuneler kullanılarak yapılan KMSt sonuçları

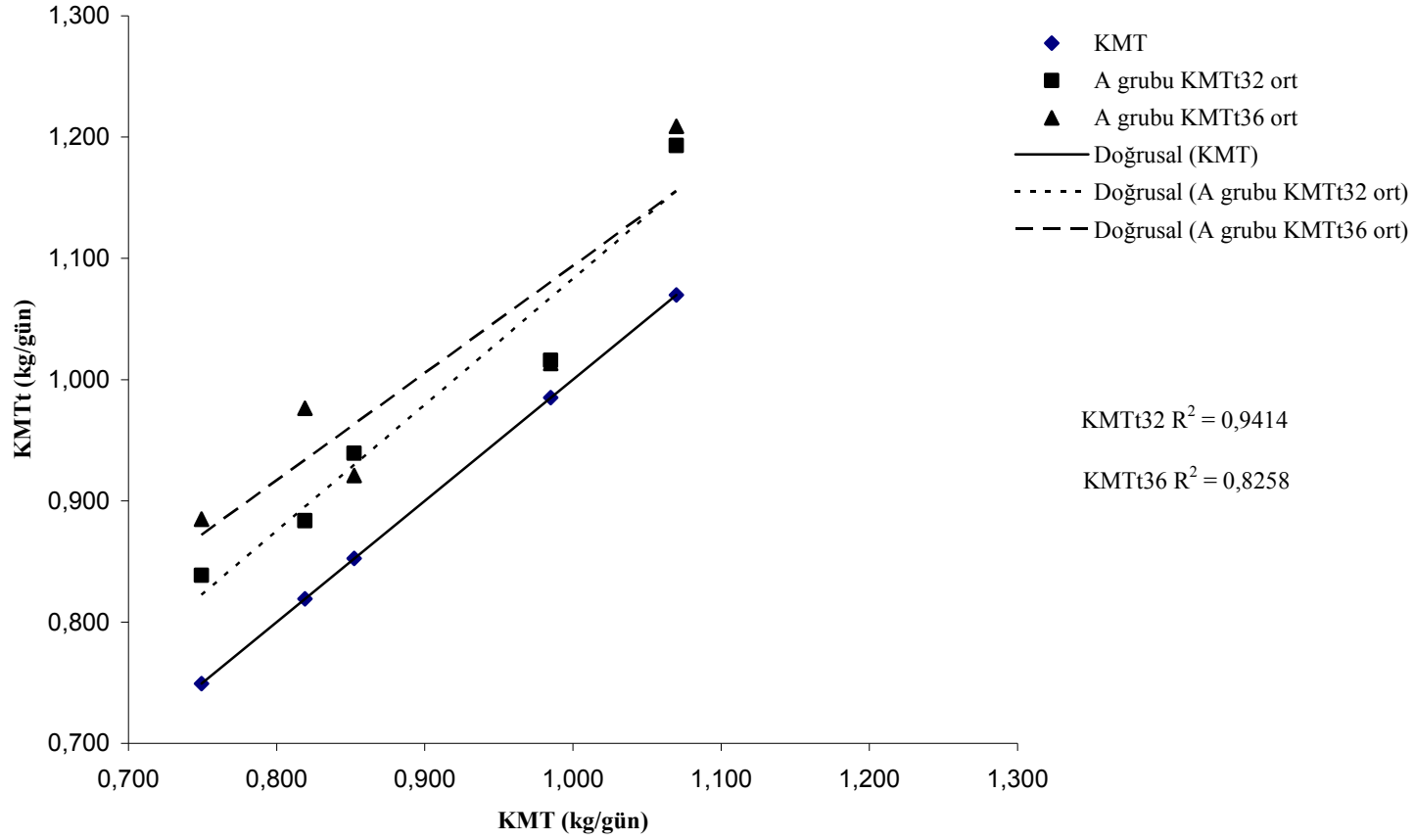
Hayvan	KMS	KMSt ₃₂	KMSt ₃₃	KMSt ₃₆
C1	0,62	0,62	0,63	0,60
C2	0,60	0,61	0,62	0,58
C3	0,64	0,64	0,66	0,63
C4	0,61	0,62	0,63	0,62
C5	0,61	0,61	0,64	0,58
Ortalama	0,62	0,62	0,64	0,60
Sx	0,007	0,005	0,007	0,010
Regresyon formülleri:	KMS = - 0,107 + 1,17 KMSt ₃₂ ; R ² = 88,8; P < 0,05			
	KMS = 0,049 + 0,891 KMSt ₃₃ ; R ² = 79,4; P < 0,05			
	KMS = 0,315 + 0,500 KMSt ₃₆ ; R ² = 56,5; P > 0,05			

Tablo 3.32. C grubunda sabah numuneleri kullanılarak yapılan KMSt sonuçları

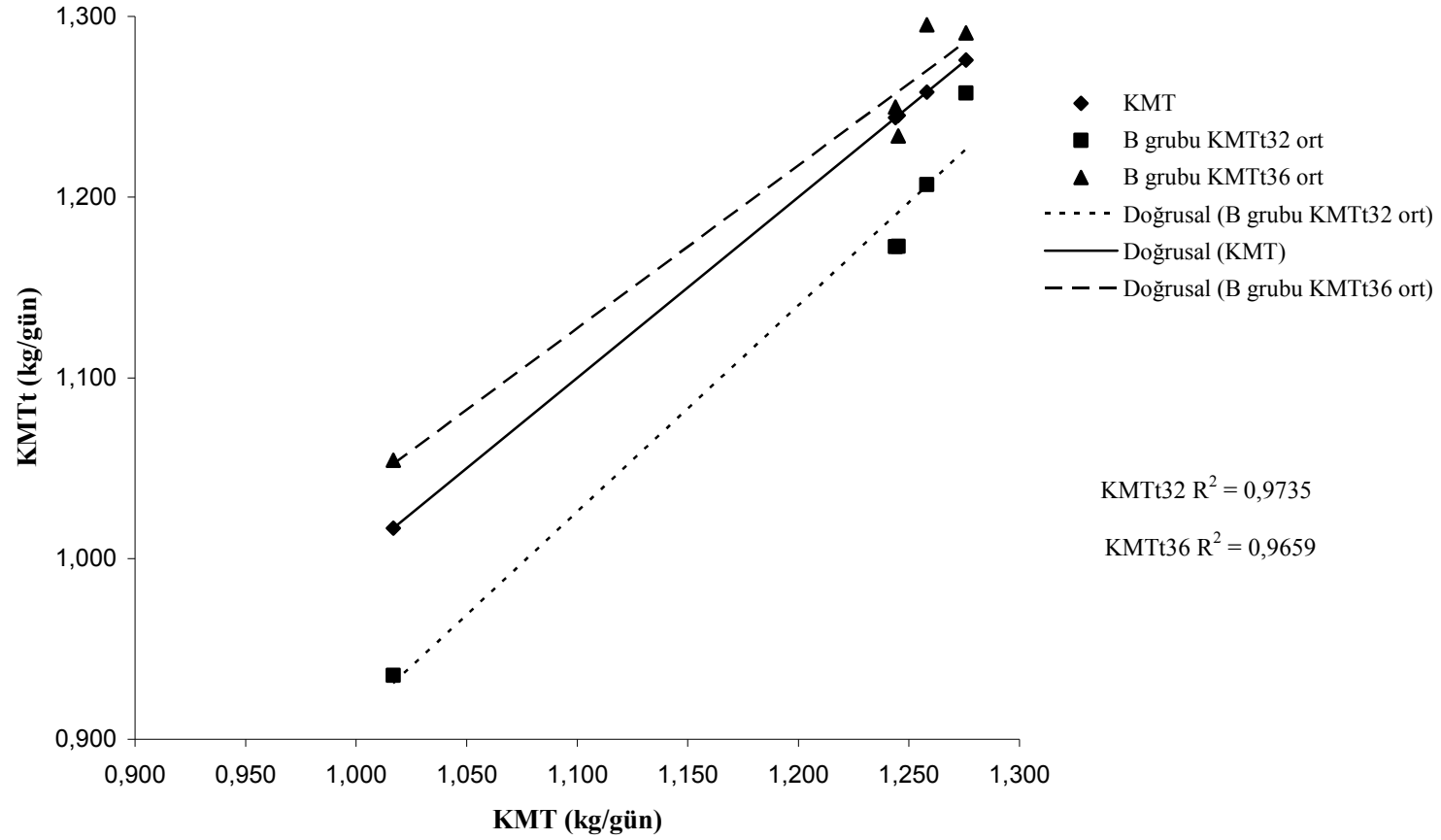
Hayvan	KMS	KMSt ₃₂	KMSt ₃₃	KMSt ₃₆
C1	0,62	0,60	0,63	0,52
C2	0,60	0,59	0,62	0,53
C3	0,64	0,62	0,67	0,63
C4	0,61	0,60	0,63	0,60
C5	0,61	0,58	0,62	0,56
Ortalama	0,62	0,60	0,63	0,57
Sx	0,007	0,007	0,009	0,021
Regresyon formülleri:	KMS = 0,100 + 0,864 KMSt ₃₂ ; R ² = 71,3; P > 0,05			
	KMS = 0,181 + 0,686 KMSt ₃₃ ; R ² = 88,0; P < 0,05			
	KMS = 0,501 + 0,203 KMSt ₃₆ ; R ² = 38,8; P > 0,05			

Tablo 3.33. C grubunda akşam numuneleri kullanılarak yapılan KMSt sonuçları

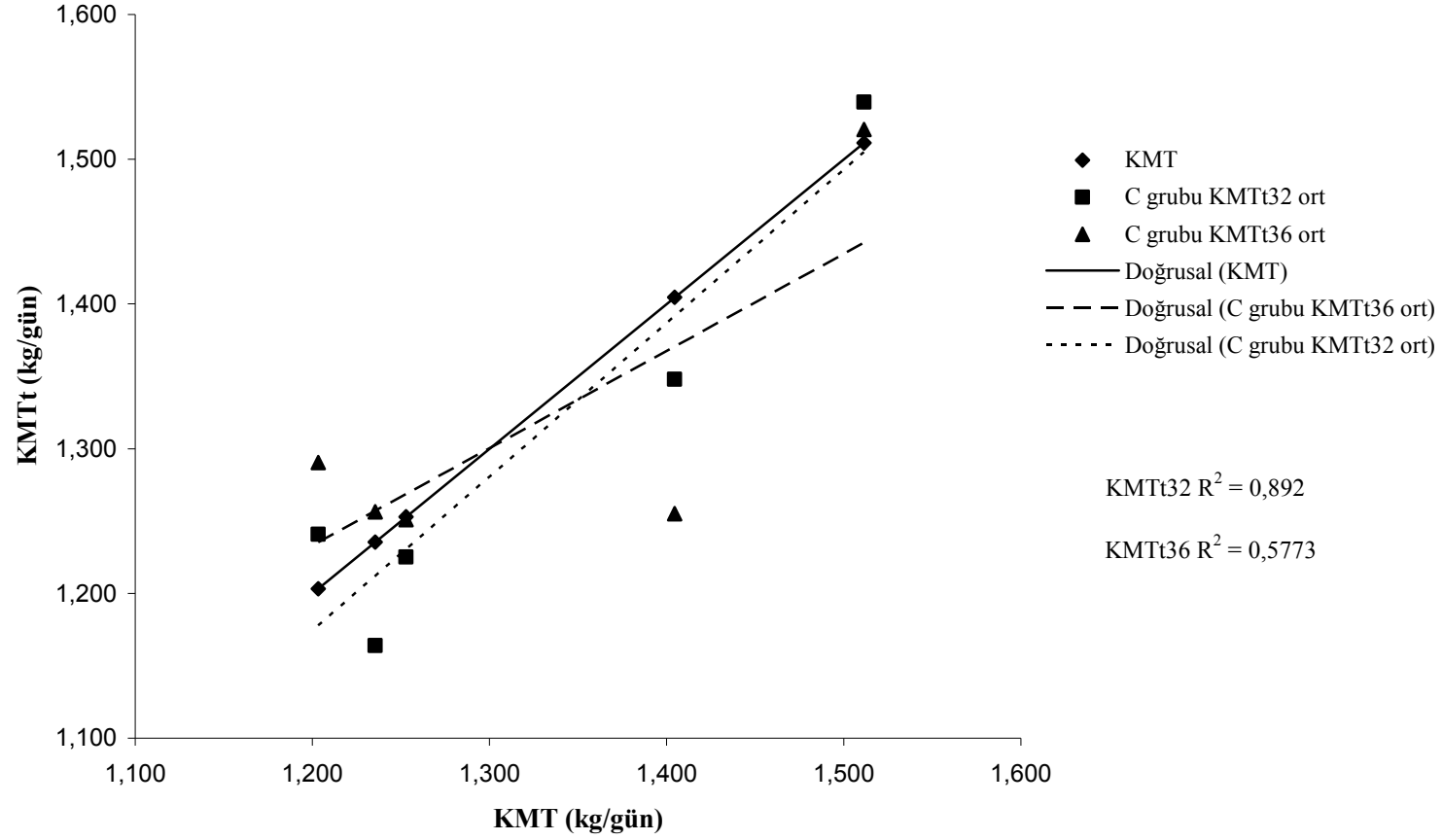
Hayvan	KMS	KMSt ₃₂	KMSt ₃₃	KMSt ₃₆
C1	0,62	0,60	0,63	0,57
C2	0,60	0,60	0,61	0,58
C3	0,64	0,62	0,65	0,62
C4	0,61	0,60	0,63	0,62
C5	0,61	0,58	0,63	0,55
Ortalama	0,62	0,60	0,63	0,59
Sx	0,007	0,006	0,006	0,014
Regresyon formülleri:	KMS = 0,166 + 0,750 KMSt ₃₂ ; R ² = 48,9; P > 0,05			
	KMS = - 0,014 + 1,00 KMSt ₃₃ ; R ² = 87,0; P < 0,05			
	KMS = 0,486 + 0,222 KMSt ₃₆ ; R ² = 20,7; P > 0,05			



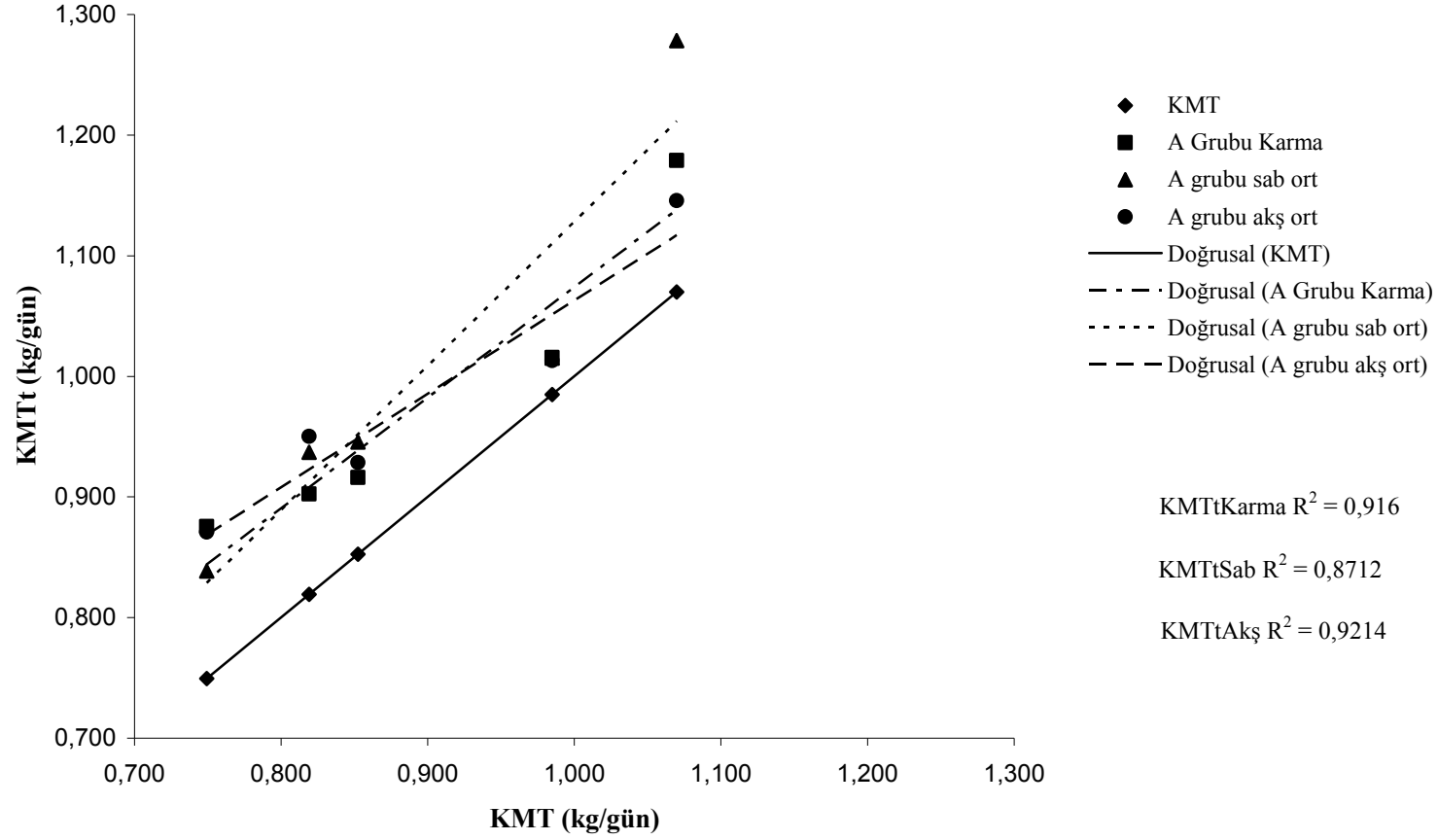
Grafik 3.1. A grubunun Gerçek KMT ve KMT_{t32}, KMT_{t36} ortalamalarının karşılaştırılması



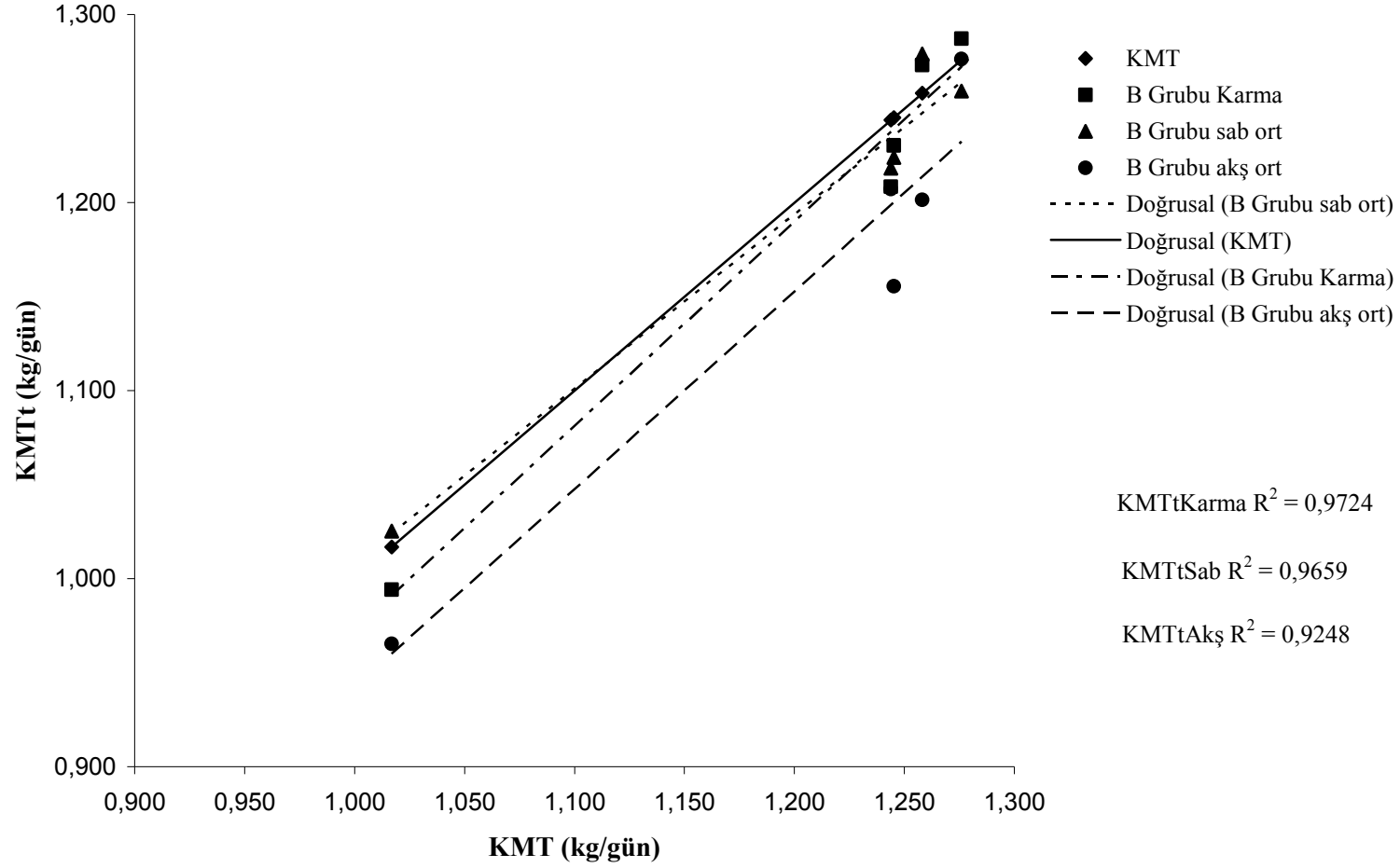
Grafik 3.2. B grubunun Gerçek KMT ve $KMTt_{32}$, $KMTt_{36}$ ortalamalarının karşılaştırılması



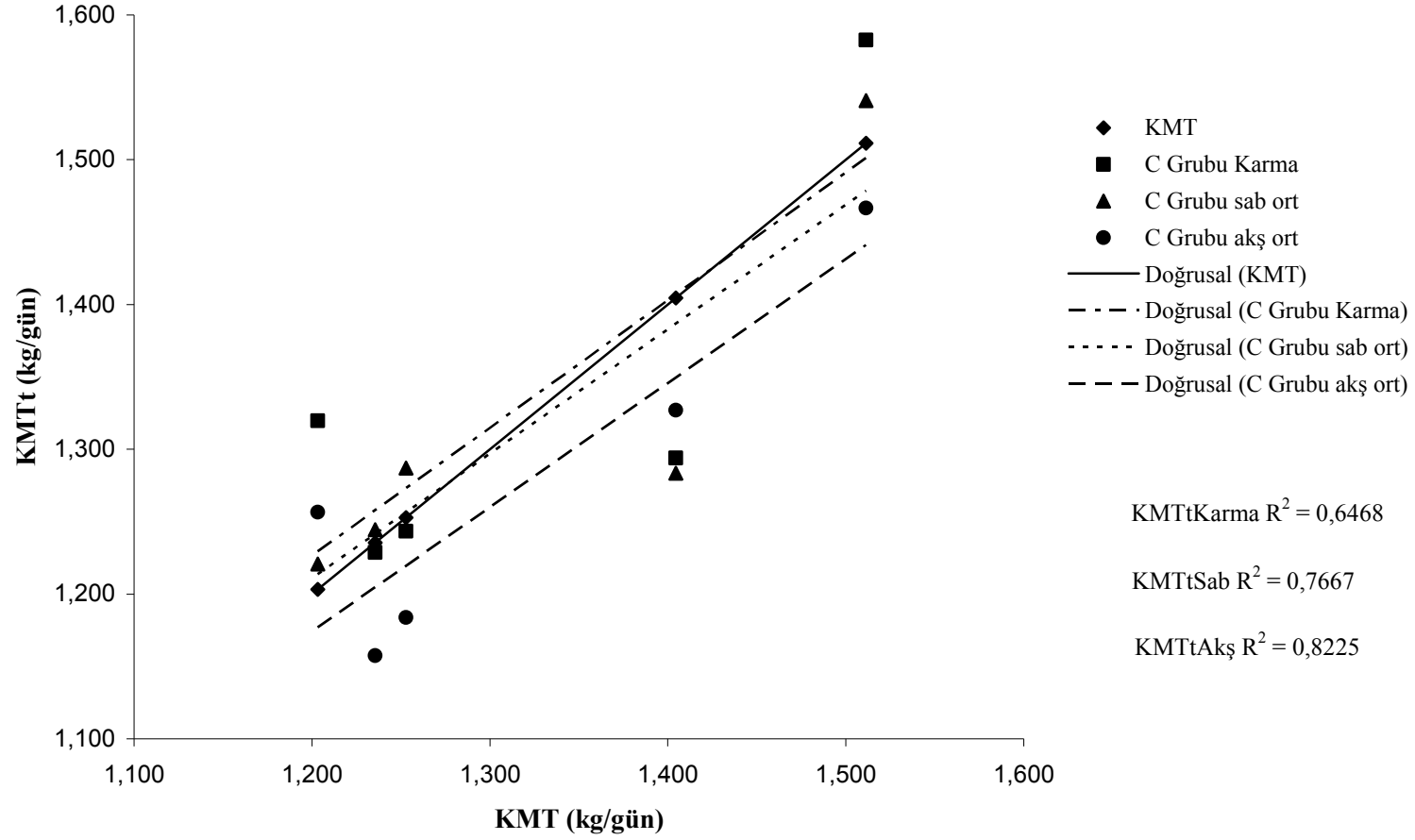
Grafik 3.3. C grubunun Gerçek KMT ve KMTt₃₂, KMTt₃₆ ortalamalarının karşılaştırılması



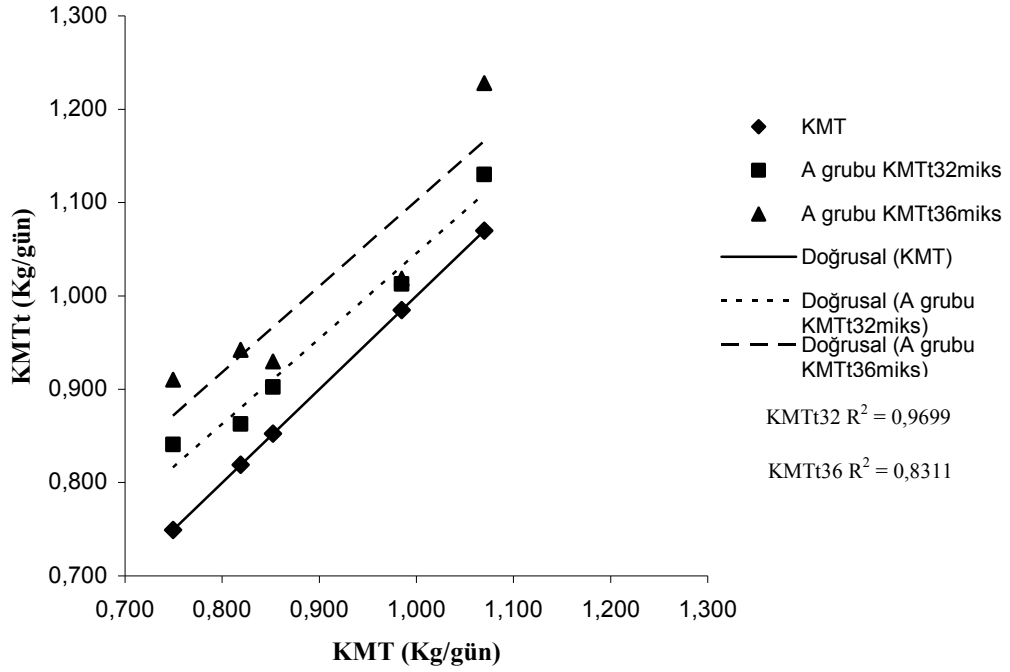
Grafik 3.4. A grubunun gerçek KMT ile karma, sabah, akşam numuneleriyle yapılan KMTt'nin karşılaştırılması



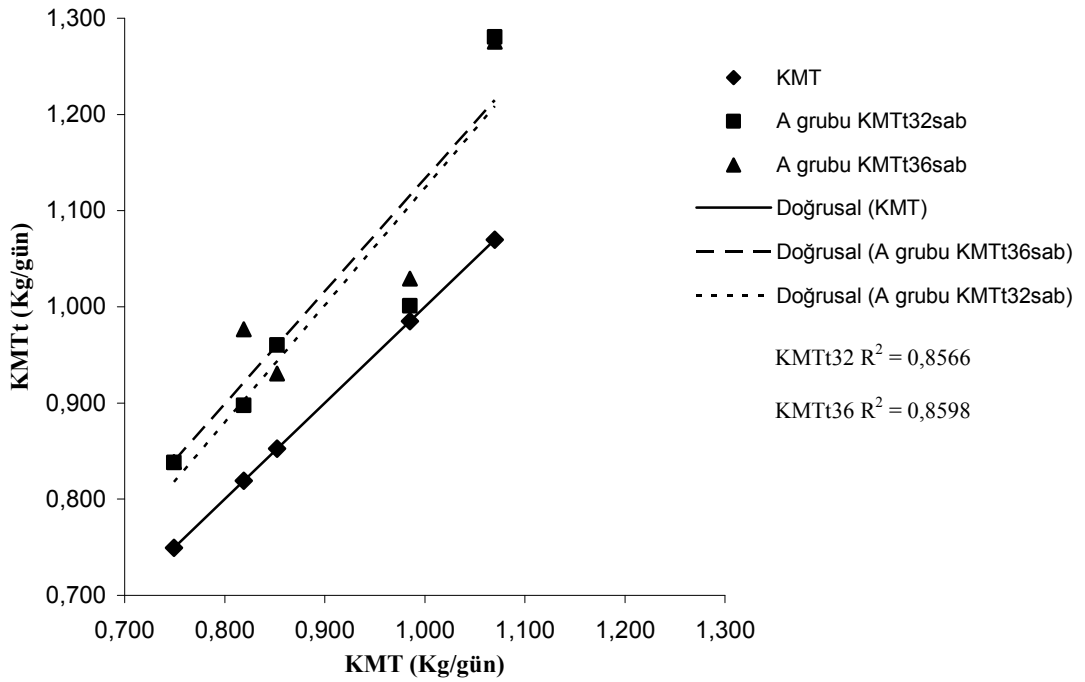
Grafik 3.5. B grubunun gerçek KMT ile karma, sabah, akşam numuneleriyle yapılan KMTt'nin karşılaştırılması



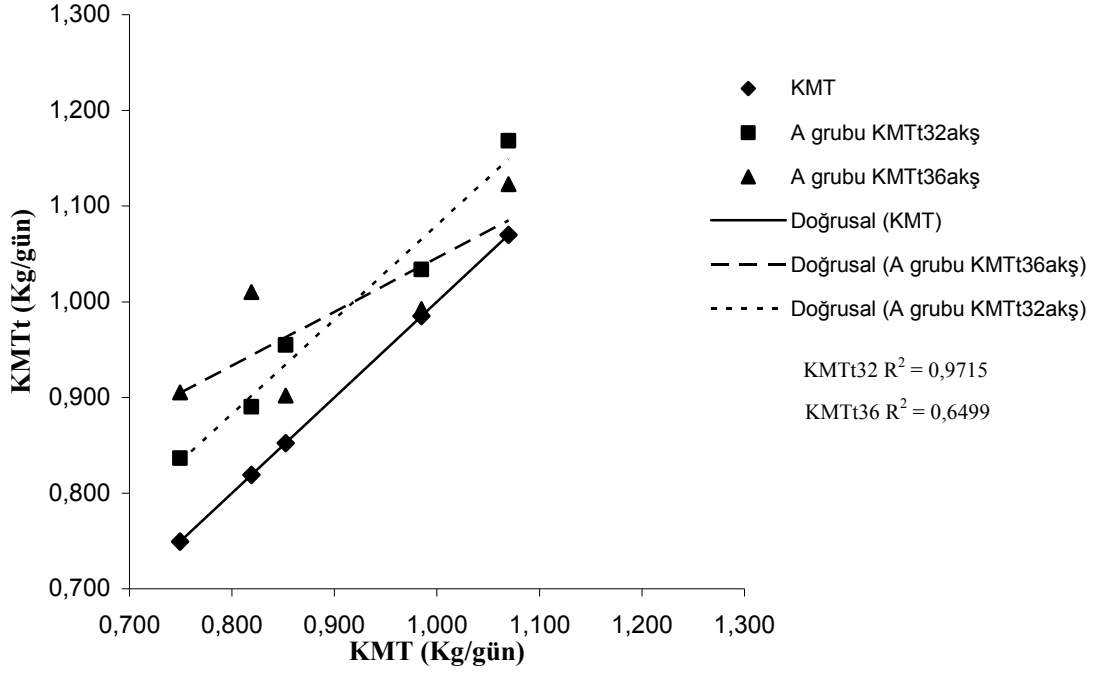
Grafik 3.6. C grubunun gerçek KMT ile karma, sabah, akşam numuneleriyle yapılan KMTt'nin karşılaştırılması



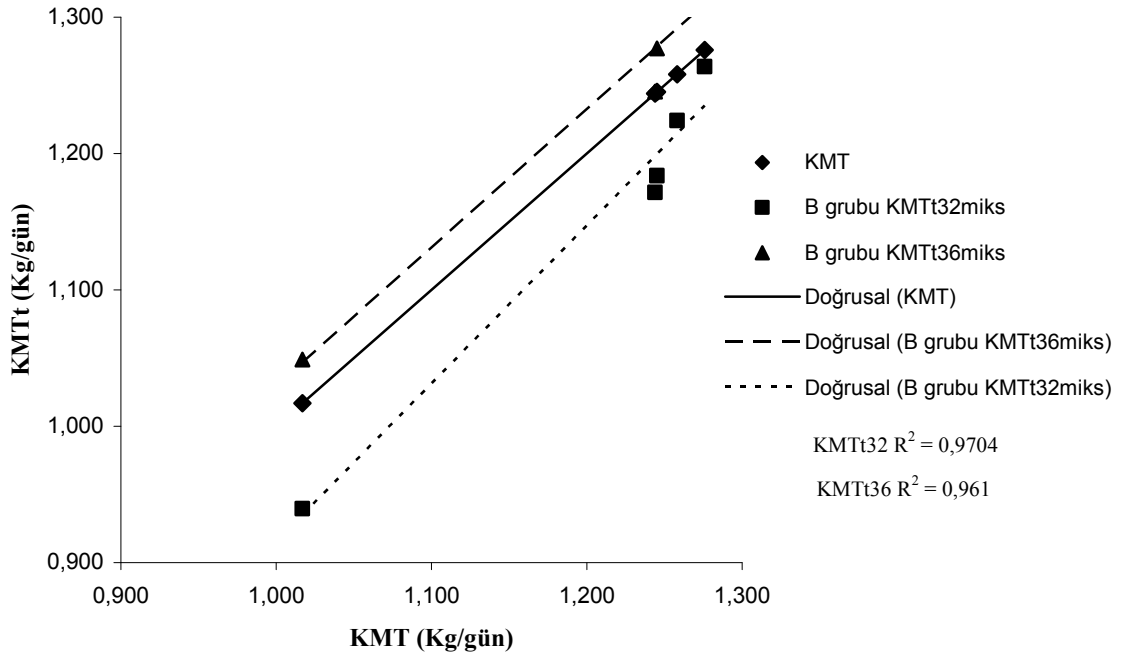
Grafik 3.7. A grubunun KMT ile karma numunelerle yapılan KMTt₃₂ ve KMTt₃₆ ortalamalarının karşılaştırılması



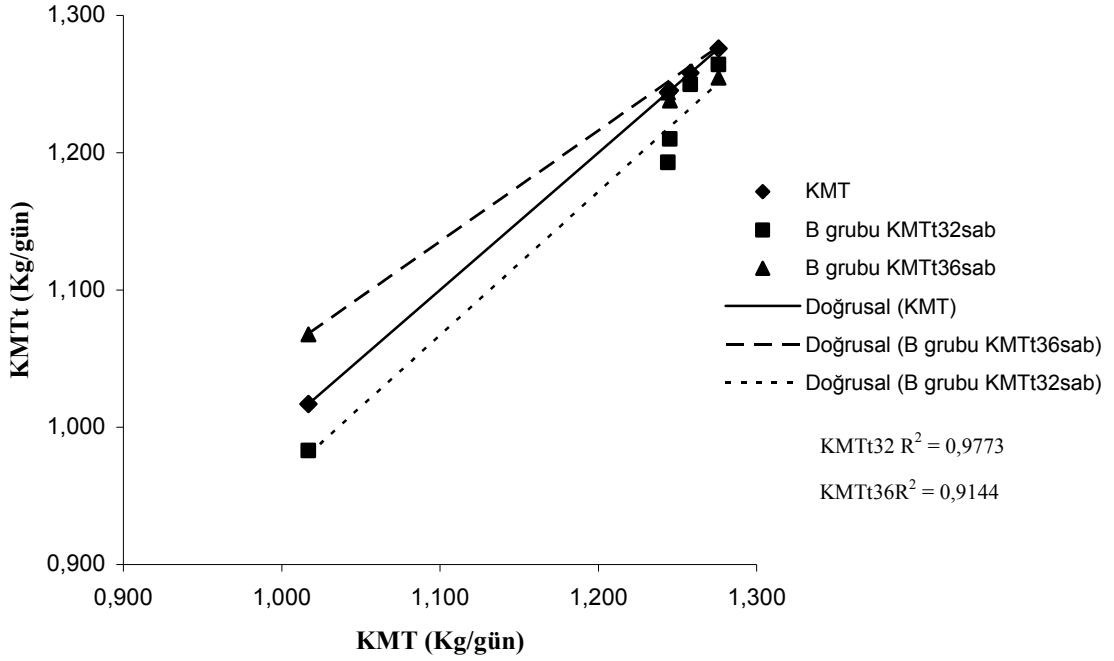
Grafik 3.8. A grubunun KMT ile sabah numuneleriyle yapılan KMTt₃₂ ve KMTt₃₆ ortalamalarının karşılaştırılması



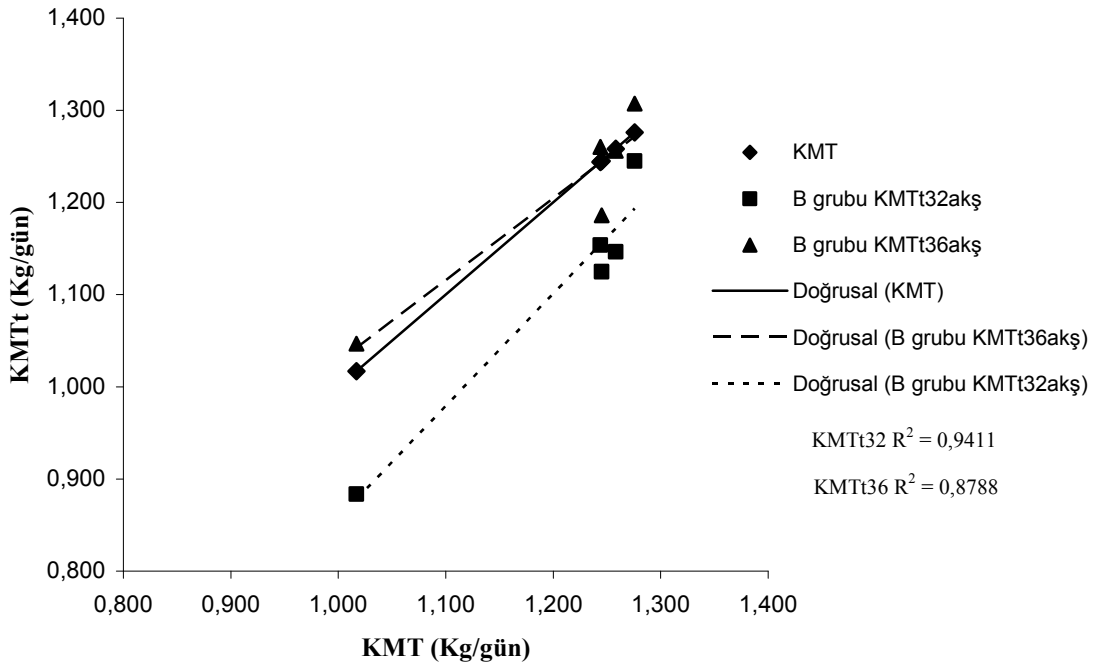
Grafik 3.9. A grubunun KMT ile akşam numuneleriyle yapılan $KMTt_{32}$ ve $KMTt_{36}$ ortalamalarının karşılaştırılması



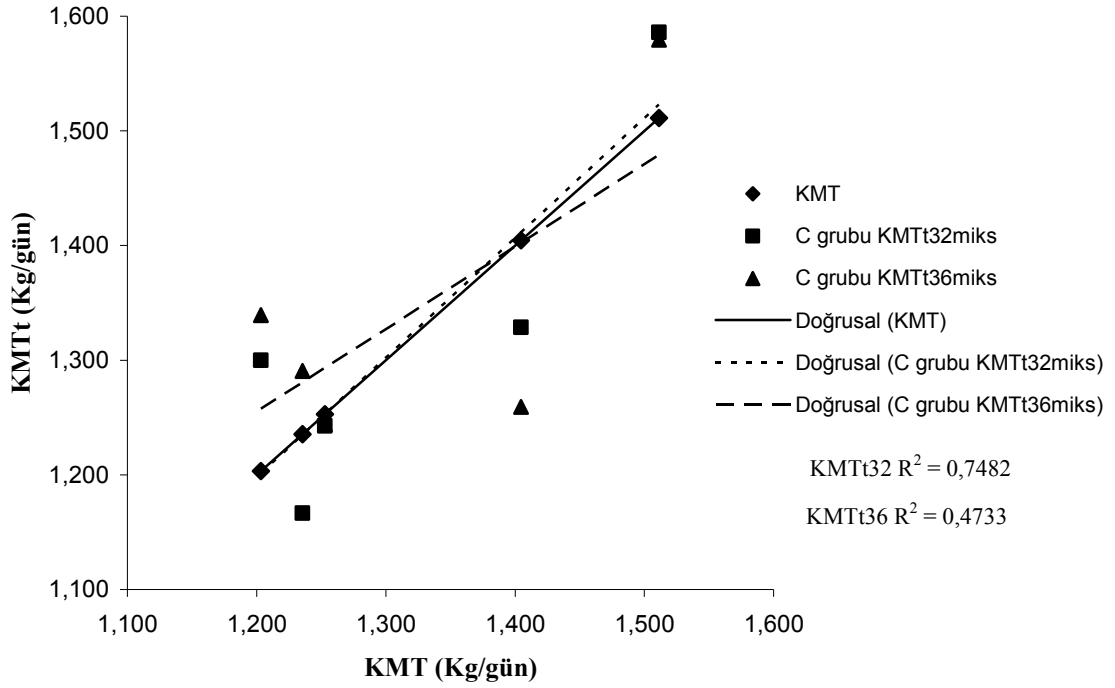
Grafik 3.10. B grubunun KMT ile karma numuneleriyle yapılan $KMTt_{32}$ ve $KMTt_{36}$ ortalamalarının karşılaştırılması



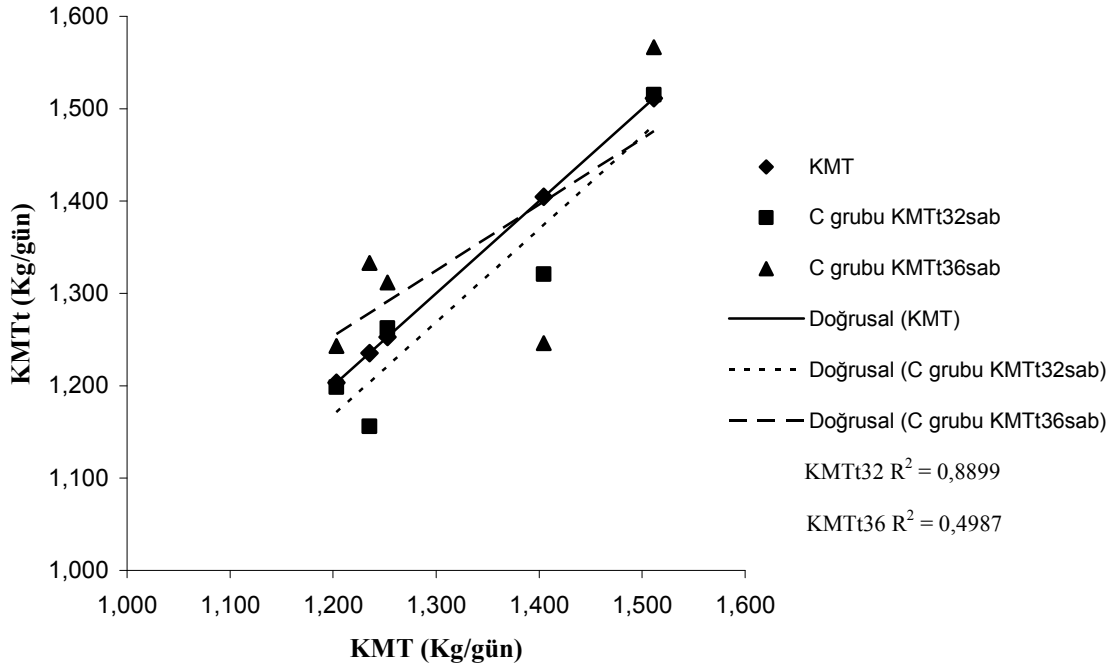
Grafik 3.11. B grubunun KMT ile sabah numuneleriyle yapılan KMTt₃₂ ve KMTt₃₆ ortalamalarının karşılaştırılması



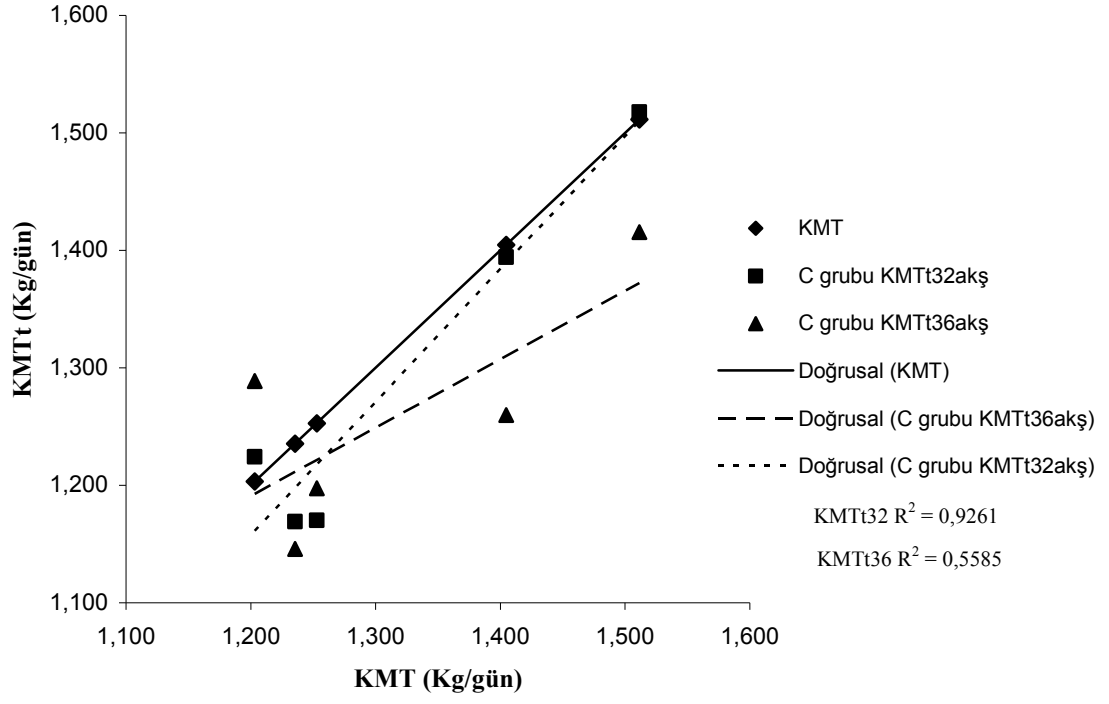
Grafik 3.12. B grubunun KMT ile akşam numuneleriyle yapılan KMTt₃₂ ve KMTt₃₆ ortalamalarının karşılaştırılması



Grafik 3.13. C grubunun KMT ile karma numuneleriyle yapılan $KMTt_{32}$ ve $KMTt_{36}$ ortalamalarının karşılaştırılması



Grafik 3.14. C grubunun KMT ile sabah numuneleriyle yapılan $KMTt_{32}$ ve $KMTt_{36}$ ortalamalarının karşılaştırılması



Grafik 3.15. C grubunun KMT ile akşam numuneleriyle yapılan KMT_{t32} ve KMT_{t36} ortalamalarının karşılaştırılması

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Alkan indikatör tekniği son yıllarda, özellikle mera çalışmalarında ve kaba yeme dayalı beslenme çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Yapılan bu araştırmayla alkan indikatör tekniğinin konsantre yem ilaveli rasyonlarla beslenen hayvanlarda kuru madde tüketimi ve kuru madde sindirilebilirliği tahmininde kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada oluşturulan üç farklı gruptan birincisine sadece kaba yem, diğer iki gruba % 25 ve % 50 oranlarında konsantre yem içerikli rasyon verildi. Çalışmada farklı alkan çiftleri kullanılarak KMT ve KMS tahmini yapıldı. Alkan indikatör tekniği kullanılarak elde edilen KMT ve KMS tahminleri gerçek KMT ve KMS değerleriyle karşılaştırılarak alkan indikatör tekniğinin güvenilirliği belirlenmeye çalışıldı. Elde edilen verilere göre KMT tahmininde $C_{33}:C_{32}$ alkan çiftinin $C_{33}:C_{36}$ çiftine göre gerçek KMT değerlerine daha yakın sonuçlar verdiği, KMS tahmininde ise C_{33} alkanıyla daha başarılı sonuçlar elde edildiği gözlenmiştir.

4.1. Çalışma Düzeni ve Numune Toplama Aşamasının Etkisi

Merada otlayan hayvanlarda tüketilen yemin numune alımında, alınan numunelerin bir örnek olmasını ve tüm tüketilen bitki çeşidi profilini ortaya koyacak özellikte olmasını sağlamak oldukça güçtür. Beslenme çalışmalarında hayvanların kapalı mekanda tutulması ve bireysel beslenmesi araştırmacılar için bu bakımdan avantaj sağlayan bir faktördür. Özellikle alkan indikatör tekniğinde sağlıklı bir KMT için diyetdeki alkan konsantrasyonunun doğru olarak ölçülmesi gerekmektedir. Diyetdeki alkan profilinin ortaya koyulması açısından kapalı mekanda besleme, tüketilen ottan numune alımındaki kolaylık nedeniyle merada otlatmaya göre avantaj sağlayacak bir unsurdur.

Alkan indikatör tekniğinde sağlıklı bir tahmin yapılabilmesi için harici indikatörlerin dışkıda sabit bir konsantrasyonda bulunması ve bu dönem içerisinde numune alınması gerekmektedir. AİK'deki alkanların salınımının özellikle 8-16. günler arası dengelendiği üretici firma tarafından bildirilmektedir (31). AİK kullanılarak yapılan bazı çalışmalar (29, 54, 61) bu görüşü destekler nitelikte olmakla beraber 5. günde dengelendiğini bildiren çalışmalarda mevcuttur (22).

Dışkı numunelerinin toplanması işlemi 7 gün boyunca sürmüştür. Yapılan çalışmalarda dışkı toplama süresi 4-5 gün (6, 54) ile 10 (29) gün arasında değişmektedir.

Kaba yem ve dışkı numunelerinin hazırlanmasında sabunlaştırma işlemi takiben heptan ve distile su ilavesinden sonra bazı araştırmacılar sadece karıştırma işlemi yaparken (63, 66) bazı araştırmacılar santrifüj işlemide uygulamışlardır (71). Bu çalışmada numunelerin çökme işlemi tam şekillenmediği için santrifüj işlemine gerek duyulmuştur.

4.2. Kaba ve Konsantre Yemdeki Alkan Konsantrasyonları

Çalışmada kaba yem (kuru çayır otu) ve konsantre yemin C_{32} ve C_{33} alkan içerikleri sırasıyla kaba yem için 3,27 - 19,79 mg/kg, konsantre yem için 4,52 - 4,11 mg/kg olarak ölçülmüştür. Analizlerde C_{36} tespit edilememiştir. En yüksek alkan konsantrasyonu kaba yemde ve C_{33} için ölçülmüştür. Bu sonuç bitkilerde C_{33} ' ün yüksek konsantrasyonda olduğunu bildiren yayınlarla (2, 36, 63, 66) uyumludur. Ali ve ark. (2) 25 değişik bitki türünde tek zincirli alkan konsantrasyonunu C_{33} için 4-181 mg/kg KM aralığında ölçmüşlerdir. Aynı çalışmada C_{32} konsantrasyonu ise 31-862 mg/kg KM aralığında ölçülmüştür. Bu çalışmada C_{32} için elde edilen 3,27 mg/kg KM düzeyi bildirilen bu oranların oldukça altında kalmaktadır. Bu durum bitkilerde alkan içeriğinin bitki türüne ve bölümüne göre değişiklik göstermesiyle açıklanabilir (5, 6, 55).

Olivan ve ark. (59) çalışmalarında kullandıkları kaba yemde C_{32} , C_{33} , C_{36} alkan konsantrasyonlarını sırasıyla 18,6-20,3 mg/kg KM, 50,9-60,5 mg/kg KM ve 2,0-2,2 mg/kg KM olarak bildirmişlerdir. Başka bir araştırmada çayır otunda C_{32} , C_{33} alkan içeriklerinin sırasıyla 12,8 ve 134,2 mg/kg KM bulunduğu bildirilmiştir (66).

Gedir ve Hudson (22) yonca kaba yeminde alkan konsantrasyonunu C_{32} için 6,6, C_{33} için 14,6 ve C_{36} için 1,9 mg/kg KM olarak bildirirken, Oliveira ve ark. (61) çalışmalarında kullandıkları kaba yemin C_{33} konsantrasyonunu 137,0 mg/kg olarak bildirmişlerdir. Kaba yemlerde alkan profili değişkenlik göstermekle birlikte yukarıda bahsi geçen çalışmaların çoğunluğunda (59, 66, 22) C_{33} konsantrasyonu en yüksek alkan olarak tespit edilirken, C_{36} konsantrasyonu oldukça düşük seviyede bildirilmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar bu bakımdan yukarıda verilen çalışmalarla uyumludur.

Oliveira ve ark. (61) kaba yem ve konsantre yemi birlikte kullanmışlar ve konsantre yemde C_{33} oranını 6 mg/kg olarak bildirmişlerdir.

Bu çalışmayla benzer bir çalışmada ineklerde % 50 kaba yem + % 50 konsantre yem ve % 100 kaba yem olmak üzere iki farklı rasyon kullanılarak alkan indikatör tekniğiyle (AİK kullanılmıştır) yem tüketimi tahmini yapılmıştır. Çalışmada C_{32} ve C_{33} alkanları sırasıyla kaba yemde 4 ve 44 mg/kg KM, konsantre yemde 1 ve 2 mg/kg KM olarak bulunurken C_{36} 'nın tespit edilemediği bildirilmiştir (4). Benzer şekilde bu çalışmada da C_{36} alkanının tespiti yapılamamıştır.

Yukarıda bahsi geçen her iki çalışmada da (4, 61) konsantre yemde C_{33} konsantrasyonunun bu çalışmanın bulgularıyla uyumlu şekilde düşük bulunduğu görülmektedir.

Bazı araştırmacılar tarafından (29) diyetle alkan konsantrasyonunun 10 mg/kg KM düzeyinin altında olması durumunda geri alınabilirlik hesaplamalarının dolayısıyla KMTt'lerinin iyi olmayacağı bildirilmesine rağmen bu çalışmada elde

edilen KMTt'leri özellikle sadece kaba yem tüketen deneme grubunda oldukça başarılıdır. Bununla birlikte % 50 konsantre yem tüketen C grubunda KMTt'lerinin doğruluk yüzdesinin düşmeye başladığı görülmektedir.

4.3. Alkanların Geri Alınabilirliği

Çalışmada kullanılan C_{32} , C_{33} , C_{36} alkanlarının GA'leri materyal metotta verilen formüle göre hesaplanmış olup en yüksek GA, A grubunda 0,93 ile C_{32} ve C_{33} alkanları için hesaplanmıştır. C_{36} 'nın GA oranı tüm deneme gruplarında diğer iki alkana göre daha düşük hesaplanmıştır. GA oranları tüm gruplarda genel olarak değerlendirildiğinde birbirine yakın değerlerde hesaplanmıştır (0,89-0,93 aralığında). En düşük GA oranları % 50 konsantre yemle beslenen C grubundan elde edilmiştir (0,88-0,91).

Ferreria ve ark. (18) sığırlarda yaptıkları çalışmalarında C_{32} , C_{33} , C_{36} alkanlarının GA oranlarını sırasıyla 0,96, 1,14 ve 0,91 olarak bildirmişlerdir. Bir başka araştırmada ise C_{32} , C_{33} GA'leri sırasıyla 0,95 ve 0,93 olarak bildirilmiştir (22). Bu çalışmanın bulguları her iki araştırma sonuçlarına da yakın olmakla birlikte C_{33} için Ferreria ve ark. (18) bildirdiği 1,14'lük oran bu çalışmada elde edilen değerlerden (0,91-0,93) oldukça yüksektir. Bununla birlikte çalışmada elde edilen bulgular Mayes ve Lamb'in (49) kuzularda C_{33} alkan GA için bildirdiği 0,87-0,95 aralığında bulunmaktadır.

Bu çalışma bulgularında alkan GA'leri yüksek olmakla birlikte, çalışma sonuçları tam bir GA'in bulunmadığını da göstermektedir. Bu durum alkanların analizler sırasında kayba uğrayabileceğini bildiren araştırmacının (71) görüşüyle uyumludur.

A grubunda 0,93 ve B grubunda 0,91 olmak üzere C_{32} , C_{33} alkanlarının GA oranları birbiriyle aynı hesaplanmıştır. KMTt'de yapılan hesaplamaların doğruluk oranı alkanların GA oranlarıyla yakından ilgilidir. Özellikle KMTt'de kullanılan

alkan çiftinin geri alınabilirliklerinin birbirine yakın olması yapılan tahminlerin doğruluk oranını yükseltmektedir (12, 59). Çalışmada GA oranları birbirine yakın olan C₃₂:C₃₃ alkan çiftiyle yapılan KMTt'lerinin daha başarılı sonuçlar vermesi bu durumu ispatlamaktadır.

Bu çalışmada kullanılan kaba ve konsantre yemde alkan içeriklerinin düşük olmasına karşın KMTt'de başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuç, KMTt'de alkan GA'nin kaba yemdeki alkan içeriğinden daha önemli bir faktör olduğunu bildiren araştırmacıların (54) görüşünü destekler niteliktedir.

4.4. Kuru Madde Tüketimi Tahmini

Çalışmada hayvanların bireysel olarak gerçek KMT'leri, verilen yem ve artan yem farkı yöntemiyle belirlenmiş olup KMT ortalamaları A grubunda 0,895 kg/gün, B grubunda 1,208 kg/gün ve C grubunda 1,321 kg/gün olarak kaydedilmiştir. En yüksek KMT % 50 konsantre yemle beslenen C grubunda belirlenmiştir. Sığırlarda 100:0 ve 50:50 oranında kaba yem + konsantre yem içeren iki farklı rasyonla beslemede sadece kaba yem tüketen grupta KMT 15,29 kg/gün olurken konsantre yem ilaveli rasyonla beslenen grupta toplam KMT'nin 20,75 kg/gün olarak belirlendiği bildirilmiştir (4). Bu çalışmanın sonuçları da sözkonusu araştırmayla uyumlu şekilde rasyondaki konsantre yem oranının artışıyla birlikte KMT'de yükselme olduğunu göstermektedir.

Lewis ve ark. (40) erkek ve dişi kuzuların kullanıldığı çalışmalarında cinsiyet ve ağırlık bakımından bu çalışmada kullanılan hayvanlarla benzerlik gösteren gruplarda yem tüketimini 1,830-2,019 kg/gün KM olarak belirlediklerini bildirmişlerdir. Söz konusu araştırmada bildirilen değerler, bu çalışmada C grubunda elde edilen en yüksek değer olan 1,321 kg/gün KM değerinden bile oldukça yüksektir. Bununla birlikte bu çalışmanın sonuçları çeşitli araştırma sonuçlarının derlendiği bir çalışmada (13) değişik yaş ve ağırlıklarda kuzu ve ergin koyunlar için bildirilen 0,579-2,040 kg/gün KM'lik yem tüketimi aralığında yer almaktadır. Yem

tüketimi için araştırmalarda bildirilen sonuçlardaki değişkenlik kullanılan hayvan materyalinin genetik ve fiziksel özelliklerinin farklılığı ile açıklanabilir.

Koyunlarda % 15- % 60 arasında değişen farklı oranlarda konsantre yem içeren rasyonlarla yapılan KMTt çalışmasında oldukça başarılı sonuçlar elde edilmiş olup ($R^2 = 0.9999$) alkan indikatör tekniğinin karma rasyonla beslenen hayvanlarda da yem tüketimi tahmini için sağlam ve geçerli bir metot olabileceği bildirilmiştir (72). Bu çalışmada da tüm KMTt sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde en iyi KMTt'ni sonuçlarının % 25 konsantre yemle beslenen B grubundan elde edildiği (R^2 aralığı 0,88-0,98), bu bakımdan çalışma sonuçlarının bu görüşü destekler nitelikte olduğu gözlenmiştir.

Gruplarda gerçek KMT sonuçlarına en yakın KMTt'leri A grubunda % 9,3 hata oranıyla karma numunelerden alınırken B ve C gruplarında sırasıyla % 0,6 ve % 0,5 hata oranlarıyla sabah numunelerinden elde edilmiştir. İndikatör yöntemlerinde karma numuneler kullanılarak yapılan KMTt'leri dışkıda indikatör konsantrasyonunda oluşabilecek gün içi dalgalanmalar faktörünü ortadan kaldırdığı için daha güvenilir olmaktadır. Bununla birlikte özellikle saha şartlarında dışkı toplama güçlüğü nedeniyle karma numune kullanımı pratik değildir. Alkan indikatör tekniğinde gün içinde bir veya birkaç kez alınan dışkı numunelerinin KMTt'nde kullanılabilmesi araştırmacılar için kolaylık sağlamaktadır. Fusai (20) merada otlayan düvelerle yaptığı çalışmada dozlamayı takiben günde bir kez rektal olarak aldığı dışkı numuneleriyle KMTt yapmış ve numune alım şekline bağlı olarak olumsuz bir sonuç bildirmemiştir. Oliveira ve ark. (61) çalışmalarında dışkı numunesi alımını rektal olarak, sabah ve akşam olmak üzere günde iki kez yapmış, $C_{35}:C_{36}$ alkan çiftiyle KMSTt'nde başarılı sonuçlar alındığını fakat günde iki kez dışkı numunesi alımının dışkıdaki alkan konsantrasyonunda oluşan değişkenlik nedeniyle başarısız olduğunu bildirmiştir. Çalışmada B ve C gruplarında sabah numuneleriyle yapılan KMTt'leri gerçek KMT'lerine en yakın sonuçları vermiştir. Bu sonuçlar aynı saatlerde olmak üzere günde bir kez numune alımıyla da KMTt'lerinde başarılı sonuçlar alınabileceğini göstermektedir.

Çalışmada sabah numuneleri kullanılarak yapılan KMTt'lerinin A grubu hariç diğer iki grupta akşam numunelerine göre KMT'ne daha yakın sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Sabah numuneleri kullanılarak yapılan KMTt'leri ile gerçek KMT'leri arasındaki fark A, B ve C gruplarına göre sırasıyla 0,108 kg, -0,007 kg ve -0,006 kg KM bulunurken akşam numunelerine ait KMTt'lerinde bu farklar 0,087 kg, -0,047 kg ve -0,043 kg KM olarak belirlenmiştir. Alkan indikatör içeren jelatin kapsüller ve AİK kullanılarak süt ineklerinde yapılan bir KMTt çalışmasında sabah numuneleriyle yapılan KMTt'leri ile gerçek KMT arasındaki fark jelatin kapsül kullanılan grupta 0,1 kg, AİK grubunda 0,4 kg KM olarak bulunurken akşam numunelerinde bu değerlerin sırasıyla -0,9 kg ve 0,2 kg KM olarak belirlendiği bildirilmiştir (54). Bu çalışmanın bulguları ile bildirilen bu sonuçlar söz konusu araştırmada AİK grubunda akşam numuneleriyle yapılan KMTt'lerinin gerçek KMT'ne daha yakın olması bakımından uyum göstermemesine rağmen jelatin kapsül kullanılan grup için bildirilen sonuçlar bu çalışma sonuçları ile uyumludur. Berry ve ark. (4) ise çalışmalarında karma numune dışında sabah öğle ve akşam olmak üzere hayvanlardan günde 3 kez rektal dışkı numunesi olarak bu numunelerle yapılan KMTt'lerini karşılaştırmışlar ve sabah numuneleriyle yapılan KMTt'leri ile gerçek KMT arasındaki farkın 0,05 kg KM olduğunu ve en iyi sonuçların sabah numunelerinden alındığını bildirmişlerdir. Çalışma bulgularımızın alkan indikatör tekniğinde en iyi sonuçların sabah numunelerinden elde edildiğini bildiren araştırmalarla (4, 54, 59) uyum gösterdiği gözlenmiştir.

KMTt'lerinde en iyi KMTt % 75 kaba yem + % 25 konsantre yem içeren rasyonla beslenen B grubunda C_{32} 'nin harici indikatör ve yemde bulunan C_{33} 'ün iç indikatör olarak kullanıldığı $C_{33}:C_{32}$ alkan çiftiyle yapılan hesaplamalarla elde edilmiştir ($KMTt = 0,106 + 0,934 KMT R^2 = 0,98$). Bu sonuç KMTt için en uygun alkan çifti olarak $C_{33}:C_{32}$ 'yi gösteren çalışmalarla (4, 6, 54, 66) uyumluluk göstermektedir.

Tüm gruplarda $C_{33}:C_{32}$ ve $C_{33}:C_{36}$ alkan çiftleriyle yapılan hesaplamalar karşılaştırıldığında en iyi sonuçların $C_{33}:C_{32}$ çifti kullanılarak yapılan hesaplamalardan alındığı görülmektedir ($C_{33}:C_{32}$ çifti için R^2 aralığı 0,75-0,98 iken

$C_{33}:C_{36}$ çifti için R^2 aralığı 0,47-0,96). Bu sonuç diğer araştırma sonuçlarıyla paralellik arz etmektedir (4, 53, 54, 66, 73). Estermann ve ark. (16) değişik saatlerde alınan dışkı numuneleriyle $C_{33}:C_{32}$ alkan çifti kullanılarak yapılan KMTt'nin -0,42 farkla gerçek KMT'den düşük bulunduğunu, sabah numuneleri ve akşam numuneleri kullanılarak yapılan KMTt'nin sırasıyla -0,34 ve -0,20 farkla gerçek KMT'den düşük belirlendiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada da sadece kaba yem tüketen A grubuna ait sonuçlar değerlendirildiği zaman akşam numunelerinde $C_{33}:C_{32}$ alkan çiftiyle yapılan KMTt'nin (fark: 0,087) sabah numunelerine göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Bununla birlikte sözkonusu çalışmada yapılan KMTt'leri gerçek tüketimden düşük bulunduğu halde, bu çalışmada A grubunda yüksek KMTt'ni yapıldığı gözlenmektedir.

Yapılan çalışmada A grubunda tüm KMTt'leri gerçek KMT'nin üzerinde hesaplanırken B grubunda $C_{33}:C_{32}$ çiftiyle yapılan KMTt'leri gerçek KMT'den düşük bulunmuştur. C grubunda ise sabah ve akşam numuneleriyle yapılan KMTt'leri gerçek KMT'den düşük bulunmuştur. Bu çalışmanın bulguları ile benzer şekilde Berry ve ark. (4) çalışmalarında kaba yem grubunda $C_{33}:C_{32}$ çiftiyle yapılan KMTt'leri KMT'den yüksek bulurken konsantre yem katkılı rasyonla beslenen grupta KMTt'lerini KMT'ne yakın veya altında hesapladıklarını bildirmişlerdir. Yine benzer şekilde Ünal (71) araştırmasında $C_{33}:C_{32}$ çiftiyle yapılan KMTt'lerinin KMT'nin üzerinde, $C_{33}:C_{36}$ çiftiyle yapılan KMTt'lerinin KMT'ne göre daha düşük hesaplandığını bildirmektedir.

Çalışmada 50:50 oranında kaba yem + konsantre yem tüketen C grubunda özellikle $C_{33}:C_{36}$ alkan çiftiyle yapılan KMTt'leri hem $C_{33}:C_{32}$ çiftiyle yapılan KMTt'lerinden hemde genel olarak diğer iki grubun KMTt değerlerinden düşük bulunmuştur. Bu durum rasyonda yüksek düzeyde yer alan konsantre yemin alkan konsantrasyonunun düşük oluşuyla açıklanabilir.

Elde edilen sonuçlar numune alım zamanına göre değerlendirildiğinde yapılan tahminlerin değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Bu durum bazı araştırmacıların (4, 11, 22, 70) AİK'lerinin düzenli bir alkan salınımı yaptığını ve bu şekilde günlük

dalgalanmaları ortadan kaldırdığını bildirmelerine rağmen AİK kullanımında da günlük dalgalanmaların olabileceğini düşündürmektedir.

4.5. Kuru Madde Sindirilebilirliği Tahmini

Çalışmada gerçek KMS değerleri toplam dışkı toplama yöntemiyle belirlenmiş olup gruplarda en düşük KMS değeri % 49 ile A grubundan alınırken en yüksek KMS oranı % 64 ile C grubundan alınmıştır. A, B ve C gruplarında KMS ortalamaları sırasıyla % 51, % 56 ve % 62 olarak kaydedilmiştir. Rasyonda konsantre yem oranının artışına paralel olarak KMT'de olduğu gibi KMS'de de artış gözlenmiştir. Benzer şekilde Berry ve ark. (4) sığırlarda sadece kaba yem tüketen grupta organik madde sindirilebilirliğini % 66 bulurken, % 50 konsantre yem içeren rasyonla beslenen grupta % 72 olarak bildirmişlerdir. Başka bir araştırmada 1,350 kg/gün KM düzeyinde beslenen bir yaşındaki kuzularda KMS oranı % 62-63 olarak bildirilmiştir (65). Bildirilen bu değerler ortalama 1,321 kg/gün KM düzeyinde beslenen C grubunda elde edilen ortalama % 62'lik KMS oranıyla uyumludur.

Çalışmada C₃₂, C₃₃ ve C₃₆ alkanları kullanılarak KMSt yapılmıştır. Gruplarda KMS ortalamalarına en yakın KMSt'leri kullanılan alkana ve numune alım zamanına göre değişkenlik göstermiştir. A grubunda % 51 oranıyla en yakın KMSt akşam numunesinde C₃₆ alkani ile yapılan hesaplamalardan elde edilmiştir ($R^2 = 97,7$; $P = 0,001$). B grubunda % 56 oranıyla karma numunede C₃₃ alkaniyle ($R^2 = 93,8$; $P < 0,01$) C grubunda ise % 62 oranıyla yine karma numunede C₃₂ alkaniyle ($R^2 = 88,8$; $P = 0,05$) yapılan hesaplamalar en iyi KMSt sonucunu vermiştir.

A grubunda en iyi KMSt sonuçları C₃₆ ile yapılan hesaplamalarla elde edilirken (R^2 aralığı 92,1 - 97,7), B grubunda C₃₃ (R^2 aralığı 90,3 - 93,8) ve C grubunda C₃₃ (R^2 aralığı 79,4 - 88,0) ile yapılan hesaplamalardan elde edilmiştir. Hendricksen ve ark. (29) sığırlarda yaptıkları beslenme çalışmasında gerçek KMS oranını % 49,1 ve KMSt oranını % 52,6 olarak belirlemiş olup en iyi KMSt'nin C₃₃ alkani ile yapılan hesaplamalarla elde edildiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde bu çalışmada da en iyi

KMSt'leri C₃₃ alkanı kullanılarak yapılan hesaplamalardan elde edilmiş olup söz konusu araştırma sonuçlarına göre gerçek KMS değerlerine daha yakın sonuçlar elde edilmiştir. Yine bu çalışmanın sonuçları ile uyumlu şekilde Berry ve ark. (4) C₃₃ alkanı kullanarak yaptıkları sindirilebilirlik hesaplamalarında sadece kaba yem tüketen grupta 0 fark ve konsantre yem katkılı rasyonla beslenen grupta -1 farkla oldukça başarılı sonuçlar elde etmişlerdir.

Çalışmada yapılan KMSt'leri ile gerçek KMS değerleri arasında en yüksek fark -5 ile C grubunda ve sabah numunesinde C₃₆ ile yapılan hesaplamadan alınmıştır. Ohajuruka ve Palmquist (57) çalışmalarında KMS'ni toplam dışkı toplama yöntemi, alkan indikatör yöntemi ve asitte çözünmeyen kül yöntemi ile belirlemişlerdir. Çalışma sonuçlarında asitte çözünmeyen kül yönteminin daha başarılı olup C₃₁ ile yapılan KMSt lerini yoncayla beslenen grupta gerçek KMS'den -10 farkla düşük, çayır otu ile beslenen grupta yine -3,9 farkla düşük bulduklarını bildirmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen en yüksek fark bahsi geçen araştırmada bildirilen -10 farktan düşük olup genel KMSt'i ortalamaları dikkate alındığında alkan indikatör tekniğinin oldukça başarılı sonuçlar verdiği gözlenmiştir.

4.6. Sonuç

Bu araştırma sonuçları kaba yem tüketimi ve sindirilebilirliği çalışmalarında son yıllarda yaygın olarak kullanılan alkan indikatör tekniğinin konsantre yem ilaveli rasyonla beslenen hayvanlarda da başarıyla kullanılabileceğini göstermektedir.

Çalışma sonucunda alkan indikatör tekniği kullanılarak yapılan KMTt gerçek KMT sonuçlarına yakın bulunmuş olup en iyi sonuçlar C₃₃:C₃₂ alkan çiftiyle yapılan hesaplamalardan alınmıştır. KMTt'de gruplar arasında önemli bir fark bulunmayışı özellikle sadece kaba yem tüketen A grubu ile % 25 konsantre yem tüketen B grubu sonuçları arasında yakınlık görülmesi alkan indikatör tekniğinin konsantre yem ilaveli rasyonla beslenen hayvanlarda da yem tüketimi tahmini için uygun bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Çalışma sonuçları sadece kaba yem tüketen A grubunda ve % 25 konsantre yem tüketen B grubunda hem KMTt'de hem de KMSt'de başarılı olurken yapılan tahminlerin doğruluk oranının % 50 konsantre yem tüketen C grubunda nispeten düşmeye başladığı gözlenmiştir. Konuyla ilgili yapılan araştırmalarda literatürde konsantre yem katkılı rasyonla beslenen hayvanlarda yapılan alkan indikatör tekniği çalışmalarında konsantre yem oranının en fazla 50:50 oranında olduğu gözlenmiştir.

Yapılan bu çalışmada, alkan indikatör tekniğinin güvenilirliğinin tam olarak ortaya koyulabilmesi için % 50 ve daha üzeri oranda konsantre yem içeren rasyonlarla beslenen hayvanlarda daha fazla araştırma yapılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

5. ÖZET

Bu çalışmada, değişik oranlarda konsantre yemle beslenen kuzularda alkan indikatör tekniğinin kuru madde tüketimi ve sindirilebilirliği tahmininde kullanım etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

Çalışmada ortalama canlı ağırlığı $41,7 \pm 0,8$ kg olan 15 adet kuzu 3 eşit gruba bölünerek % 100 kuru ot (Grup A), % 75 kuru ot + % 25 konsantre yem (Grup B) ve % 50 kuru ot + % 50 konsantre yem (Grup C) verildi. Deneme süresi toplam 30 gün olup, dışkı toplama işlemi kapsüllerin yutturulmasını takip eden 8-14. günler arasında yapılmıştır.

Kuru madde tüketimi (KMT) ve sindirilebilirliği (KMS), alkan indikatör tekniği ile elde edilen kuru madde tüketimi tahmini (KMTt) ve sindirilebilirliği tahmini (KMSt) ile karşılaştırılmıştır.

Çalışmada kaba yem ve konsantre yemin C_{32} ve C_{33} alkan içerikleri sırasıyla kaba yem için 3,27-19,79 mg/kg, konsantre yem için 4,52-4,11 mg/kg olarak ölçülmüştür. Yapılan analizlerde kuru ot ve konsantre yemde C_{36} tespit edilememiştir. Alkan geri alınabilirlikleri rasyonda konsantre yem arttıkça düşüş göstermiştir ($P < 0,05$).

En iyi KMTt'ni B grubunda $C_{33}:C_{32}$ alkan çiftiyle yapılan hesaplamalarla elde edilmiştir ($R^2 = 0,98$). A grubunda KMTt'leri gerçek KMT'lerinin üzerinde hesap edilirken, C grubunda özellikle $C_{33}:C_{36}$ alkan çiftiyle yapılan KMTt'lerinin doğruluk oranı düşmüştür ($R^2 = 0,47 - 0,56$). Alkan C_{32} ve C_{33} kullanılarak elde edilen KMSt'leri KMS'ne benzer bulunurken Alkan C_{36} kullanılarak elde edilen KMSt'leri düşük bulunmuştur.

Sonuç olarak alkan indikatör tekniğinin değişik oranlarda konsantre yem içeren rasyonlarla beslenen kuzularda kullanılabileceği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: N-alkan, kuzu, yem tüketimi, sindirilebilirlik.

6. SUMMARY

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

This study was carried out to research using alkane indicator technique to estimate dry matter intake and digestibility in lambs fed varying levels of concentrates.

Fifteen lambs weighting $41,7 \pm 0,8$ kg were divided into three equal groups and fed with 100 % hay (Group A), 75 % hay + 25 % concentrate (Group B) and 50 % hay + 50 % concentrate (Group C). Trial period ended in 30 days, faecal samples collected between day 8 to 14 following capsules swallowed to animals.

Dry matter intakes (DMI) and digestibilities (DMD) were compared dry matter intake estimates (DMIE) and dry matter digestibility estimates (DMDE) obtained using alkane indicator technique.

Alkane C_{32} and C_{33} contents of hay and concentrate were determined as 3,27 – 19,19 mg/kg for hay and 4,52 – 4,11 mg/kg for concentrate respectively. Alkane C_{36} were not detected in both hay and concentrate. Alkane recoveries were decreased as concentrates increased in the ration ($P < 0,05$).

The best DMIE's were obtained in Group B using the alkane pair $C_{33} : C_{32}$ ($R^2 = 0,98$). While DMIE's overestimated than real DMI's in group A, the accuracy of DMIE's especially calculated with the alkane pair of $C_{33} : C_{36}$ were decreased in group C ($R^2 = 0,47 - 0,56$). DMDE's obtained using alkane C_{32} and C_{33} were similar to DMD, DMDE obtained using alkane C_{36} were underestimated.

It is concluded that alkane indicator technique could be used to estimate dry matter intake and digestibility in lambs fed the rations containig varying levels of concentrates.

Keywords: N-alkane, lamb, intake, digestibility.

7. KAYNAKLAR

1. A.O.A.C.: Official Methods of Analysis 14th Edition, Ed. By Sidney Williams. Arlington, Virginia 22009 USA 73, 1984.
2. Ali H. A. M., Mayes R.W., Hector B.L., Orskov E. R.: Assessment of *n*-Alkanes, Long-Chain Fatty Alcohols and Long-Chain Fatty Acids as Diet Composition Markers: The Concentrations of These Compounds in Rangeland Species From Sudan. *Anim. Feed Sci. and Tech.* 121, 257–271, 2005.
3. Başpınar E., Özkan M. M., Polatsü Ş., Yurtman İ. Y., Arık İ. Z.: Grup Yemlemesi Uygulanan Besi Kuzularının Gerçek Yem Tüketimlerinin Tahmini. *Tr. J. of Vet. Anim. Sic.* 22: 545–550, 1998.
4. Berry N. R., Scheeder M. R.L., Sutter F., Kröber T. F., Kreuzer M.: The Accuracy of Intake Estimation Based on the Use of Alkane Controlled-Release Capsules and Faeces Grab Sampling in Cows. *Ann. Zootech.* 49: 3-13, 2000.
5. Brosh A. , Henkin Z., Rothman S. J., Aharoni Y., Orlov A., Arieli A.: Effects of Faecal N-alkane Recovery in Estimates of Diet Composition. *The Journal of Agricultural Science.* 140:93-100, 2003.
6. Byrd B. M.: Alkanes as Internal and External Markers in Horses and The Digestibility of a High Fat Cereal By-Product. PhD Thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, Virginia, 2003.
7. Coleman S. W.: Predicting Forage Intake by Grazing Ruminants Florida Rum. Nutr. Symp. 72-90, 2005.
8. Çerçi İ. H., Seven P. T., Azman M. A., Birben N.: Koyunlarda Bazı Kaba ve Yoğun Yemlerin Naylon Kese Yöntemiyle Kuru ve Organik Madde Yıkımlanabilirliklerinin ve Enzim Tekniği ile Kuru ve Organik Madde Sindirilebilirliklerinin Saptanması. *F.Ü. Sağlık Bil. Derg.* 18(2): 111-116, 2004.
9. Denek N., Deniz S.: Ruminant Beslemede Yaygın Olarak Kullanılan Kimi Kaba Yemlerin Sindirilebilirlik ve Metabolik Enerji Düzeylerinin İn Vitro Metotlarla Belirlenmesi. *Tr. J. Vet. Anim. Sci.* 28: 115-122, 2004.
10. Denek N., Deniz S.: Ruminant Beslenmesinde Kullanılan Bazı Dane Yemlerin Enerji Düzeylerinin İn Vivo ve İn Vitro Metotlarla Belirlenmesi. *Tr. J. Vet. Anim. Sci.* 28: 185-193, 2004.

11. Dove H., Mayes R. W.: Plant Wax Components: A New Approach to Estimating Intake and Diet Composition in Herbivores. *J. Nutr.* 126: 13-26, 1996.
12. Dove H., Mayes R. W.: The Use of Plant Wax Alkanes as Marker Substances in Studies of the Nutrition of Herbivores: A Review. *Australian Journal of Agricultural Research.* 42(6):913 – 952, 1991.
13. Dove H., Mayes R.W.: Using *N*-Alkanes and Other Plant Wax Components to Estimate Intake, Digestibility and Diet Composition of Grazing/Browsing Sheep and Goats. *Small Ruminant Research.* 59: 123–139, 2005.
14. Duncan A. J. , Mayes R. W., Lamb C. S., Young S. A., I. Castillo: The Use of Naturally Occurring and Artificially Applied *N*-alkanes as Markers for Estimation of Short-term Diet Composition and Intake in Sheep. *The Journal of Agricultural Science.* 132:233-246, 1999.
15. Ergün A., Tuncer Ş. D., Çolpan İ., Yalçın S., Yıldız G., Küçükersan M. K., Küçükersan S., Şehu A.: *Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları.* 3. Baskı, Ankara, 2006.
16. Estermann B. L., Wettstein H. R., Sutter F., Kreuzer M.: Nutrient and Energy Conversion of Grass-Fed Dairy and Suckler Beef Cattle Kept Indoors and on High Altitude Pasture. *Anim. Res.* 50: 477–493, 2001.
17. Ferreira L. M. M., Garcia U., Rodrigues M. A. M., Celaya R., Silva A. D., Osoro K.: Estimation of Feed Intake and Apparent Digestibility of Equines and Cattle Grazing on Heathland Vegetation Communities Using The *N*-Alkane Markers. *Livestock Science.* 110: 46–56, 2007.
18. Ferreira L. M. M., Garcia U., Rodrigues M. A. M., Celaya R., Silva A. D., Osoro K.: The Application of the *n*-Alkane Technique for Estimating the Composition of Diets Consumed by Equines and Cattle Feeding on Upland Vegetation Communities. *Animal Feed Science and Technology.* 138: 47–60, 2007.
19. Ferreira L. M. M., Oliván M., Celaya R., Garcia U., Rodrigues M. A. M., Osoro K.: The Use of *N*-alkanes to Estimate Diet Composition of Ruminants Grazing on Species Diverse Plant Communities - Effect of Feding Selectivity on Diet Composition Estimates. *Livestock Science* 111: 114-123, 2007.

20. Fushai F. M.: Estimates of Intake and Digestibility Using *N*-Alkanes in Yearling Holstein-Friesian and Hereford Heifers Grazing on Kikuyu (*Pennisetum Clandestinum*) Pasture. *Animal Feed Science and Technology*. 128: 331–336, 2006.
21. Garnsworthy P. C., Unal Y.: Estimation of Dry-Matter Intake and Digestibility in Group-Fed Dairy Cows Using Near Infrared Reflectance Spectroscopy. *Animal Science*. 79:327-334, 2004.
22. Gedir J. V., Hudson R.J.: Estimating Dry Matter Digestibility and Intake in Wapiti (*Cervus Elaphus Canadensis*) Using The Double *N*-Alkane Ratio Technique. *Small Ruminant Research*. 36: 57-62, 2000.
23. Grace N. D., Body D. R.: The Possible Use of Long Chain (C_{19} - C_{32}) Fatty Acids in Herbage as an Indigestible Faecal Marker. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 97:743-745, 1981.
24. Gudmundsson O., Halldorsdottir K.: 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. Germany, 1993.
25. Gudmundsson O., Thorhallsdottir A. G.: Evaluation of *N*-Alkanes For Intake and Digestibility Determination in Horses. Techniques for Investigating Intake and Ingestive Behaviour by Farm Animals, IXth European Intake Workshop. 18 -20 November 1998.
26. Gudmundsson O.: Use of Alkanes as Markers in Fish Nutrition. Workshop on Alkanes as markers in herbivore feeding studies. Aberdeen, Skotlandi, 1995.
27. Hatt J. M., Gisler R., Mayes R. W., Lechner-Doll M., Clauss M., Liesegang A., Wanner M.: The Use of Dosed and Herbage *N*-Alkanes as Markers for the Determination of Intake, Digestibility, Mean Retention Time and Diet Selection in Galapagos Tortoises (*Geochelone Nigra*). *Herpetological Journal*. 12: 45-54, 2002.
28. Hatt J. M., Mayes R. W., Clauss M., Lechner-Doll M.: 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, 2001.
29. Hendricksen R. E., Reich M. M., Robertson R. F., Reid D. J., Gazzola C., Rideout J. A., Hill R.A.: 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, 2002.

30. Holden L. A., Muller L. D., Fales S. L.: Estimation of Intake in High Producing Holstein Cows Grazing Grass Pasture. *J. Dairy Sci.* 77: 2332-2340, 1994.

31. <http://www.captec.info/web/captecinfo/captecinfohp.nsf/web/index.html>
02.12.2006, 14:21.

32. http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=46&ust_id=13

33. Jayasuriya M. C. N., Hamilton R., Rogovic B.: The Use of An Artificial Rumen to Assess Low Quality Fibrous Feeds. *Biological Wastes*. 20: 241-250, 1987.

34. Judkins M. B., Krysl L. J., Barton R. K.: Estimating Diet Digestibility: A Comparison of 11 Techniques Across Six Different Diets Fed To Rams. *J. Anim. Sci.* 68:1405-1415, 1990.

35. Kaya İ., Karademir B.: Çayır-Meranın Kars Yöresi Çiftlik Hayvanlarının Beslenmesi ve Hastalık Oluşturma-Bulaştırmadaki Rolü. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.* 42 (1): 59-66, 2002.

36. Kelman W., Bugalho M., Dove H.: Cuticular Wax Alkanes and Alcohols Used As Markers To Estimate Diet Composition of Sheep (*Ovis aries*). *Biochemical Systematics and Ecology*. 31: 919-927, 2003.

37. Kılıç Ü., Sarıçiçek B. Z.: In Vitro Gaz Üretim Tekniğinde Sonuçları Etkileyen Faktörler. *Hayvansal Üretim*. 47(2): 54-61, 2006.

38. Kotb A. R., Luckey T. D.: Markers in Nutrition. *Nutrition Abstracts and Reviews*. 42(3): 813-845, 1972.

39. Lee G. J., Macgregor C. M.: Comparison of a Microhistological Analysis of Faeces and Alkane Concentrations of Faeces to Estimate the Botanical Composition of the Diet of Grazing Sheep. *Animal Production in Australia*. 25, 108-111.

40. Lewis R. M., Magadlela A. M., Jessop N. S., Emmans G. C.: The Ability of The N-Alkane Technique to Estimate Intake and Diet Choice of Sheep. *Animal Science*. 77:319-327, 2003.

41. Lippke H., Barton F. E.: Near Infrared Reflectance Spectroscopy for Predicting Intake of Digestible Organic Matter by Cattle. *J Dairy Sci.* 71:2986-2991, 1988.

42. Lippke H.: Estimation of Forage Intake by Ruminants on Pasture. Published in *Crop. Sci.* 42: 869-872, 2002.
43. Lopez S., Carro M. D., Gonzalez J. S., Ovejero F. J.: 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, 1998.
44. Madrid J., Hernandez F., Megias M. D.: 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, 1999.
45. Malossini F., Bovolenta S., Piasentier E., Piras C., Martillotti F.: Comparison of N-Alkanes and Chromium Oxide Methods for Estimating Herbage Intake by Grazing Dairy Cows. *Animal Feed Science and Technology.* 61(1-4): 155-165, 1996.
46. Mautz W. W.: 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, 1971.
47. Mayes R. W., Lamb C. S., Colgrove P. M.: Determination of Herbage Intake of Suckling Lambs Using Long-chain N-alkanes as Markers. *British Society of Animal Production.* 42:457, 1986.
48. Mayes R. W., Lamb C. S., Colgrove P. M.: The Use of Dosed and Herbage N-alkanes as Marker for The Determination of Herbage Intake. *Journal of Agricultural Science.* 107: 161-170, 1986.
49. Mayes R. W., Lamb C. S.: The Possible Use N-alkanes in Herbage as Indigestible Faecal Markers. *Proceedings of the Nutrition Society.* 43:39a, 1983.
50. Mayes R. W., Wright I. A., Lamb C. S., McBean A.: The Use of Long-chain N-alkanes as Markers for Estimating Intake and Digestibility of Herbage in Cattle. *British Society of Animal Production.* 42:457, 1986.
51. McDonald P., Edwards R. A., Greenhalgh J. F. D.: *Animal Nutrition.* 4. edition, Longman, New York, 1988.
52. Minitab: Reference Manuel Release 12.1, for Windows. Minitab Inc. Usa, 1998.
53. Molina D. O., Matamoros I., Almeida Z., Tedeschi L., Pell A.N.: Evaluation of the Dry Matter Intake Predictions of the Cornell Net Carbohydrate and Protein

System With Holstein and Dual-Purpose Lactating Cattle in The Tropics. *Animal Feed Science and Technology*. 114: 261–278, 2004.

54. Molina D. O., Matamoros I., Pell A.N.: 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, 2004.

55. Newman J. A., Cribari-Neto F., Jensen M. J.: The Sensitivity of N-alkane Analysis to Measurement Error: Implications for Use in the Study of Diet Composition. *The Journal of Agricultural Science*. 131:465-476, 1998.

56. Nordheim H., Volden H., Fystro G., Lunnan T.: Prediction of In Situ Degradation Characteristics of Neutral Detergent Fibre (aNDF) in Temperate Grasses and Red Clover Using Near-Infrared Reflectance Spectroscopy (NIRS). *Animal Feed Science and Technology*. 139: 92–108, 2007.

57. Ohajuruka O. A., Palmquist D. L.: Evaluation of n-Alkanes as Digesta Markers in Dairy Cows. *J. Anim. Sci.* 69: 1726-1732, 1991.

58. Okuyucu B. R., Okuyucu F.: Çayır-Meralarda Organik Tarım Uygulamaları ve Yararları. *Hayvansal Üretim*. 47(1): 54-61, 2006.

59. Oliván M., Ferreira L. M. M., Celaya R., Osoro K.: Accuracy of the N-Alkane Technique for Intake Estimates in Beef Cattle Using Different Sampling Procedures and Feeding Levels. *Livestock Science*. 106:28-40, 2007.

60. Oliván M., Osoro K.: Effect of Temperature on Alkane Extraction From Faeces and Herbage. *The Journal of Agricultural Science*. 132:305-311, 1999.

61. Oliveira D. E., Medeiros S. R., Tedeschi L. O., Aroeira L. J. M., Silva S. C.: Estimating Forage Intake of Lactating Dual-Purpose Cows Using Chromium Oxide and N-Alkanes as External Markers. *Sci. Agric., (Piracicaba, Braz.)*. 64(2): 103-110, 2007.

62. Oliveira D. E., Silva S. C.: Alkanes as Markers in Nutritional Studies with Wild Ruminant and Non-Ruminant Animals. *Sci. Agric., (Piracicaba, Braz.)*. 64:6, 657-662, 2007.

63. Ordakowski A. L., Kronfeld D. S., Holland J. L., Hargreaves B. J., Gay L. S., Harris P. A., Dove H., Sklan D.: Alkanes as Internal Markers to Estimate Digestibility of Hay or Hay Plus Concentrate Diets in Horses. *J. Anim. Sci.* 79:1516–1522, 2001.

64. Owens F. N., Hanson C. F.: Symposium: External and Internal Markers- External and Internal Markers for Appraising Site and Extent of Digestion in Ruminants. *Journal of Dairy Science*. 75(9):2605-2617, 1992.
65. Piasentier E., Sacc`a E., Bovolenta S.: Dietary Selection and Ingestive Behaviour of Fallow Deer and Sheep Grazing on Adjacent Monocultures of White Clover And Tall Fescue. *Small Ruminant Research*. 2006.
66. Smit H. J., Taweel H. Z., Tas B. M., Tamminga S., Elgersma A.: Comparison of Techniques for Estimating Herbage Intake of Grazing Dairy Cows. *J. Dairy Sci*. 88:1827–1836, 2005.
67. Tilley M. A., Terry R. A.: A Two-Stage Technique for the In Vitro Digestion of Forage Crops. *Grass and Forage Science*. 18(2):104-111, 1963.
68. Türk M., Bayram G., Budaklı E., Çelik N.: Sekonder Mera Vejetasyonunda Farklı Ölçüm Metodlarının Karşılaştırılması ve Mera Durumunun Belirlenmesi. *Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg*. 17(1): 65-77, 2003.
69. Tüzün C.: *Organik Kimya*. 7. Baskı, Palme yayınları, Ankara, 1996.
70. Ünal Y.: Alkan İndikatör Tekniği Kullanılarak Yem Tüketimi ve Sindirilebilirlik Tahmini. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg*. 44 (2): 53-59, 2004.
71. Ünal Y.: Estimation of Feed Intake by Housed Dairy Cows Using Alkanes and Near Infrared Reflectance Spectroscopy. PhD Thesis. University of Nottingham, Nottingham, UK, 1998.
72. Valiente O. L., Delgado P., De Vega A., Guada J. A.: Validation of The N-alkane Technique to Estimate Intake, Digestibility, and Diet Composition in Sheep Consuming Mixed Grain:Roughage Diets. *Australian Journal of Agricultural Research*. 54(7):693 – 702, 2003.
73. Vulich S. A. ; Hanrahan J. P.: Faecal Sampling for The Estimation of Herbage Intake Using N-alkanes: Evaluation of Sample Pooling and The Use of Rectal Grab Samples. *Journal of Agricultural Science*. 124 (1):79-86, 1995.
74. Yalçın S., Şehu A., Karakaş F.: 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, 1998.

75. Yiakoulaki M. D., Papadoyannis I. N., Nastis A. S.: Determination of Marker Chromic Oxide in Faeces of Grazing Goats on Mediterranean Shrublands by AAS. *Animal Feed Science Technology*. 67: 163-168, 1997.

8. ÖZGEÇMİŞ

1973 Sarıkamış doğumluyum, ilk, orta ve lise öğrenimimi İzmir’de tamamladım. 1990 yılında Atatürk Üniversitesi Kars Veteriner Fakültesi’nde üniversite öğrenimime başladım. 1996 yılında Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi’nden mezun oldum. 1996-1998 yılları arasında serbest veteriner hekim olarak çalıştım. 2001 yılında Kafkas Üniversitesi Vet. Fak. Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları A.B.D.’nda başladığım yüksek lisansımı 2003 yılında tamamladım. 2004 yılında Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları A.B.Dalı’nda Doktora başladım. Evli ve bir çocuk annesiyim.