



**DEĞİŞİK FİZİKSEL MUAMELELERE
TABİ TUTULAN ADI FİĞİN (*Vicia sativa*)
İN *VİTRO* GAZ ÜRETİM TEKNİĞİ İLE
YEM DEĞERİNİN BELİRLENMESİ**

Yasemin IŞIK

**Yüksek Lisans Tezi
Zootečni Anabilim Dalı
Yemler ve Hayvan Besleme Bilim Dalı
Yrd. Doç. Dr. Adem KAYA
2016**

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DEĞİŞİK FİZİKSEL MUAMELELERE TABİ TUTULAN ADI
FİĞİN (*Vicia sativa*) İN *VİTRO* GAZ ÜRETİM TEKNİĞİ İLE
YEM DEĞERİNİN BELİRLENMESİ

Yasemin IŞIK

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI
Yemler ve Hayvan Besleme Bilim Dalı

ERZURUM
2016

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

**DEĞİŞİK FİZİKSEL MUAMELELERE TABİ TUTULAN FİĞİN (*Vicia sativa*)
İN VİTRO GAZ ÜRETİM TEKNİĞİ İLE YEM DEĞERİNİN BELİRLENMESİ**

Yrd. Doç. Dr. Adem KAYA danışmanlığında, Yasemin IŞIK tarafından hazırlanan bu çalışma 30/05/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Zootekni Anabilim Dalı – Yemler ve Hayvan Besleme Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak **oybirliği/oy çokluğu (3./3.)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof.Dr. Muhlis MACİT

Üye : Prof.Dr. Güray ERENER

Üye : Yrd.Doç.Dr. Adem KAYA

İmza :

İmza :

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 02.06.2016 tarih ve 23 / 23 nolu kararı ile onaylanmıştır.


Prof. Dr. Ertan YILDIRIM
Enstitü Müdürü

**Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Ararştırma Fonu tarafından desteklenmiştir.
Proje No: BAP 2012-407**

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DEĞİŞİK FİZİKSEL MUAMELELERE TABİ TUTULAN ADI FİĞİN (*Vicia sativa*) İN *VITRO* GAZ ÜRETİM TEKNİĞİ İLE YEM DEĞERİNİN BELİRLENMESİ

Yasemin IŞIK

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Zootehni Anabilim Dalı
Yemler ve Hayvan Besleme Bilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Adem KAYA

Bu çalışma, piyasadan temin edilen adi fiğ (Vicia sativa L.) uygulanan değişik fiziksel muamelelerin (ıslatma, kaynatma ve kavurma) *in vitro* gaz üretim miktarları, gaz üretim parametreleri (a, b, a+b ve c), organik madde sindirilebilirlikleri (OMS), metabolik (ME) ve net enerji laktasyon (NEL) içerikleri ile kimyasal bileşimleri ve yem değerleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. *In vitro* gaz üretim tekniğinde kullanılan rumen sıvısı, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yetiştirilmekte olan 7 yaşında ve yaklaşık 650 kg canlı ağırlığındaki kısır bir Holstein ırkı hayvandan sonda yardımıyla alınmıştır. Gaz üretim miktarı ve parametrelerin belirlenmesi için çiğ ve muamele edilmiş fiğler 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48, 72 ve 96 saat süre ile inkübasyona bırakılmışlardır. Söz konusu fiğ örneklerinin kimyasal bileşimleri (KM, HK, OM, HP, HY, NDF, ADF, ADL, Hemi SEL) arasında önemli farklılıklar gözlenmiştir. Fiğ gruplarındaki kimyasal bileşim bakımından meydana gelen farklılıklar *in vitro* gaz üretim ve gaz parametrelerini de etkilemiştir. Fiğ örneklerinin OMS, ME ve NEL değerleri sırasıyla %63.50-83.10, %11.3-14 J/kg KM ve %5.81-7.99 MJ/kg KM arasında değişmiştir. Çiğ ve muamele edilmiş fiğlerin ham besin madde kompozisyonları ve *in vitro* gaz üretim parametreleri dikkate alındığında ıslatmanın (OMS=%83.10, ME=14.55 MJ/kg, NEL=7.99 MJ/kg) diğer muamelelere göre en uygun olduğu saptanmıştır.

2016, 51 sayfa

Anahtar Kelimeler: Adi Fiğ (*Vicia sativa*), fiziksel muamele, kimyasal bileşim, *in vitro* gaz üretimi, yem değeri

ABSTRACT

Master Thesis

DETERMINATION OF FEED VALUES OF DIFFERENT PHYSICAL PROCESSED COMMON VETCH SEED (*Vicia sativa*) BY *IN VITRO* GAS PRODUCTION TECHNIQUE

Yasemin IŞIK

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Animal Science
Feeds and Animal Nutrition Department

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Adem KAYA

In this study, *in vitro* gas production values, gas production parameters (a, b, a+b and c) and organic matter digestibilities (OMD), metabolizable energy (ME), net energy lactation (NEL) contents, chemical compositions and feed values of different physical processed (raw, soaked, boiled and roasted) common vetch seeds (*Vicia sativa*) were determined by *in vitro* gas production technique. Rumen fluid, used in this study, was obtained by probe from one Holstein bull (seven years old, average live weight=650 kg) raised at Research and Application Farm of Agricultural Faculty Atatürk University. Raw and treated common vetch seeds were incubated for 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48, 72 ve 96 hours for the determination of *in vitro* gas production values and gas production parameters in rumen fluid. It was observed significant differences among all of the common vetch seeds in terms of chemical composition (DM, CA, OM, CP, EE, ADF, NDF, Selulos) values ($P<0.05$). The differences in the chemical composition values affected *in vitro* gas production values and gas production parameters of raw and treated common vetch seeds. OMD, ME and NL values of common vetch seeds were determined as 63.50-83.10%, 11.23-14.55 MJ/ kgDM and 5.81-7.99 MJ/ kg DM, respectively. In conclusion, it was found that soaked treatment applied to common vetch seed was preferable rather than other physically treated seeds.

2016, 51 pages

Keywords: Common vetch seed (*Vicia sativa*), Physical Treatment, Chemical Composition, *In vitro* Gas Production, Feed Value

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimime başladığım günden itibaren, tez konusunun belirlenmesi ve yürütülmesi aşamalarında yardımlarını esirgemeyen ve bana destek olan çok değerli danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Adem KAYA'ya teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmamın ilk laboratuvar aşamasında yardımlarını esirgemeyen, her türlü alet ve ekipmanın kullanımına kolaylık sağlayan ve izin veren Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölüm başkanı Sayın Prof. Dr. Yaşar KARADAĞ'a ve bölüm asistanlarından Sayın Arş. Gör. Mahir ÖZKURT'a çok teşekkür ederim. Laboratuvar aşamalarında birlikte çalıştığımız değerli arkadaşlarım Ender LALE'ye ve Yusuf SUBAŞI'na teşekkür ederim. Çalışmam boyunca yardımlarını ve dostluğunu benden esirgemeyen ev arkadaşım Sayın Arş. Gör. Kübra Özdemir'e ve her zaman her durumda beni destekleyen, inanan anneme ve babama çok teşekkür ederim.

Yasemin IŞIK

Mayıs, 2016

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Adi Fiğ (<i>Vacia Sativa</i> L.)	2
1.2. Yem Materyallerinin Yem Değerinin Belirlenmesi	4
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal.....	14
3.1.1. Hayvan materyali	14
3.1.2. Yem materyali	15
3.1.2.a. Yem materyaline uygulanan fiziksel muameleler	15
3.1.2.b. Yem materyaline uygulanan kimyasal analizler	17
3.2. Yöntem	28
3.2.1. <i>İn Vitro</i> gaz üretim tekniği	28
3.2.2. Yemlerin metabolik ve net enerji laktasyon değerleri ile organik madde sindirim derecelerinin belirlenmesi.....	32
3.3. İstatistik Analizler	33
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	34
4.1. Değişik Fiziksel Muamelelere Tabi Tutulan Fiğ Dane Yemlerine Ait <i>İn</i> <i>Vitro</i> Gaz Üretim Miktarları ve <i>İn Vitro</i> Gaz Parametreleri	38
4.2. Değişik Fiziksel Muamelelere Tabi Tutulan Fiğlere Ait Organik Madde Sindirimi, Metabolik Enerji ve Net Enerji Laktasyon İçerikleri	43
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	47
KAYNAKLAR	48
ÖZGEÇMİŞ	52

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

ADF	Asit deterjan fiber
ADL	Asit deterjan lignin
Hemi SEL	Hemi selüloz
HK	Ham kül
HP	Ham protein
HY	Ham yağ
KM	Kuru madde
KMS	Kuru madde sindirimi
KMT	Kuru madde tüketimi
ME	Metabolik enerji
NDF	Nötr deterjan fiber
NEL	Net enerji laktasyon
NYD	Nispi yem değeri
OM	Organik madde
OMS	Organik madde sindirimi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Denemede kullanılan holstein hayvanın görünümü	14
Şekil 3.2. Değişik fiziksel muamelelere tabi tutulan (kavurma, ısıtma, kaynatma) adi fiğ yem örnekleri.....	15
Şekil 3.3. Adi Fiğ'in (Vacía Sativa) kavurma muamelesine tabi tutulması	16
Şekil 3.4. Adi Fiğ'in (Vacía Sativa) kaynatma muamelesine tabi tutulması.....	17
Şekil 3.5. Yem örneklerinin kül fırınında yakılması	18
Şekil 3.6. Yem örneklerinde ham protein analizi yaparken destilasyon ve titrasyon işlemleri	21
Şekil 3.7. Yem örneklerinde ham yağ analizi için külahlara kurutulması, örnek tartımı ve soğutma-ısıtma düzeni 60°C'ye ayarlanarak düzeneğin çalıştırılması	22
Şekil 3.8. Yem örneklerinin ADF ve NDF tayini için ANKOM cihazında muamele edilmesi	25
Şekil 3.9. Yem örneklerinde ADL analizi	26
Şekil 3.10. Cam vialler içerisinde yem örnekleri ve rumen sıvısının su banyosunda inkubasyonu	29
Şekil 3.11. Rumen sıvısının CO ₂ gazı varlığında cam viallere ilavesi.....	29
Şekil 3.12. Tampon çözeltisinin hazırlanması	30
Şekil 3.13. Yem örneklerinin viallere doldurulması.....	30
Şekil 3.14. Sonda yardımıyla hayvandan rumen sıvısının alınması	31
Şekil 4.1. Fiğ Gruplarının inkübasyon sürelerindeki gaz üretim değerleri.....	40
Şekil 4.2. Fiğ örneklerine ait metabolik enerji değerleri	44
Şekil 4.3. Fiğ örneklerine ait net enerji laktasyon değerleri	44
Şekil 4.4. Fiğ örneklerine ait organik madde sindirim değerleri	45
Şekil 4.5. Fiğ örneklerine ait kısa zincirli yağ asitleri (KZYA) değerleri	45

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Çiğ ve değişik fiziksel muamelelere tabi tutulan fiğ örneklerinin kimyasal kompozisyonlarına ait ortalama değerler.....	34
Çizelge 4.2. Rumen sıvısı TUYA ve NH ₃ -N içerikleri.....	38
Çizelge 4.3. Fiğ örneklerine ait <i>In Vitro</i> fermantasyonu sonucu açığa çıkan gaz üretim miktarları ve varyans analiz sonuçları (ml/200mg KM).....	38
Çizelge 4.4. Fiğ örneklerine ait gaz üretim parametreleri (Lag fazı dikkate alınmamış).....	41
Çizelge 4.5. Fiğ örneklerine ait gaz üretim parametreleri (Lag fazı dikkate alınmış).....	41
Çizelge 4.6. Fiğ örneklerine ait organik madde sindirimi, metabolik enerji, net enerji laktasyon değerleri ve varyans analiz sonuçları.....	43

1. GİRİŞ

Baklagiller kurak ve yarı kurak bölgelere iyi adapte olmuşlardır. Geniş bir bitki varyetesini içine alan baklagiller, 1600-1900 türü, 750 cinsi bulunan büyük bir familyayı oluşturmaktadır (Gençkan 1983; Manga 1995).

Baklagiller proteinler bakımından gayet zengin yemlerdir. Bünyelerinde yeterince azot ihtiva ettikleri için toprağın yüksek oranda azot içermesine gerek duymazlar. Bu yemlere güvenilir protein kaynağı olarak bakılır. Azot bulundurma oranları bakımından toprak üstü kısımları, köklerine oranla daha fazla azot bulundururlar. Genel olarak baklagillerin içerdiği azotun yarısından fazlasını havadan ve geri kalanını toprağın depo maddelerinden aldıkları kabul edilir (Gürsoy 2013).

Baklagillerin yaprak ve daneleri daha fazla protein ihtiva ettikleri için olgunluk döneminde hasat edilseler bile ideal zamanda hasat edilen buğdaygil yem bitkilerine göre daha fazla protein ihtiva etmiş oldukları görülür. Olgunluk döneminde hasat edilen baklagillerdeki protein oranı hayvan beslenmesine yetecek düzeydedir. Baklagiller çiçeklenmeden sonra en verimli en kaliteli proteini ürettikleri döneme girerler. Çünkü bu devrede her şeyden önce hayvanlara yeterli bir besin sağlanmasını güven altına almak için bu bitkiler çok yüksek protein ve az miktarda selüloz ihtiva ederler. Baklagiller her döneminde sadece oldukça yüksek proteine sahip olmazlar; bu proteinler ayrıca çok yüksek kalitededir. Bunlar hayvanların besin rasyonlarında yapıcı ve tamamlayıcı elemanlar olarak da büyük bir önem taşırlar. Bunun yanı sıra baklagiller, beslenme işleminde önemli bir yer alan fazla miktarda kalsiyum ve fosfat da içerirler. Son olarak bunlarda A ve D vitaminlerinin bulunması nedeniyle büyük bir fayda sağladıkları bilinmektedir (Tan 2008).

Baklagil dane yemleri, hem protein hem de enerji içeriği bakımından zengin olmalarına rağmen sağlık problemlerine, büyümenin gerilemesine ve yemden yararlanmanın düşmesine neden olan anti-nutrisyonel faktörler (ANF) içerirler. Saydığımız bu

sebeplerden dolayı kanatlı rasyonlarında sınırlı düzeyde kullanılmaktadırlar. Bu maddeler, bilhassa fiğın yüksek oranda ve çiğ olarak rasyona katılması durumunda hayvanlar üzerindeki olumsuz etkilerini fazlaca gösterirler. ANF'ler farklı mekanizmalar tarafından beslenmeyi engelleyici etkiyi kullanırlar. Bu faktörler lektinler, çeşitli proteaz inhibitörleri, non-protein aminoasitler (nörolatirojenler, canavanin, mimosin), karbonhidratlar (galaktomannan zamları), polifenolik bileşikler (taninler), metal bağlayan ajanlar (fitik asit), goitrojenler, saponinler, siyanogenetik glikozitler, allerjenler, favojenler, alkalidler, antivitaminler ve hemaglutininlerdir (Özen 1989; Eklin *et al.* 1990; Gatel 1994; Wiryawan *et al.* 1999; Farran *et al.* 2001; Seabra *et al.* 2001).

Baklagiller hayvan beslemede gerekli olan yem bitkileridir. Baklagil türleri içerisinde fiğ önemli bir yer tutar. Hem kaba yem hem de kesif yem olarak kullanılabilir (Tan 2008).

1.1. Adi Fiğ (*Vicia Sativa* L.)

Yakalılık 150 türü olan Fiğ (*Vicia* L.) Güney Amerika ve Asya-Avrupa kıtalarının kuzey ılıman bölgelerinde yetişmektedir. Kültürü yapılan fiğ türlerinin neredeyse tamamının Asya-Avrupa ve özellikle Akdeniz ülkelerinden orjin aldığı ülkemizin doğal vejetasyonunun fiğ türleri bakımından oldukça zengin olduğu bildirilmektedir (Turgut vd 2006).

Türkiye'de hatta dünyada fiğ türleri içinde en çok yetiştirilen ve tanınan tür, adi fiğdir (*Vicia sativa* L.). Baklagiller familyasına ait fiğın hem vejetatif kısımları, hem de daneleri hayvan beslemede değişik şekillerde kullanılmaktadır. Hayvan beslemede kullanılan adi fiğ, danelerinden olduğu kadar kuru ot, yeşil ot, münavebe bitkisi, tohum üretimi, mera bitkisi ve silo yemi olarak da kullanılmaktadır. Türkiye'de oldukça fazla miktarda yetiştirilmekte olan adi fiğın yeşil ot üretim miktarı yaklaşık 2.7 milyon ton, dane üretim miktarı ise yaklaşık 46.6 bin ton olup sadece hayvan yemi olarak kullanılmaktadır (Anonim 2015).

Adi fiğ, kışı sert geçen bölgelerde (adi fiğ -8 derecede donmaktadır) yazlık olarak, sıcak iklime sahip yerlerde ise kışlık olarak kültürü yapılmaktadır. Ülkemizin İç ve Doğu Anadolu bölgelerinde erken ilkbaharda ekimi yapılmaktadır (Gençkan 1983). Kurağa oldukça dayanıklı olan fiğ, 300-500 mm yağış alan yarı-kurak bölgelerde rahatlıkla yetişir (Serin ve Tan 1996).

Adi fiğ tek yıllık bir münavebe baklagil yem bitkisi olmasından dolayı tarlayı yormamakla beraber, toprağa bir miktar da azot kazandırır. Yeşil otunda ortalama %24 civarında ham protein ihtiva eden adi fiğin hem otu hem de daneleri oldukça besleyicidir. Adi fiğ proteince zengin olduğu gibi enerji içeriği de oldukça yüksektir. Arpa veya yulafla karışık yetiştirilmesi önerilir. Adi fiğ otunun besin madde içeriği oldukça yüksek olmasına rağmen tadı acıdır. Ancak bu acılık hayvanların iştahla yemelerini engelleyecek düzeyde değildir (Turgut vd 2006). Timpani gibi metabolik hastalıklara sebep olmadığından dolayı özellikle sığır ve koyun gibi ruminant hayvanlara güvenle yedirilebilir. Ancak çok fazla yedirildikleri takdirde süt ve tereyağının tadında bozulmaya sebep olur. Diğer taraftan süt ineklerine günde 15-20 kg dan fazla verilmemesi gerektiği bildirilmektedir (Liener 1980; Yalçın ve Onbaşlar 2001).

Nitrojen bağlama yeteneği, yüksek besleme değeri ve fakir topraklarda yetişmesiyle bilinen adi fiğin besin madde içeriği; ham selülöz oranı (HS) %5-6, ham protein (HP) %25-30, ham yağ (HY) %1-2, ham kül (HK) %4-6, nitrojensiz öz maddeler (NÖM) %53-55 ve metabolik enerji (ME) ruminantlar için kuru maddede ortalama 12.14 MJ/kg'dır. NÖM'in %36'sını nişasta, %4-5'ini sakkaroz ve galaktoz oluşturmaktadır. Dane adi fiğ diğer baklagil daneleri ile karşılaştırıldığında ham besin madde açısından aralarında önemli farklılık olmadığı görülür. Ancak adi fiğdeki besin maddelerinin sindirilebilirliği daha yüksektir (Akyıldız 1986; Farran *et al.* 1995; Yalçın ve Onbaşlar 2001).

Yapısında vicin ve convicin denilen tohuma acı tat veren siyano glikozit, tanin, lektin, anti-vitamin faktörleri, hidrosiyamik asit, nörotoksik aminoasitler gibi antibesinsel

faktörler içermektedir (Eklin vd 1990; Farran *et al.* 2001; Budağ 2003). Bu antibesinsel faktörleri elemine etmek veya baklagil danelerinin besin değerlerini arttırmak için farklı işleme teknikleri kullanılmaktadır. Bunlar; dane bütünlüğünün bozulması (öğütme ve kırma), dane kabuğunun uzaklaştırılması, ısı muamelesi (kuru ısıda kavurma, suda pişirme, buharla muamele, su ve çeşitli kimyasal maddelerle muamele), fermentasyona bırakma şeklinde sıralanabilir (Liener 1980; Yalçın ve Onbaşlar 2001).

1.2. Yem Materyallerinin Yem Değerinin Belirlenmesi

Hayvancılıkta, maksimum verim elde etmenin temel şartı, iyi ve dengeli beslenmedir. Bunun için hayvan beslenmede kullanılacak rasyonun hayvanın yaşama payı ve verimliliğe olan katkısının yeteri derecede olması gerekmektedir. Rasyon hazırlanırken, rasyonun hem dengeli hem de ekonomik olması hayvancılığın geliştirilmesi içinde gereklidir. Burada önemli olan hayvanın ne kadar yem tükettiği ve tüketilen bu yemin ne ölçüde verime çevrildiğidir. Dengeli ve yeterli bir rasyon hazırlayabilmek için bu konuya daha dikkat edilmelidir (Anonim 2015).

Hayvan beslemede rasyon hazırlarken pratik olduğu için genellikle tüketilen kuru madde (KM) miktarı göz önüne alınır. Kuru madde tüketimi, hayvanların fiziksel ve fizyolojik özelliklerinden, yemlerin kimyasal bileşimi ve fiziksel yapısından, çevre şartlarından direkt olarak etkilenir (Karademir 2008).

Hayvan beslemede kullanılacak olan yemlerin hayvanlarda meydana getirecekleri etkilerinin saptanarak buna göre bir değerlendirme yapılmasının gerektiği, hayvanların yeteri düzeyde ve ekonomik olarak beslenmeleri ancak böyle bir değerlendirme ile mümkün olacağı bildirilmektedir (Gürsoy 2013).

Hayvan beslemede kullanılan yemlerin kalitelerinin belirlenmesinde uygulanabilirliğin kolaylığına göre; duyuşal, kimyasal ve biyolojik analiz yöntemleri kullanılmaktadır (Kutlu 2008).

Yemlerin fiziksel olarak yem değerlerinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler hızlı ve masrafsız yöntemlerdir fakat detaylara bakılmaksızın yapırlar. Genellikle görünüş, koku, sert, irilik gibi fark edilebilir fiziksel özellikler yemin satın almada talep edilebilmesini arttırır ve fiyat belirlemede büyük kolaylık sağlar. Kimyasal olarak yemler birçok değişik yapı gösterirler. Bu yapıların analiz edilmesiyle yemlerin besin madde içerikleri ile ilgili daha doğru ve kapsamlı bilgilere ulaşılır fakat kimyasal analizler zaman ve laboratuvar şartlarında yapılabilen masraflı analizlerdir. Yemlerin kimyasal analizlerinde Weende analiz yöntemleri kullanılır. Weende analiz yöntemleri ile yemlerin kimyasal kompozisyonları belirlenebilir. Bu karmaşık yapı hakkında kimyasal analizler bizlere büyük ölçüde fikir verse de yeterli değildir. Çünkü yemlerde bulunan besin maddelerinin yararlılıkları ve kullanılabilirlikleri bu yemlerin sindirilebilirliklerinin bulunmasıyla mümkündür. Yemlere yapılan kimyasal analizlerin (ham protein, ham yağ, ham kül, kuru madde, ADF, NDF, ADL) yanı sıra sindirilebilirlik bu analizlere ek olarak daha hassas sonuçlar veren organik madde ve organik madde içeriği üzerinden hesaplanan değerler ışığında belirlenir (Rohweder *et al.* 1978; Moore 1994; Kaya 2008; Kutlu 2008).

Klasik sindirim denemeleri olarak bilinen analiz yöntemleri üç şekilde yapılmaktadır. Bunlardan ilki canlı hayvan gerektiren *in vivo* teknik, hem laboratuvar hem de deney hayvanı gerektiren ikinci yöntem *in situ* teknik ve tamamen laboratuvar ortamında yürütülen *in vitro* tekniklerdir. Bu yöntemler sayesinde sindirilebilirlik çalışmaları yürütülebilmekte ve yeme ait herhangi bir besin maddesinin sindirilebilirliği hesaplanabilmektedir. Ancak, bu tekniklerle daha çok yem organik maddesine ait nişasta, protein vb. kompenetlerden biri veya organik maddenin toplam sindirilebilirliği saptanır. Yemlerin besleme değerine ait önemli göstergelerden metabolik enerji ve organik madde sindim derecelerini belirlemede kullanılan *in vivo* teknik genellikle zaman alıcı ve pahalı yöntemdir. Menke *et al.* (1979) ve Menke and Steingass (1988) gaz üretim tekniğini Yemlerin *in vitro* parçalanma hızı, miktarı, metabolik enerji ve organik madde sindirim derecelerinin belirlenmesi amacıyla Menke *et al.* (1979) ve Menke and Steingass (1988) tarafından geliştirilen *in vitro* teknikler kullanılmıştır. Gaz üretim tekniği ise, yemlerin rumen sıvısıyla inkübe edildikten sonra meydana gelen

fermantasyon sonucu oluşan CO₂ gazının ölçümüne dayanan ve CO₂ gazı kullanılarak birçok parametrenin hesaplanmasına imkan veren *in direk* bir yöntemdir. Bu teknikte saptanan parametreler ile hayvanların performansı (Orskov 1989), yem tüketimi (Blummel and Orskov 1993), mikrobial protein sindirimi (Krishnamoorthy *et al.* 1991) ve yemlerin *in vivo* sindirim derecesi (Khazaal *et al.* 1993) arasında önemli ve yüksek bir korelasyon bulunduğu rapor edilmiştir.

Bu çalışmada, *in vitro* gaz üretim tekniğini kullanarak, çiğ ve ıslatma, kaynatma ve kuru kavurma gibi değışik fiziksel muamelelere tabi tutulan adi fiğın (*Vicia sativa* L.) *in vitro* gaz üretim miktarları, gaz üretim parametreleri, organik madde sindirilebilirlikleri (OMS), metabolik enerji (ME), net enerji laktasyon (NEL) içerikleri, kimyasal bileşimleri ve yem değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Yem maddelerinin besin madde içeriklerinin çoğu kimyasal olarak analiz edilebilmektedir, bununla birlikte yemlerin ek içerikleri bu yolla belirlenememektedir. Yemlerin enerji değerleri, 1960'lı yıllardan beri yem maddelerinin kimyasal analizleri sonucu elde edilen verilerin kullanılmasıyla geliştirilen eşitliklerden tahmin edilmektedir. Yemlerin enerji değerlerinin belirlenmesinde dikkate alınan iki faktör yem maddelerinin ham yağ içerikleri ile hücre duvarı bileşenlerinin (ADF, NDF) sindirilebilirliği (Robinson 2004).

Aiple *et al.* (1996) tarafından yapılan çalışmada yemlerin net enerji içeriklerinin belirlenmesinde *in vitro* gaz üretim tekniğinin, diğer metodlardan (ham besin maddesi içeriğinden enerji değerinin tahmini ve enzimatik metot) daha üstün olduğu bildirilmektedir.

Menke *et al.* (1979) çoklu regresyon eşitliğinde *in vitro* gaz ölçüm değerini ve kimyasal kompozisyonunu kullanarak *in vivo* OM sindirilebilirliğini oldukça yüksek doğrulukta ($r=0,98$) saptamışlardır.

Williams (2000) atmosferik basınç farkının gaz üretimlerinde sonuçları etkilediğini, farklı laboratuvarlardan elde edilen sonuçların karşılaştırılması zor olduğu için çoğu zaman bunun göz ardı edildiğini belirtmektedir.

Yemlere uygulanan öğütme, ıslatma, buharlama, gevretme, doğrama gibi işlemler sonucu parçalanmış küçük parçacıklara mikroorganizmalar daha kolay ve yoğun şekilde saldırmaktadırlar. Anonim (2001), Balley (1958)'e atfen yem formunun salya salgısını etkilediğini (selülozca zengin yemler ruminasyon zamanını artırmaktadır) ve rumen pH'sının bazik yöne kaymasına neden olduğunu, dolayısıyla da asetik asit oluşumunu artırdığını bildirmektedir.

Kılıç ve Sarıççek (2006), yürüttükleri çalışmalarında yemlerin değerinin belirlenmesinde son zamanlarda yaygın olarak kullanılan *in vitro* gaz üretim tekniği (Hohenheim Yem Testi) ile yapılan çalışmaların sonuçlarını etkileyen faktörler üzerinde durmuşlardır. Çalışmada *in vitro* gaz üretim tekniğinin kullanıldığı çalışmalardan elde edilen bulguların değerlendirilmesinde ve aynı çeşit yemler için farklı araştırmacılar tarafından elde edilen bulguların birbirleriyle karşılaştırılmasında bazı faktörlerin göz önünde bulundurulması gerektiği ve ayrıca bu faktörlerin; *in vitro* gaz üretim tekniğinde kullanılan yemlere, hayvanlara ve metodun uygulanmasındaki farklılıklara bağlı faktörler olmak üzere üç kısımda incelenebildiği saptanmıştır. Araştırmacılar *in vitro* gaz üretim tekniğinin yemlerin değerlendirilmesinde sıkça kullanılması durumunda yemlerin çok yönlü olarak değerlendirilmesine katkıda bulunacağını, ancak daha güvenilir sonuçlar elde etmek için tekniğin standardizasyonunun gerektiğini bildirmişlerdir.

Bazı baklagil tohumlarının besin madde kompozisyonlarını, rumen KM ve HP parçalanabilirlik parametrelerini ve efektif KM ve HP değerlerini belirlemek için yapılan bir çalışmada (Gonzalez and Andres 2003), fiğin besin madde kompozisyonu sırasıyla %96.7 OM, %1.2 HY, %25.8 HP, %26.1 NDF ve %12.4 ADF olarak ifade edilmiştir. Fiğin rumen KM parçalanabilirlik a, b ve c yem değerleri sırasıyla %30.3, 65.0, 0.0730/h; HP parçalanabilirliğinde bu değerler %35.5, 64.1 ve 0.0835/h olarak belirlenmiştir. $k=0.05/h$ geçiş hızında efektif KMP %68.5 ve efektif HPP %75.3 olarak tespit edilmiştir.

Kaya (2008) çiğ (MEF) ve değişik fiziksel muamelelere (ıslatma (ISF) ve kuru kavurma(KF)) tabi tutulan fiğin (*Vicia sativa*) naylon torba tekniğinden yararlanarak yaptığı çalışmada rumen kanüllü iki yaşı üç baş Morkaraman koçu kullanmıştır. MEF, IF ve KF den 24 saatlik inkübasyon periyodu sonunda elde edilen OMP değerlerini %88.72, %80.00, %80.35 olarak saptamıştır.

Robinson and McNiven (1993), çiğ ve kavrulmuş lüpenin rumen HP parçalanabilirlik yem değerlerini tespit etmek için yürüttükleri çalışmada; çiğ lüpende KM, OM ve HP

parçalanabilirliği için a ve b değerlerini sırasıyla %80.5, %18.3 olurken, bu değerler kavrulmuş lüpende ise %46.8 ve %52.3 olarak belirlenmiştir.

Fernandes Abreu and Bruno-Soares (1998), dokuz baklagil çeşidinin kimyasal kompozisyonu ve OM sindirilebilirliğini belirlemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada fiğın KM'deki besin madde kompozisyonu sırasıyla %3.4 HK, %23.0 HP, %1.9 HY, %5.0 HS, %21.7 NDF ve %7.5 ADF olarak rapor etmişlerdir. Fiğın OM sindirilebilirliğini ise %90.5 olarak tespit etmişlerdir.

Kırılmış ve bütün halde olan fiğın sindirilebilir besin madde miktarını belirlemek amacıyla ergin koçlarla yapılan bir çalışmada (Round 1989) hayvanlar metabolizma bölmelerinde barındırılmış ve günde 600 g bütün veya kırılmış halde fiğ verilerek 18 gün süreyle beslenmişlerdir. Araştırmacı denemede kullanılan fiğın kuru maddede %97 OM, %28.8 HP, %1.1 HY, %4.4 HS, %21.9 NDF ve %6.9 ADF içerdiğini belirlemiştir. Klasik sindirim denemesinin son 6 gününde dışkı ve idrar toplanmıştır. Denemede kullanılan bütün halde ve kırılmış fiğın sindirilebilir besin madde miktarları sırasıyla, KM %82.7-84, OM %84.1-85.7 ve azot için %77.9- 78.7 olarak tespit edilmiştir.

Rumen kanüllü koçlarla yaptıkları çalışmada Kaya ve Yalçın (2000) fiğın ham besin madde miktarlarını %83.63 OM, %25.14 HP, %1.03 HY, %5.68 HS ve %51.78 NÖM olarak belirlemişlerdir. Fiği 4, 8, 16, 24 ve 48 saat süreyle inkübasyona tabi tutmuşlardır. Bu inkübasyon sürelerine göre KM parçalanabilirliğini %34.15, 42.26, 62.15, 68.66 ve 88.40; OM parçalanabilirliğini %31.43, 39.4, 60.41, 67.18 ve 88.17; HP parçalanabilirliğini ise sırasıyla %28.44, 41.24, 65.74, 72.59 ve 93.01 olarak tespit etmişlerdir. Fiğın KM, OM ve HP parçalanabilirliği için a değerlerini sırasıyla %23.33, 20.32 ve 14.53; b değerlerini %73.04, 76.38, 84.61; a+b değerlerini %96.37, 96.70 ve 99.14; c değerlerini 0.0429/h, 0.0420/h, 0.0518/h; k=0.05/h geçiş hızında etkin parçalanabilirlik değerlerini ise %57.0, 55.2 ve 57.6 olarak bildirmişlerdir.

Rumen kanüllü koçlarla yapılan başka bir çalışmada Aguilera *et al.* (1992), yemlere uygulanan ısı muamelesinin rumende parçalanabilirlik üzerine etkileri incelenmiştir.

Araştırmada hiçbir işleme tabi tutulmamış ve otoklav edilmiş fiğın rumende 24 ve 48 saatlik inkübasyon sonunda KM parçalanabilirliği sırasıyla %62.7, 60.1, 88.1, 83.3 ve ham protein parçalanabilirliği %65.4, 56.7, 96.1 ve 79.5 olarak bulunmuştur. Muamele görmemiş ve otoklav edilmiş fiğın rumen KM parçalanabilirliğine ait a, b ve c değerleri sırasıyla %12.84, %75.29 ve 0.048/h; %8.72, %87.56 ve 0.035/h olurken, HP parçalanabilirliğinde bu değerler sırasıyla; %21.69, %78.06, 0.043/h ve %14.53, %85.47 ve 0.041/h olarak belirlenmiştir. Ayrıca $k=0.02/h$ rumen geçiş hızında etkin HP parçalanabilirliği %73.0 ve 69.8 olarak ifade edilmiştir.

Qrskov (1982) 0.02/h, 0.05/h ve 0.08/h rumen geçiş hızlarında fiğın efektif HP parçalanabilirliklerini %82.9, 66.6 ve 56.2 olarak ifade etmiştir. Keçilerin hayvan materyali olarak kullanıldığı başka bir sindirim çalışmasında Dilmen (1995), fiğın OM ve HP sindirilme oranlarını sırasıyla %87.03 ve 81.60 olarak bulmuştur.

On iki fiğ çeşidinin besin madde kompozisyonunu ve *in vitro* rumen nitrojen parçalanabilirliğini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada (Makkar *et al.* 1997), fiğlerin ortalama olarak HP'ini %27.5, HS'unu %11.79 ve OM'sini %84.29 olarak belirlemişlerdir. 24 saatteki nitrojen parçalanabilirliğini ise %74.42 olarak belirlenmiştir.

Sekiz protein katkısının besin madde kompozisyonu ve rumen KM ve HP parçalanabilirlik parametrelerini belirlemek için yapılan bir çalışmada (Hadjipanayiotou and Economides 2001), fiğın kuru maddede %31.46 HP, %3.68 HK, %1.14 HY, %5.09 HS, %17.35 NDF ve %11.20 ADF içerdiği belirlenmiştir. KM parçalanabilirlik a, b ve c değerleri sırasıyla %6.56, 90.43, 0.063/h olurken, bu değerler HP parçalanabilirliğinde %10.40, 88.03 ve 0.075/h olmuştur. Efektif KM parçalanabilirliği $k=0.08/h$ geçiş hızında %46.33, efektif HP parçalanabilirliği ise %52.77 olarak tespit edilmiştir.

Küçükersan (1993) adi fiğın KM'de besin madde miktarlarının sırasıyla, HP'nini %33.56, HY'ını %0.89, HS'unu %5.19, HK'ünü %3.09 ve NÖM'ini %57.27 olarak belirlemiştir. Araştırmacı fiği 4, 8, 16, 24 ve 48 saat süreyle rumende inkübasyona tabi

tutmuştur. İnkübasyon sürelerine göre ruminal KM parçalanabilirliğini %19.7, 30.7, 48.1, 60.8 ve 81.7; HP parçalanabilirliğini %31.5, 42.2, 58.6, 70.1 ve 87.4; OM parçalanabilirliğini %24.7, 36.1, 53.5, 65.7 ve 84.2 olarak belirlemiştir. Ruminal KM, OM ve HP parçalanabilirliği için a değerlerini sırasıyla %6.81, 11.12 ve 18.73; a+b değerlerini %94.77, 93.77 ve 96.21; c değerlerini 0.0397/h, 0.0451/h ve 0.0453/h; k=0.05/h geçiş hızında etkin parçalanabilirlik değerlerini ise sırasıyla %45.8, 50.3 ve 55.6 olarak tespit etmiştir.

Darre *et al.* (1999), kabdan kaba boşaltma yöntemi ile pişirilerek toksikliği giderilmiş iki ayrı fiğ türünün ham protein içeriğini sırasıyla %22.4 ve 25.8 olarak saptamışlardır. Aminoasit içeriği bakımından ise çiğ fiğ ile benzer olduklarını ifade etmişlerdir. Muamele edilmiş ve çiğ fiğ tohumlarının tirozin, fenilalanin, arginin, lösin ve lisin aminoasitlerince zengin, triptofan, sistin ve metiyonin bakımından ise fakir olduklarını belirtmişlerdir.

Ankara keçilerinin kullanıldığı bir sindirim çalışmasında (Dilmen 1995), fiğin OM ve HP sindirilme oranlarını sırasıyla %87.03 ve 81.60 olarak bulunmuştur.

Farran *et al.* (2002), erkek etlik civcivlerinde performans ve organ ağırlıkları üzerine ıslatılmış ve çiğ fiğ tohumu ile yemlemenin etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla iki çalışma yapmışlar, birinci çalışmada öğütülmüş ve bütün halde fiğ tohumlarını 24 saat oda sıcaklığında 1:5 oranında su ile ikinci çalışmada ise her 12 saatte su değişimi ile 24.48 ve 72 saatlerde 40°C'de 1:10 oranında su ile ıslatmışlardır. Birinci çalışmada muamele edilmemiş fiğin kuru madde esasına göre toplam betacyanoalanine (BCA), vicin ve convicin içeriğinin sırasıyla %0.530, 0.731 ve 0.081; tüm dane tohumları 24 saat ıslatma ile söz konusu maddelerin azaldığı ve sırasıyla %0.490, 0.519 ve 0.048 olduğu tespit edilmiştir. Farran *et al.* (1995), çalışmada muamele edilmemiş fiğ tohumlarının kuru madde esasına göre toplam BCA, vicin ve convicin içeriği sırasıyla %0.360, 0.791 ve 0.147 olarak tespit edilmiş ve en fazla azalmanın (%0.350, 0.264, ve 0.068) tüm dane tohumların 72 saat su ile muameleye tabi tutulmasıyla meydana

geldiğini. Ayrıca, öğütme işlemi uygulamasıyla bu toksinlerin tamamen ortadan kalktığı gözlemlenmiştir.

Ressler *et al.* (1997), nörotoksik etkiye sahip olan adi fiğ (Vicia sativa L.) Pico-Tag analiz yöntemini kullanarak pişirmenin ve uzun süreli ısıtmanın nörotoksiklik üzerine etkilerini incelemiştir. Çalışmada, hayvan materyali olarak 1 günlük yaşta leghorn civcivlerini kullanmışlardır. 3 saat 100°C’de suda ısıtıldığı zaman γ -glutamyl- β -cyanoalaninin (γ -gluBCA) β -cyanoalanin ve pyroglutamik asit formunda hızla kristalleştığını gözlemlenmiştir. Günlük su değişimi ile 8 gün oda sıcaklığında ısıtmada kabuğu çıkarılmış parçalanmış adi fiğ tohumlarından nörotoksinlerin etkili bir şekilde uzaklaştırıldığını, fakat tüm dane tohumlarından nörotoksinleri aynı muamele ile arzu edilen düzeyde uzaklaştırmanın mümkün olamayacağını ifade etmişlerdir. Ayrıca, bu çalışma ile tavuklarda ölüm ve ağırlık kaybına sebep olan toksinlerin baklagil tohumlarından değişik fiziksel yöntemlerle uzaklaştırılabileceğini ifade etmişlerdir.

Canbolat vd (2007) yaptıkları çalışmada, soya (Glycine max), adi fiğ (Vicia sativa L.), koca fiğ (Vicia narbonensis L.), burçak (Vicia ervilia Wild.), bakla (Vicia faba L.), bezelye (Pisum arvense L., P. sativum L), lüpen (Lupinus L.), mürdümük (Lathyrus sativus L.), nohut (Cicer arietinum L.) ve fasulye (Phaseolus vulgaris L.) gibi baklagil dane yemlerinin kimyasal bileşimleri, *in vitro* gaz üretimleri, metabolik enerji (ME) ve sindirilebilir organik maddeleri (SOM) karşılaştırmışlardır.. Gaz ölçümleri 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96 saat aralıklarla yapılmış ve gaz değerleri $y=a+b(1-e^{-ct})$ eşitliği kullanılarak saptanmıştır. Baklagil dane yemlerinin kimyasal bileşimleri arasında önemli farklılıklar tespit etmişlerdir ($P<0.05$). Baklagil danelerinin kimyasal bileşimlerindeki değişiklik ham protein için %21.8-39.3; ham yağ için %1.7-23.4; ham kül için %3.2-4.7; nötr deterjan lif (NDF) için %11.5-29.5 asit deterjan lif (ADF) için %5.7-17.4 ve asit deterjan lignin (ADL) için %1.1-3.4 olarak saptanmıştır. Adi fiğ için bu değerler sırasıyla protein için %28.3; ham yağ için %2.1; ham kül için %3.4; nötr deterjan lif (NDF) için %17.6; asit deterjan lif için (ADF) %10.1; asit deterjan lignin için (ADL) %1.6; Besin maddeleri bileşimi ile gaz üretimi ve gaz üretim parametreleri arasındaki farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.05$; $P<0.01$). Toplam gaz üretimi 76.9-93.2 ml/200

mg KM, sindirilebilir organik madde (SOM) %73.1-91.4 ve ME değeri ise 10.9-14.2 MJ/kg KM arasında değişmiştir. Soya danesinin toplam gaz üretimi, SOM ve ME içeriği diğer baklagil danelerinde önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Soya danesinden sonra en yüksek gaz üretimi, SOM ve ME içeriği ise adi fiğ danesine ait olduğu rapor edilmiştir.



3. MATERİYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Hayvan materyali

Bu araştırma için gerekli etik kurul onayı Atatürk Üniversitesi Deney Hayvanları Yerel Etik Kurul Başkanlığı'ndan alınmıştır (24.02.2014 tarih ve 1/19 sayılı karar). Araştırmada, *in vitro* gaz üretim tekniği için kullanılan rumen sıvısı, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği Büyükbaş Hayvancılık Tesisleri'nde yetiştirilen 7 yaşında ve 650 kg ağırlığında olan Holstein ırkı kısır bir hayvandan sonda yardımıyla alınmıştır. Denemede kullanılan hayvan 15 gün boyunca yaşama payı x 1.25 katı düzeyinde iyi kalitede kuru ot ve kesif yemle beslenmiştir. Yemleme günde iki öğün olacak şekilde (sabah 08:00 ve akşam 16:00) yapılmıştır. Rumen sıvısının niteliğini denetim altına almak için deneme hayvanı araştırma süresince, kaba/yoğun yem oranı kuru madde temeline göre, 60/40 olacak şekilde düzenlenen kaliteli kuru ot ve %18 ham protein, 2700 kcal/kg KM enerji içeren ticari besi yemi ile yemlenmiştir.



Şekil 3.1. Denemede kullanılan holstein hayvanının görünümü

3.1.2. Yem materyali

Araştırmada yem materyali olarak piyasadan temin edilen adi fiğ (*Vicia sativa L.*) kullanılmıştır. Temin edilen adi fiğ danesine ıslatma, kaynatma ve kavurma muameleleri uygulandıktan sonra ıslatma ve kaynatma muamelesi uygulanan fiğler kurutulup 1 mm elekten geçebilecek şekilde öğütülmüş ve numaralandırılarak analize uygun hale getirilmiştir.

3.1.2.a. Yem materyaline uygulanan fiziksel muameleler

a. Islatma işlemi

Altı gün süreyle her 72 saatte bir su değişimi ile 1/5 oranında ıslatılan fiğler oda sıcaklığında kurutulmuştur (Karaca 2004).



Şekil 3.2. Değişik fiziksel muamelelere tabi tutulan (kavurma, ıslatma, kaynatma) adi fiğ yem örnekleri

b. Kavurma İşlemi

Çalışmamızda kullandığımız adi fiğın (*Vicia Sativa L.*) 130°C’de kurutma fırınında 30 dakika bekletilmesiyle kavurma muamelesi gerçekleştirilmiştir (Karaca 2004).



Şekil 3.3. Adi Fiğ’in (*Vacia Sativa*) kavurma muamelesine tabi tutulması

c . Kaynatma İşlemi

Oda sıcaklığında 72 saat ıslatma muamelesine tabi tutulan fiğ 1/5 oranında kaynar su ile 30 dk kaynatılmıştır. Daha sonra 60°C’ye ayarlanmış etüv de 24 saat kurutulmuştur (Kaya *et al.* 2011).



Şekil 3.4. Adi Fiğ'in (*Vacia Sativa*) kaynatma muamelesine tabi tutulması

3.1.2.b. Yem materyaline uygulanan kimyasal analizler

Kuru madde tayini yapılan yem örneklerinde ham kül, ham protein, ham yağ, ADF, NDF, ADL ve *in vitro* gaz üretim tayinleri altı tekerrürlü olarak yapılmıştır.

a. Kuru madde analizi

Kuru madde kapları analizden önce 2 saat 105°C kurutma dolabında bekletilerek içindeki nemi uçurulmuştur. Dolaptan alınarak desikatöre konulan kuru madde kapları oda sıcaklığına kadar soğutulularak, darası hassas terazide alınıp (D) yaklaşık 5 g yem (A) materyali tartılmıştır (A1). Tartılan kuru madde kabı, 105°C'de bir gece kuru madde dolabında bekletilmiştir. Sonra desikatöre alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulup kapların tartımı yapılmıştır (A2). Daha sonra aşağıdaki formül yardımıyla gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra yem materyalinin yüzde kuru madde içeriği tespit edilmiştir.

$$\%Nem = ((A1 - D) - (A2 - D)) / A * 100$$

$$\%KM = 100 - \%Nem$$

b. Ham kül analizi

Porselen krezeler boş olarak ham kül fırınında 550 °C de 2 saat bekletilmiştir. Daha sonra desikatöre alınarak oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Hassas terazide darası alınarak (D) içerisine yaklaşık 1.5 g yem (A) materyali tartılmıştır (A1). Krezeler ham kül fırınına yerleştirilerek 550°C'lik fırında 5 saat süreyle yakılmıştır. Daha sonra desikatöre alınan krezeler oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ve hassas terazide tartımı yapılmıştır (A2). Aşağıdaki formül yardımıyla gerekli hesaplamalar yapıldıktan sonra yem materyalinin yüzde ham kül ve yüzde organik madde içeriği bulunmuştur.

$$\%HK = [(A1 - D) - (A2 - D)] / A * 100$$

$$\%OM = 100 - \%HK$$



Şekil 3.5. Yem örneklerinin kül fırınında yakılması

c. Ham protein analizi

Numune önce derişik H_2SO_4 (sülfürük asit) ile yakılarak içindeki N (azot) amonyum sülfata, sonrada amonyağa dönüştürölerek titrasyonla amonyaktaki azot miktarına karşılık ham protein miktarı hesaplanmıştır.

I. Yakma

Bir gr yem materyali tartılarak Kjedaht tüpüne konduktan sonra tüpe 1 adet katalizör tablet ve 20 ml yoğun H_2SO_4 (%97'lik) eklenmiştir. Tüplerden bir tanesine ise sadece numune koymadan gerekli kimyasallar konularak kör deneme yapılmıştır. Kjedaht tüpleri $200^\circ C$ 'de 45 dakika ön ısıtmaya tabi tutulduktan sonra $400^\circ C$ 'de tüp içeriğı şeffaf sarı-yeşil bir renk oluncaya kadar yakma işlemi yapılmıştır. Yakma işleminden sonra tüpler düzeneften alınarak soğumaya bırakılmıştır. Tüpler soğuduktan sonra reaksiyonun soğuması için 50 ml saf su ilave edilerek destilasyon işlemine geçilmiştir.

II. Destilasyon

Yakma ünitesinden alınan ve soğutulmuş olan tüpler destilasyon düzeneğinde tek tek destilasyon işlemine tabi tutulmuştur. Öncelikle her bir tüp için ayrı ayrı 250 ml'lik erlenlere 25 ml %4'lük borik asit ilave edilmiş ve destilasyon ünitesine yerleştirilmiştir. Destilasyon ünitesinin diğer bölümüne de destile edilecek olan tüp yerleştirilerek cihaz çalıştırılmıştır. Destilasyon işlemi başlamadan hemen önce tüplere 100 ml saf su ve 100 ml %40'lık NaOH cihaz tarafından otomatik olarak ilave edilmiş ve yaklaşık 2 dakika 40 saniye destilasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemde sonra erlen içeriğindeki borik asit tarafından tutulan nitrojenin miktarını tespit etmek amacıyla titrasyon işlemine geçilmiştir.

III. Titrasyon

Destilasyon ünitesinden alınan ve renkleri maviye dönüşmüş olan erlen içeriğindeki nitrojenin miktarını belirlemek amacıyla 0.1 N'lik HCl ile titrasyon yapılmıştır. Bu işlem için dijital büret içerisinde bulunan 0.1 N'lik HCl asitle erlen içeriği dönüşümsüz olarak açık pembe renk oluncaya kadar titre edilmiş ve her bir numune için harcanan HCl miktarı okunarak kayıt edilmiştir.

Gerekli rakamlar (HCl miktarı ve Kör deme miktarı) protein analiz formülünde uygun yere yazılarak numunedeki yüzde protein oranı aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır (Kutlu 2008).

$$\% \text{Protein} = (K) * (V) * (N) * (f_{HCl}) * (100) / (M) * (1000) * (fp)$$

K: 1.4007 (Azotun atom ağırlığı)

V: Kullanılan HCl (ml)

N: HCl'nin normalitesi (0. 1)

f_{HCl}: 0.1 N HCl'nin faktörü

fp: Proteine çevirme faktörü (6.25)

M: Tartılan yem miktarı



Şekil 3.6. Yem örneklerinde ham protein analizi yaparken destilasyon ve titrasyon işlemleri

d. Ham yağ analizi

Deneme kapsamında incelenen yemlere ait örneklerin ham yağ analizini yapmak amacıyla, eter ile ekstrakte edilmiş ve sonrasında elde edilen ekstrakt ham yağ olarak belirlenmiştir (Kutlu 2008).

Yem örnekleri, daha önce kurutulup darası alınan ve kurutma kağıdından yapılan külahlar içerisine (D) yaklaşık 1.5-2.0 g olacak şekilde tartılmış ve bir gece 95°C sıcaklıktaki etüvde bırakılmıştır.

Etüvden alınan külâh + yem örnekleri desikatörde soğutulduktan sonra hassas terazi de tartılarak (A1) soxleth cihazına yerleştirilmiştir (Şekil 3.7.). Düzenekteki balon jojeler içerisine bir tam, bir de yarım sifon olacak şekilde eter konmuştur. Daha sonra cihaz 60°C sıcaklığa ayarlanarak çalıştırılmıştır. Sekiz saat sonunda ekstraksiyon işlemi sonlandırılarak, düzenden alınan külâh+yem örnekleri etüvde yaklaşık 2 saat bekletildikten sonra desikatörde soğutulup tekrar tartım yapılmıştır (A2).

Elde edilen sonuçlar aşağıdaki formülde yerine konularak, yem materyallerinin HY içeriği %olarak belirlenmiştir (AOAC 1990).

$$\%HY = (A1-A2) / (A1-D) *100$$



Şekil 3.7. Yem örneklerinde ham yağ analizi için külâhların kurutulması, örnek tartımı ve soğutma-ısıtma düzeni 60°C'ye ayarlanarak düzeneğin çalıştırılması

e. Asit Deterjan Fiber (ADF) Tayini (%)

Yemin kalitesi hakkında fikir vermekle birlikte yüksek ADF içeriğine sahip yemlerin sindirilebilirliği ve enerji değerlerinin düşük olduğu bildirilmektedir (Kutlu 2008).

ADF içeriğini belirlemek amacı ile önce erlende 40 g ADF tozu (ANKOM FAD20C Kodlu Kimyasal), 1800-1900 ml saf su, 54.8 ml H₂SO₄ ile karıştırılarak çözelti hazırlanmıştır. Daha sonra 0.5 g tartılan örneklerin darası alınmış ve üzerleri çözücüye karşı dirençli kalem (ANKOM F08) ile yazılmış ve torbalara (ANKOM F57 Torba) konularak ağızları kapatılmıştır.

Örnekler, ANKOM cihazına yerleştirilerek ADF çözeltisi örneklerin üzerini örtecek düzeyde ilave edilmiş ve cihazın kapağı sıkıca kapatılmıştır. Cihaz 105°C'de 60 dk. çalıştırılmıştır. Süre tamamlandıktan sonra cihazın suyu dikkatli bir şekilde sistemden boşaltılarak cihazdaki örneklere tekrar 1800-1900 ml kaynamış saf su ilave edilerek cihaz 15 dk. süre ile çalıştırılmıştır. Daha sonra cihazdaki sıcak su boşaltılarak aynı işlem soğuk su ile 5 dk. boyunca yinelenmiştir. Analizin son aşamasında ise örnekler 1-2 dk asetonda bekletilmiş ve suyunun alınması için sıkılan örnekler, kağıt üzerine serilmiş ve sonrasında 105°C'ye ayarlı etüvde 2-4 saat kurutulmuştur. Örnekler etüvden desikatöre alınarak soğutulduktan sonra hassas terazide tartımları yapılarak veriler kaydedilmiştir. Elde edilen sonuçlar, aşağıdaki formülde yerine konularak, yem materyallerinin ADF içeriği hesaplanmıştır (Van Soest *et al.* 1991).

$$\%ADF = [W3 - (W1 \times C) \times 100] / W2$$

W1: Torbaların darası

W2: Örnek ağırlığı

W3: “Örnek + torba”nın kurutulduktan sonraki ağırlığı

C: Kör ağırlığı (boş torbanın kurutulduktan sonraki ağırlığı/darası)

f. Nötr Deterjan Fiber (NDF) Tayini (%)

NDF, yem maddesi içinde selüloz ve hemi-selüloz gibi hücre duvarının lifli karbonhidratları ile lignin ve sıcaklıkla zarar görmüş bir kısım proteinleri içeren kısmı ifade etmekte olup yemlerin hacimliliği hakkında fikir veren fraksiyondur (Kutlu 2008).

Deneme kapsamında ele alınan yem örneklerine ait NDF içeriklerinin tayini amacı ile 120 g toz ANKOM FND20C Kodlu Kimyasal toz, 20 ml etilen glikol, 4 ml alfa amilaz, 1700-1800 ml saf su ile karıştırılarak NDF çözeltisi hazırlanmıştır. Daha sonra 0.5 g tartılan örnekler, darası alınmış ve üzerleri çözücüye dirençli kalem (ANKOM F08) ile yazılan torbalara (ANKOM F57 Torba) konularak ağızları kapatılmıştır. Hazırlanan NDF çözelti ile örnekler ANKOM cihazına yerleştirilerek cihazın ağız sıkıca kapatılmıştır. Cihaz 105°C sıcaklıkta 75 dk süresince çalıştırılmıştır. Süre tamamlandıktan sonra cihazın suyu dikkatli bir şekilde tahliye sisteminden boşaltılarak, cihazdaki örneklere 1800-1900 ml kaynamış saf su ve 4 ml alfa amilaz ilave edilmiş cihaz 15 dk daha çalıştırılmıştır. Cihazdaki sıcak su boşaltılarak 10 dk süreyle soğuk su ile yinelenmiştir (Şekil 3.8). Analizin sonunda örnekler 1-2 dk süre ile asetonda bekletilmiştir. Aseton çözeltisinden çıkarılan örnekler, asetonun buharlaşması için kağıt üzerine serilmiş ve sonrasında 105°C'ye ayarlı etüvde 2-4 saat süre ile bekletilerek kurutulmuştur. Örnekler etüvden desikatöre alınarak soğutulduktan sonra hassas terazide tartımları yapılarak veriler kaydedilmiştir.

Sonuçlar aşağıdaki formülde yerine konularak, yem materyallerinin NDF içeriği hesaplanmıştır (Van Soest *et al.* 1991).

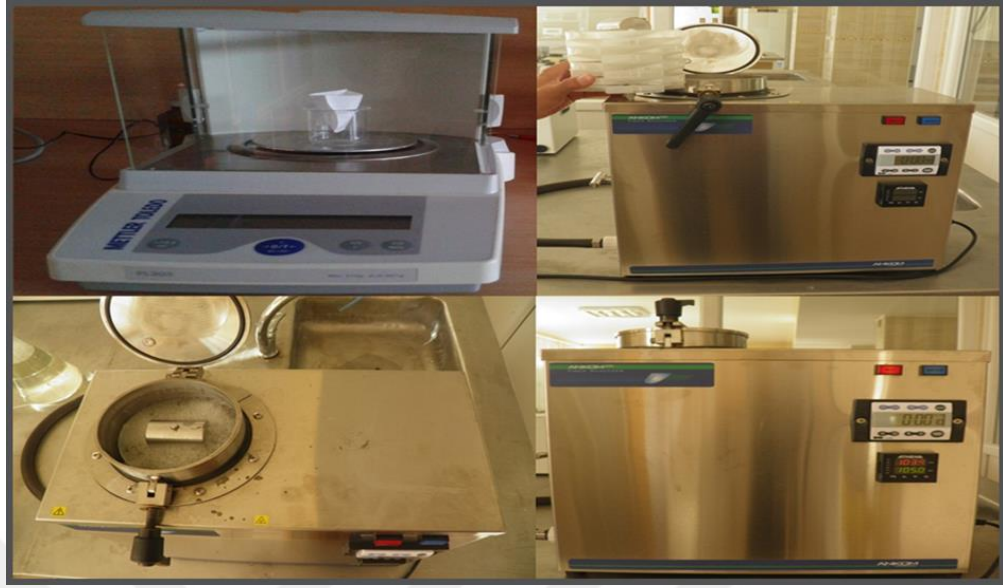
$$\%NDF = [W3-(W1xC) \times 100] / W2$$

W1: Torbaların darası

W2: Örnek ağırlığı

W3: “Örnek + torba”nın kurutulduktan sonraki ağırlığı

C: Kör ağırlığı (boş torbanın kurutulduktan sonraki ağırlığı/darası)



Şekil 3.8. Yem örneklerinin ADF ve NDF tayini için ANKOM cihazında muamele edilmesi

g. Asit Deterjan Lignin (ADL) Tayini (%)

ADL analizi, ADF'nin içerdiği selülozu çözebilen, oldukça güçlü bir asit ile işlendikten sonra geriye kalan hücre duvarı bileşeni olarak tanımlanmaktadır (Kurt 2008).

Yem bitkilerine ait ADL içeriği, ADF analizinde kullanılan örnekler üzerinden yapılan analizler aracılığı ile belirlenmiştir. Bu amaçla ADF sonrası torbalar %72'lik H_2SO_4 içerisinde 30 dk'da bir çalkalanmak suretiyle 3 saat boyunca muamele edilmiştir

Daha sonra torbalar çeşme suyu ile pH nötr oluncaya kadar yıkanmıştır. Torbalar suyu süzdürüldükten sonra 250 ml erlen içerisinde asetonla 3 dk süre ile bekletilmiş ve etüvde $105^{\circ}C$ 'de 3 saat süre ile kurutulmuştur. Etüvden alınan örnekler desikatöre alınarak soğutulmuştur. Soğutma işlemi sonrası hassas terazide tartımları yapılarak, elde edilen veriler aşağıdaki formülde yerine konularak, yem materyallerinin ADL içeriği hesaplanmıştır (Van Soest *et al.* 1991).

$$\%ADL = [(W3-W1) \times 100] / W2$$

W1: Torbaların darası

W2: Örnek ağırlığı

W3: “Örnek + torba” nın kurutulduktan sonraki ağırlığı



Şekil 3.9. Yem örneklerinde ADL analizi

Rumen sıvısında toplam uçucu yağ asitleri düzeyi ile amonyak nitrojeni seviyeleri Markham Steam Distilasyonunda aşağıda açıklanan şekilde belirlenmiştir (Kılıç 2007).

h. Rumen sıvısında toplam uçucu yağ asidi (UYA) miktarının belirlenmesi

Hayvanlardan alınan rumen sıvısından yaklaşık olarak 10 ml’lik miktar gaz üretim tekniğinde kullanılmadan hemen önce 3000 rpm’de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra tüplerin üst kısmında kalan berrak kısımdan 2 ml alınarak üzerine $MgSO_4$ ile doyurulmuş 10 N’lik H_2SO_4 çözeltisinden 2 ml ilave edilmiş ve Markham Buhar Distilasyon düzeneğine yerleştirilmiştir. Düzenekten yaklaşık 50 ml destilat toplandıktan sonra üzerine %1’lik fenol fitalein indikatöründen 3 damla damlatılmıştır. %1’lik fenil fitalein indikatörü 1 g fenol fitaleinin 60 ml %99’luk alkol

ile 40 ml saf su karışımından elde edilmiştir. Daha sonra 0.002 normallik NaOH ile kalıcı pembe renk oluncaya kadar dijital büret yardımıyla titre edilmiş ve harcanan 0.002 N NaOH miktarı not alınarak aşağıdaki formül yardımıyla toplam UYA miktarları mmol/lit cinsinden tespit edilmiştir.

Örnek için harcanan 0.002 N NaOH'dan kör numune için harcanan miktar çıkartılmış (1) ve 1 ml 0.002N NaOH 20 μ mol (=0.02mmol) UYA'ne denk varsayımına göre, 20 μ mol UYA, 1 ml 0.002N NaOH'a bölünmüş ve (3) elde edilen değerlerin çarpımıyla (1x2x3) toplam UYA miktarı tespit edilmiştir.

1 . Rumen sıvısında NH₃ azotunun belirlenmesi

Hayvanlardan alınan rumen sıvısından gaz üretim tekniğinde kullanılmadan hemen önce yaklaşık olarak 10 ml'lik miktar 50 ml'lik beher içerisine porsiyonlanmıştır. Daha sonra beher üzerine 4-5 damla %98'lik sülfürik asit ilave edilerek çalkalanmış ve 2 saat laboratuvar şartlarında beklemeye alınmıştır. Süre sonunda içerik 4000 rpm'de 10 dakika boyunca santrifüj edilmiş ve üstte kalan berrak kısımdan 2 ml alınmış üzerine %40'lık sodyum hidroksil ilave edilerek Markham steam distilasyon düzeneğine yerleştirilmiştir. Düzenegin diğer ucuna ise %2'lik borik asit ilave edilmiş (5 ml) erlen bağlanmış ve 50 ml destilat toplanana kadar damıtma işlemine devam edilmiştir. Düzenekten alınan içeriğe, 0.25 g metil kırmızısı ile 2 ml 0.1 normallik sodyum hidroksil çözeltisinin %95'lik etanolle 100 ml tamamlanarak hazırlanan indikatörden 3 damla ilave edilmiş ve 1/70 sülfürik asit ile titrasyon işlemi yapılmıştır. Rengin yeşilden kırmızıya döndüğü noktada titrasyon işlemi bırakılarak harcanan sülfürik asit miktarı tespi edilmiştir. Hesaplama aşağıdaki formüle göre yapılmıştır.

$$\text{NH}_3 \text{ Azotu konsantrasyonu (mg/lit): } F \times 0.2 \times 1000/B$$

F: Titrasyonda harcanan asit miktarı(ml)- kör deneme için harcanan asit miktarı

B: Kullanılan rumen sıvısı miktarı

3.2. Yöntem

3.2.1. *In Vitro* gaz üretim tekniği

Araştırmadaki yem örneklerinin toplam gaz üretiminin ölçülmesinde, *in vitro* gaz testi modifiye edilerek aşağıdaki gibi uygulanmıştır (Menke *et al.* 1979; Menke and Steingass 1988; Blümmel and Ørskov 1993).

Çiğ ve muamele edilmiş fiğ danesinin *in vitro* gaz üretim tekniği ile çeşitli inkubasyon periyotlarına göre gaz oluşum (GO) değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kuru ve 1mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş yem örnekleri kuru maddede 300 mg olacak şekilde 50 ml'lik cam viallere yerleştirilmiştir. Tampon çözelti ile karıştırılmış olan rumen sıvısı 39°C sıcaklıkta su banyosundan alınarak viallere karbondioksit gazı kullanılarak ilave edilmiştir (Şekil 3.10). Ağzı kapatılan şişeler hafifçe çalkalanarak tekrar 39°C sıcaklıkta su banyosuna yerleştirilmiştir. İnkübasyon süreleri olarak 0, 2, 4, 6, 8, 16, 24, 36, 72 ve 96. saatlerde gaz ölçümleri yapılmıştır. Rumenin peristaltik hareketlerini taklit için inkübasyon süreleri boyunca su banyosunda hareket sağlayan su motorları kullanılmıştır (Şekil 3.11).

Tampon çözeltisi McDougall (1948)'in bildirdiği yönteme göre aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır.

Tampon Çözeltisi:

Dört g NH_4HCO_3 ve 35.0 g NaHCO_3 1000 ml saf suya tamamlanarak hazırlanmış ve çözelti pH 8.1'e ayarlanmıştır. Hazırlanan tampon çözelti rumen sıvısı alınmadan hemen önce hazırlanmış ve manyetik karıştırıcı ile karıştırılarak hazır tutulmuştur (Şekil 3.12).



Şekil 3.10. Cam vialler içerisinde yem örnekleri ve rumen sıvısının su banyosunda inkubasyonu



Şekil 3.11. Rumen sıvısının CO₂ gazı varlığında cam viallere ilavesi



Şekil 3.12. Tampon çözeltisinin hazırlanması



Şekil 3.13. Yem örneklerinin viallere doldurulması



Şekil 3.14. Sonda yardımıyla hayvandan rumen sıvısının alınması

Gaz üretim parametreleri NEWAY PC paket programı (Ørskov ve McDonald 1979) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$y: a+b(1-e^{-ct})$$

burada;

a: hemen çözünebilir fraksiyondan oluşan gaz miktarı (ml)

b: zamana bağlı oluşan gaz miktarı (ml)

c: gaz üretim hızı

a+b: potansiyel gaz üretimi (ml)

3.2.2. Yemlerin metabolik ve net enerji laktasyon değerleri ile organik madde sindirim derecelerinin belirlenmesi

a. Metabolik ve net enerji laktasyon değeri

Gaz üretimi sonucu elde edilen 24 saatlik gaz ölçümleri ile yemlerin besin madde kompozisyonları kullanılarak metabolik enerji ve net enerji laktasyon değerleri belirlenmiştir (Menke *et al.* 1979).

$$ME \text{ (MJ/kg KM)} = 2.20 + 0.136GP + 0.057HP$$

$$NEL \text{ (MJ/kg KM)} = 0.101 G\ddot{U} + 0.051 HP + 0.112 HY$$

ME: Metabolik enerji(MJ/kg Kuru Madde)

GP: 24 saatlik gaz üretimi (ml)

HP: Ham protein (%)

b. Organik Madde Sindirim Derecesi

Gaz üretimi sonucu elde edilen 24 saatlik gaz ölçümleri ile yem örneklerinin kimyasal kompozisyonları kullanılarak organik madde sindirim derecesi değerleri belirlenmiştir (Menke *et al.* 1979).

$$OMS \text{ (\%)} = 14.88 + 0.889G\ddot{U} + 0.45HP + 0.0651HK$$

OMS: Organik Madde Sindirim Derecesi(%)

GÜ: 24 saatte üretilen Gaz miktarı (ml)

HP: Ham protein (%)

HK: Ham kül içeriği (%)

c. Gram Organik Maddeden Üretilen Kısa Zincirli Yağ Asidi (KZYA) Miktarı

24 saatte üretilen gaz miktarından kısa zincirli yağ asidi değerleri belirlenmiştir (Demeyer 1991).

$$\text{KZYA mmol/g OM: } 0.0222\text{GÜ} - 0.00425$$

GÜ: 24 saatte üretilen Gaz miktarı (ml)

3.3. İstatistik Analizler

Mevcut çalışmadan elde edilen veriler SPSS 17.0 paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur. Gruplara ait ortalamaların karşılaştırılmasında ise Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır (Yıldız ve Bircan 1991). Araştırmada aşağıdaki matematik model kullanılmıştır.

$$Y_{ij}: \mu + a_i + e_{ij}$$

burada;

Y_{ij} : Gaz üretim parametrelerinden herhangi birisinin değerini

μ : Genel ortalamayı

a_i : Muamelenin etkisini

e_{ij} : Hatayı göstermektedir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Piyasa şartlarından temin edilen çığ ve değişik fiziksel muamelelere tabi tutulan adi fiğ dane yemine ait kuru madde (KM), ham kül (HK), organik madde (OM), ham protein (HP), ham yağ (HY), nötr deterjan fiber (NDF), asit deterjan fiber (ADF), asit deterjan lignin (ADL), hemi selüloz (HSEL) ve selüloz (SEL) değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

İncelenen parametreler bakımından fiğ grupları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

Çizelge 4.1. Çığ ve değişik fiziksel muamelelere tabi tutulan fiğ örneklerinin kimyasal kompozisyonlarına ait ortalama değerler

Gruplar	KM	HK	HY	HP	NDF	ADF	ADL	SEL	HEMİS EL	HS
ÇF	89.50 ^b	2.69 ^a	3.29 ^a	25.41 ^d	19.74 ^b	9.94 ^c	1.56 ^b	8.38 ^c	9.80 ^c	5.04 ^b
IF	94.50 ^a	2.11 ^b	2.28 ^b	32.83 ^a	20.42 ^b	5.59 ^d	0.57 ^c	5.02 ^d	14.83 ^b	7.39 ^a
KvF	92.66 ^a	2.43 ^{ab}	2.77 ^{ab}	29.01 ^c	34.19 ^a	16.68 ^a	2.62 ^a	14.06 ^a	17.18 ^b	8.27 ^a
KyF	93.58 ^a	1.43 ^c	2.62 ^b	30.74 ^b	34.64 ^a	11.10 ^b	1.69 ^b	9.41 ^b	23.54 ^a	5.44 ^b
SEM	0.62	0.13	0.16	0.31	1.22	0.34	0.15	0.26	1.13	0.28
P	0.002	0.001	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00

a,b,c,d: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden istatistiksel olarak farklıdır ($P<0.05$). ÇF: Çığ fiğ, IF: Islatılmış fiğ, KvF: Kavrulmuş fiğ, KyF: Kaynatılmış fiğ.

Yemlerin kuru madde içerikleri, yemin kaynağı dışında, bitkinin hasat zamanın, vejetasyon dönemi, iklim, toprak vb. faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Kılıç 2006). Yemlerin muhafazası ve depolanması için kurumadde oranı çok önemlidir. Yemlerde kuru madde oranının %85’ten az olmaması gerekir. Aksi halde küflenme başlar (Alçıçek 1997). Çalışmada incelenen fiğ gruplarının kuru madde içerikleri %94.50 ile %89.50 arasında değişmektedir. En yüksek KM değeri %94.50 ile ıslatılmış fiğ grubunda, en düşük ise %89.50 ile çığ fiğ grubunda görülmüştür. Kuru madde içeriği açısından ıslatılmış fiği > kaynatılmış fiğ > kavrulmuş fiğ > çığ fiğ grupları takip

etmiştir. Çalışmada incelediğimiz fiğ örneklerinden ıslatılmış fiğ ve kaynatılmış fiğin KM oranının yüksek çıkmasının nedeni suyla muamele olan danelerin hacimsel olarak yüzey alanlarının artmasının etkili olduğu düşünülmektedir.

Çiğ ve değişik fiziksel muamelelere tabi tutulmuş fiğ örneklerine ait ham kül içerikleri %1.43 ile %2.69 arasında değişmiştir. En yüksek ham kül, %2.69 ile çiğ fiğ de, en düşük ise %1.43 ile kaynatılmış fiğde tespit edilmiştir. Ham kül içeriği açısından çiğ fiğ>kavrulmuş fiğ > ıslatılmış fiğ > kaynatılmış fiğ takip etmiştir. Ham kül analizlerinde kül miktarının artması, organik madde miktarının azalması anlamına gelmektedir. Dolayısı ile söz konusu yem bitkilerinin ham kül içeriğine bağlı olarak hesaplanan organik içerikleri, en yüksek %92.39 ile ıslatılmış fiğde, en düşük ise %86.81 ile çiğ fiğde tespit edilmiştir. Yemin suyu uçurulduktan sonra kalan kuru maddeyi yaktığımız zaman geriye kül kalır. Kalan bu kül, yemin inorganik kısmı, yanıp uzaklaşan kısım ise yemin organik kısmı olarak kabul edilir. Yakma sonucunda geriye kalan külün tamamını inorganik besin maddeleri olarak ifade etmek doğru değildir. Çünkü inorganik besin maddelerinin yanında yemin içerisinde toz, toprak, kum gibi unsurlar varsa bunlar da kül olarak kalır (Akyıldız 1984). Bu nedenle yakma sonucunda bulunan değer ham kül olarak ifade edilir. Dolayısıyla kaynatılmış fiğde HK oranının daha düşük, OM içeriğinin yüksek çıkmasının nedeni, kaynatma işlemi ile yem örneğinin içerisindeki yabancı maddelerden (kum, toprak, ot vs.) arındırılmış olmasından kaynaklanmış olabilir.

Fiğ gruplarına ait ham yağ içerikleri %2.28 ile %3.29 arasında değişmektedir. En yüksek ham yağ oranı %3.29 ile çiğ fiğde, en düşük ise %2.28 ıslatılmış fiğde tespit edilmiştir. Ham yağ oranları incelendiğinde çiğ fiğ>kavrulmuş fiğ>kaynatılmış fiğ>ıslatılmış fiğ olarak görülmüştür. Çalışmada incelenen fiğ yem örneklerinden ıslatma ve kaynatma muamelelerinin fiğin içeriğindeki bir miktar yağın uzaklaşmasına sebep olduğu, söz konusu gruplarda yağ içeriğini düşürdüğü söylenebilir.

Ham protein oranı yüksek olan bir yemin besin değeri, dolayısı ile besleme değerinin de yüksek olması beklenmektedir. Rumende mikrobiyal faaliyetlerin normal olarak

gerçekleşebilmesi için, ruminantların rasyonlarındaki yemlerin en az %10 ham protein içermesi gerektiği bildirilmiştir (Norton *et al.* 1985). Değişik fiziksel muamelelere uğratılmış ve çiğ fiğ örneklerine ait ham protein içerikleri %25.41 ile %32.83 arasında değişmiştir. En yüksek ham protein içeriği %32.83 ile ıslatılmış fiğde, en düşük ise %25.41 ile çiğ fiğde tespit edilmiştir. Çiğ ve muameleye tabi tutulan fiğlerde protein oranı sırasıyla ıslatılmış fiğ>kaynatılmış fiğ>kavrulmuş fiğ> çiğ fiğ şeklindedir.

NDF yemin özgül ağırlığı olarak tanımlanır. Hayvanın sindirim sisteminin, sindirim hacmi düşünüldüğünde, yem tüketimi ile yemdeki NDF içeriği arasında güçlü bir korelasyon vardır. ADF içeriği ise daha ziyade kuru madde sindirilebilirliği ile ilişkili olup yemlerin net enerji içeriklerinin belirlenmesinde kullanılan bir parametredir. Bitkiler yaşlandıkça yapısındaki ADF oranı da artmaktadır. Olgunlaşma ile buğdaygillerin gövde ve yapraklarında bulunan lignin muhtevası 2 katına çıkarken, baklagillerde bu artış %20 düzeylerinde veya daha düşük seviyelerde gerçekleşmektedir. Baklagillerde lignin/selüloz oranı 1.09 dur. Buğdaygillerde lifli kısmın oranı, baklagillerden daha yüksek olup, ruminantların baklagil lifini %40-50 civarında sindirebildikleri bildirilmiştir (Gürsoy ve Macit 2014).

Mevcut çalışmada ele alınan fiğ gruplarına ait hücre duvarı yapı elemanlarından NDF içerikleri, %19.74-34.64, ADF içerikleri, %5.59-16.68, ADL içerikleri, %0.57-2.62, selüloz içerikleri, %5.02-9.41, hemiselüloz içerikleri, %9.80-23.54 ve ham selüloz içerikleri, %5.04-8.27 arasında değişmiştir. En yüksek NDF, %34.64 ile kaynatılmış fiğ de, en düşük ise %19.74 ile çiğ fiğde, en yüksek ADF değeri %11.10 ile kaynatılmış fiğde en düşük ise, %5.59 ile ıslatılmış fiğde; en yüksek ADL, %2.62 ile kavrulmuş fiğde; en düşük %0.57 ile ıslatılmış fiğde; selüloz, %14.06 ile en yüksek kavrulmuş fiğde; %5.02 ile en düşük ıslatılmış fiğde; hemiselüloz %23.54 ile en yüksek kaynatılmış fiğde, en düşük, %80 ile çiğ fiğde; en yüksek HS değeri %8.27 ile kavrulmuş fiğde, en düşük %5.04 ile çiğ fiğde saptanmıştır. Fiğe uygulanan kaynatma ve kavurma gibi özellikle sıcaklık muameleleri bir kısım kolay çözünebilir karbonhidratları selüloz ve hemiselüloz gibi nötr ve asit deterjanlarda çözünmez hale getirerek ADF ve NDF fraksiyonlarını artırmış olabileceği düşünülmektedir. Diğer teori

ise sıcaklıkla zarar görmüş bir kısım proteinlerin de NDF fraksiyonunda bulunduğu bildirilmektedir (Kutlu 2008). Bu durum sıcaklık muamelesinin yemdeki NDF değerini artırmış olabileceği hipotezini güçlendirmektedir.

Yemlerin içerisinde bulunan hücre duvarı unsurlarından NDF, ADF ve ADL'nin düşük olması istenir (Van Soest 1994). Bu çalışmada NDF içerikleri bakımından en düşük değere sahip çiğ fiğ örnekleri olmuştur. ADF ve ADL içerikleri en düşük olarak bulunan ıslatılmış fiğin besleme değerlerinin daha iyi olduğu söylenebilir.

Mevcut çalışmadan elde edilen sonuçlar adi fiğle ilgili diğer çalışmalar ile kıyaslandığında, Round (1989)'un kırılmış fiğin besin değerlerini hesaplamak için yürüttüğü çalışma bulgularıyla benzer; Fernandes Abreu ve Bruno-Soares (1998)'in dokuz baklagil çeşidinin kimyasal kompozisyonu ve OM sindirilebilirliğini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada elde ettikleri verilerden ve Gonzalez ve Andres (2003)'in bazı baklagil tohumlarının efektif KM ve HP değerlerini belirlemek için yaptıkları çalışmada tespit ettikleri değerlerden düşük, Küçükersan (1993)'in adi fiğ ile yaptığı *in vitro* çalışmasında bulduğu değerlerden yüksek olduğu gözlenmiştir. Söz konusu farklılıklar laboratuvar şartlarından, yemlere uygulanan kültürel (hasat zamanı, gübreleme, sulama vb.) ve fiziksel (ıslatma, kaynatma, otoklavlama, kavurma vb.) muamelelerin farklılığından kaynaklanmış olabilir.

In vitro teknikte kullanılan rumen sıvısına ait toplam uçucu yağ asidi (TUYA) ve amonyak azotu ($\text{NH}_3\text{-N}$) miktarları Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde TUYA 58-102 mmol/l, $\text{NH}_3\text{-N}$ içeriğinin ise 70-125 mg/l arasında değiştiği belirlenmiştir. TUYA ve $\text{NH}_3\text{-N}$ içerikleri ile elde edilen değerler Laibi *et al.* (2015)'in bildirişleriyle benzer bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Rumen sıvısı TUYA ve NH₃-N içerikleri

	TUYA(mmol/l)	NH ₃ -N (mg/l)
En Az	58	70
En Fazla	102	180
Ortalama	80	125

4.1. Değişik Fiziksel Muamelelere Tabi Tutulan Fiğ Dane Yemlerine Ait *İn Vitro* Gaz Üretim Miktarları ve *İn Vitro* Gaz Parametreleri

Çizelge 4.3 incelendiğinde, 2, 4, 6, 8, 12, 16, 24 ve 36 saatlik inkübasyon sonunda çiğ ve değişik muamelelere tabi tutulan fiğ grupları arasında gaz üretim bakımından anlamlı farklılıkların olduğu görülmektedir (P<0.05).

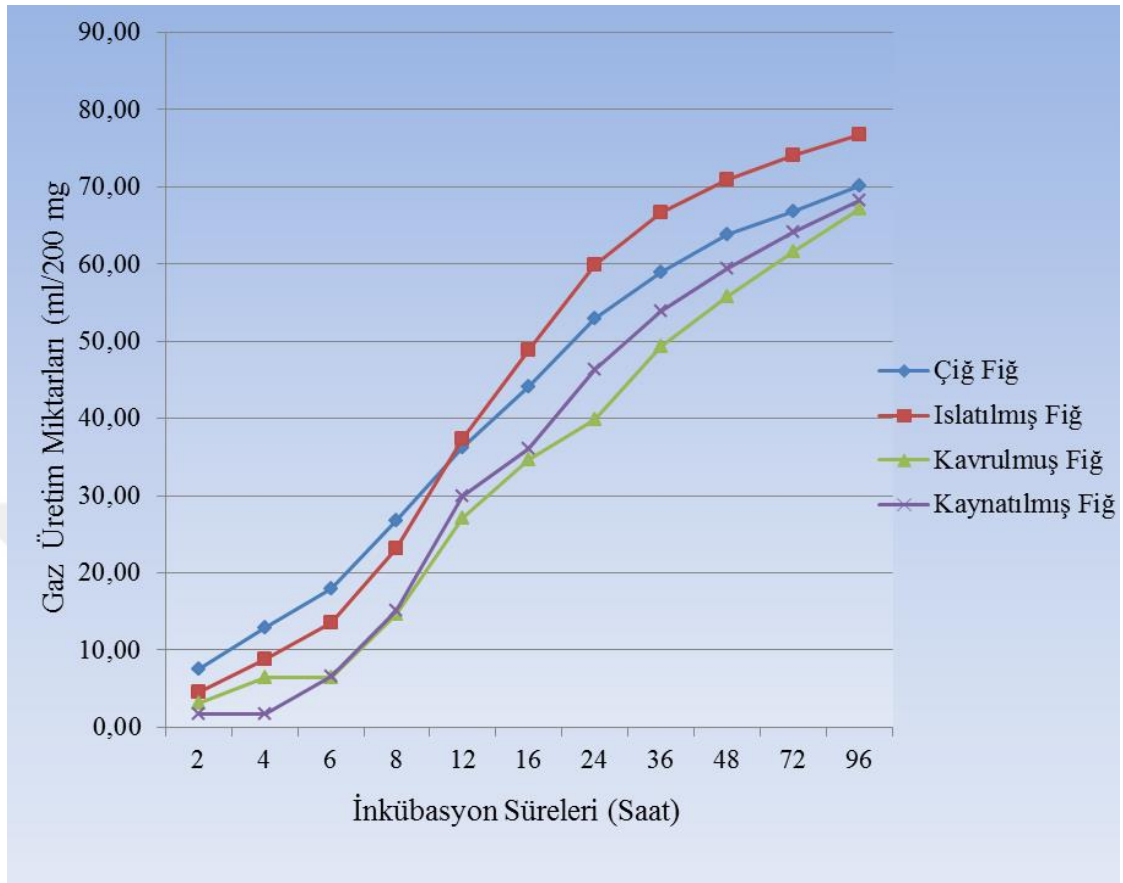
Çizelge 4.3. Fiğ örneklerine ait *İn Vitro* fermentasyonu sonucu açığa çıkan gaz üretim miktarları ve varyans analiz sonuçları (ml/200mg KM)

	Çiğ Fiğ	Islatılmış Fiğ	Kavrulmuş Fiğ	Kaynatılmış Fiğ	SEM	P
2	7.50 ^a	4.57 ^b	3.17 ^{bc}	1.67 ^c	0.544	0.000
4	12.87 ^a	8.87 ^b	6.46 ^c	1.77 ^d	0.304	0.000
6	17.96 ^a	13.50 ^a	6.47 ^b	6.60 ^b	1.503	0.002
8	26.77 ^a	23.23 ^a	14.63 ^b	15.17 ^b	1.094	0.000
12	36.23 ^a	37.27 ^a	27.06 ^b	30.00 ^b	2.319	0.040
16	44.17 ^{ab}	48.90 ^a	34.60 ^c	36.07 ^{bc}	2.765	0.019
24	53.03 ^{ab}	59.97 ^a	39.83 ^c	46.30 ^{bc}	3.850	0.030
36	58.93 ^{ab}	66.67 ^a	49.27 ^c	53.93 ^c	3.497	0.039
48	63.80	70.93	55.80	59.47	3.615	0.082
72	66.80	74.03	61.57	64.20	3.439	0.140
96	70.13	76.83	67.07	68.27	3.287	0.233
pH	6.65	6.70	6.64	6.65	0.073	0.924

a,b,c,d: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden istatistiksel olarak farklıdır (P<0.05).

Çiğ, ıslatılmış, kavrulmuş ve kaynatılmış fiğ gruplarında inkübasyonun 2. saatinde üretilen gaz miktarları; 7.50, 4.57, 3.17 ve 1.67 ml/200 mgKM, 4. saatinde 12.87, 8.87, 6.46 ve 1.77 ml/200 mgKM, 6. saatinde 17.96, 13.50, 6.47 ve 6.60 ml/200 mgKM, 8. saatinde 26.77, 23.23, 14.63 ve 15.67 ml/200 mgKM, 12. saatinde 36.23, 37.27, 27.06 ve 30.00 ml/200 mgKM, 16. saatinde 44.17, 48.90, 34.60 ve 36.07 ml/200 mgKM, 24. saatinde 53.03, 59.97, 39.83 ve 46.30 ml/200 mgKM, 36. saatinde 58.93, 66.67, 49.27 ve 53.93 ml/200 mgKM olarak ölçülmüştür. İnkübasyonun 48, 72 ve 96. saatlerinde gaz üretimi bakımından gruplar arasındaki fark önemsiz olmuştur ($P>0.05$). En düşük gaz üretimi 2 saat inkübasyon sonunda 1.67 ml/200 mgKM ile kaynatılmış fiğde, en yüksek gaz üretimi ise 76.83 ml/200 mgKM ile ıslatılmış fiğin 96 saatlik inkübasyonu sonunda elde edilmiştir. Çalışmada ıslatılmış fiğin gaz üretim değerinin diğer fiğ gruplarında üretilen gaz değerlerine nazaran daha yüksek olduğu saptanmıştır. Fiğ gruplarına ait 96 saatlik inkübasyon sonunda vial içerisinde ölçülen pH değerleri bakımından bir farkın olmadığı ($P>0.05$), pH değerlerinin 6.64 ile 6.70 arasında olduğu belirlenmiştir. Çalışmada incelenen fiğ dane yemlerine kavurma ve kaynatma muamelesinin selüloz ve ADL içeriklerini yükseltmiş olmasından dolayı diğer fiğ örneklerine göre daha az gaz ürettiği söylenebilir. Yemlerde NDF, ADF ve ADL içeriğinin düşmesi, enerji içeriği ve protein içeriğinin artmasıyla gaz üretiminin olumlu etkilendiği bildirilmiştir (Cone and Gelder 1999).

Fiğ örneklerine ait *in vitro* gaz üretim değerlerinin, söz konusu araştırmayla ilgili yürütülen bazı çalışma sonuçlarıyla uyum içerisinde, (Raund 1989; Küçükersan 1993; Makkar *et al.* 1997) bazı araştırmacıların (Abreu and Soares 1998; Hadjipanayiotou and Economides 2001) bildirdikleri değerlerden düşük, bazı araştırmacıların (Farran *et al.* 2002; Gonzalez and Andres 2003; Yalçın vd 2003) bulgularından ise yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.1. Fiğ Gruplarının inkübasyon sürelerindeki gaz üretim değerleri

Elde edilen sonuçların diğer araştırmacıların bulgularından farklı olması, diğer çalışmalarda kullanılan yemlerin besin madde içeriklerinin, tür ve çeşitlerinin, hasat zamanı ve yetiştirme mevsiminin, yemlere uygulanan işlemlerin, kullanılan hayvan türünün, uygulanan metodun farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

Araştırmadaki fiğ örneklerine ait gaz üretim parametreleri Çizelge 4.4 ve 4.5'te verilmiştir. Yemler arasında *in vitro* gaz üretim parametreleri arasındaki farklılıklar önemli ($P < 0.01$) bulunmuştur.

Çizelge 4.4. Fiğ örneklerine ait gaz üretim parametreleri (Lag fazı dikkate alınmamış)

Gruplar	a	b	a+b	c
Çiğ Fiğ	-3.73 ^b	66.92	63.09	0.070
Isl Fiğ	-10.04 ^a	85.64	75.81	0.023
Kav Fiğ	-4.39 ^b	70.68	66.11	0.014
Kay Fiğ	-10.82 ^a	77.58	66.71	0.037
SEM	1.40	5.51	4.61	0.025
P	0.012	0.162	0.308	0.454

a,b: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden istatistiksel olarak farklıdır ($P<0.05$). SEM= Standart Hata Ortalaması. a= kolay çözünebilir fraksiyonların gaz miktarı (ml); b= çözünemeyen fraksiyonların gaz üretim miktarı (ml); c= çözünemeyen fraksiyonların (b) gaz üretim oranı (saat⁻¹); a+b= potansiyel gaz üretimi (ml).

Çizelge 4.5. Fiğ örneklerine ait gaz üretim parametreleri (Lag fazı dikkate alınmış)

Gruplar	a	b	a+b	c	L
Çiğ Fiğ	9.17 ^a	53.61	62.78	0.362	3.05
Isl Fiğ	5.00 ^b	69.64	74.64	0.077	3.94
Kav Fiğ	3.45 ^b	61.83	65.28	0.046	3.35
Kay Fiğ	1.42 ^b	63.89	65.31	0.063	4.18
SEM	1.16	5.26	4.49	0.125	0.54
P	0.008	0.265	0.323	0.301	0.464

a,b: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar birbirinden istatistiksel olarak farklıdır ($P<0.05$). SEM= Standart Hata Ortalaması. a= kolay çözünebilir fraksiyonların gaz miktarı (ml); b= çözünemeyen fraksiyonların gaz üretim miktarı (ml); c= çözünemeyen fraksiyonların (b) gaz üretim oranı (saat⁻¹); a+b= potansiyel gaz üretimi (ml); L=Lag fazı (gaz üretiminin başlaması için gerekli süre)(saat).

Bir yemin “a” değeri yemin cam vialle konulduğu ilk anda oluşan gaz üretimini belirtmektedir. Kolay çözünebilir fraksiyonlara ait gaz miktarını ifade eder. Bu değer yemlerdeki ham protein ve hücre duvarı bileşenlerinin (NDF, ADF ve ADL) miktarına bağlı olarak değişmektedir. Çizelge 4.5 incelendiğinde fiğ örneklerine ait “a” değerleri açısından Lag fazı dikkate alındığında (gaz üretiminin başlaması için gerekli süre) fiğ grupları arasındaki fark önemli bulunmuş ($P<0.05$), çiğ fiğe ait a değeri diğer muamle

gruplarından önemli derecede yüksek tespit edilmiştir. En yüksek a değeri çiğ fiğde (9.17 ml), en düşük ise kaynatılmış fiğde (1.42 ml) belirlenmiştir. Fiğe uygulanan kaynatma ve kavurma gibi fiziksel muameleler ile NDF, ADF, selüloz ve lignin gibi hücre duvarı yapı elemanlarının artmasıyla kolay fermente olabilen kısmı ifade eden a değerinin azalmasına sebep olarak bu muamele gruplarında a değerinin düşük çıkmasına neden olduğu söylenebilir.

Zamana bağlı olarak oluşan gaz miktarının bir ifadesi olan “b” değeri ve potansiyel gaz üretimin göstergesi olan a+b değerleri bakımından gruplar arasındaki fark önemsiz olmuştur ($P>0.05$). En yüksek b ve a+b değerleri ısıtılmış fiğde (69.64 ve 74.64 ml), en düşük değer ise çiğ fiğde (53.61 ve 62.78 ml) belirlenmiştir.

Yemin gaz üretim hızını gösteren “c” değeri, en yüksek çiğ fiğ (0.07 ml/saat), en düşük kavrulmuş fiğ (0.0144 ml/saat) örneklerinden tespit edilmiş ve gruplar arasındaki fark anlamsız bulunmuştur ($P>0.05$).

Fiğ yem örneklerine ait gaz üretim parametreleri değeri bakımından elde edilen sonuçlar, konu ile ilgili yapılan diğer çalışmalar ile kıyaslandığında “a, b, c” değerleri ile “a+b” değerleri bakımından, kimi araştırmacıların (Aguilera *et al.* 1992; Küçükersan 1993; Hadjipanayiotou and Economides 2001) bulguları ile uyum içerisinde, kimi araştırmacıların (Robinson and McNiven 1993; Yalçın ve Kaya 2000; Gonzalez and Andres 2003) bulgularından düşük, kimi araştırmacıların (Makkar *et al.* 1997; Qrskov 1982) bulgularından yüksek olduğu belirlenmiştir. Söz konusu farklılıklar, yemlerin öğütme inceliğinden, yemlerin değişik fiziksel muamelelere tabi tutulmasından, uygulanan yöntemlerden, kullanılan yem materyalinden kaynaklanmış olabilir.

4.2. Değişik Fiziksel Muamelelere Tabi Tutulan Fiğlere Ait Organik Madde Sindirimi, Metabolik Enerji ve Net Enerji Laktasyon İçerikleri

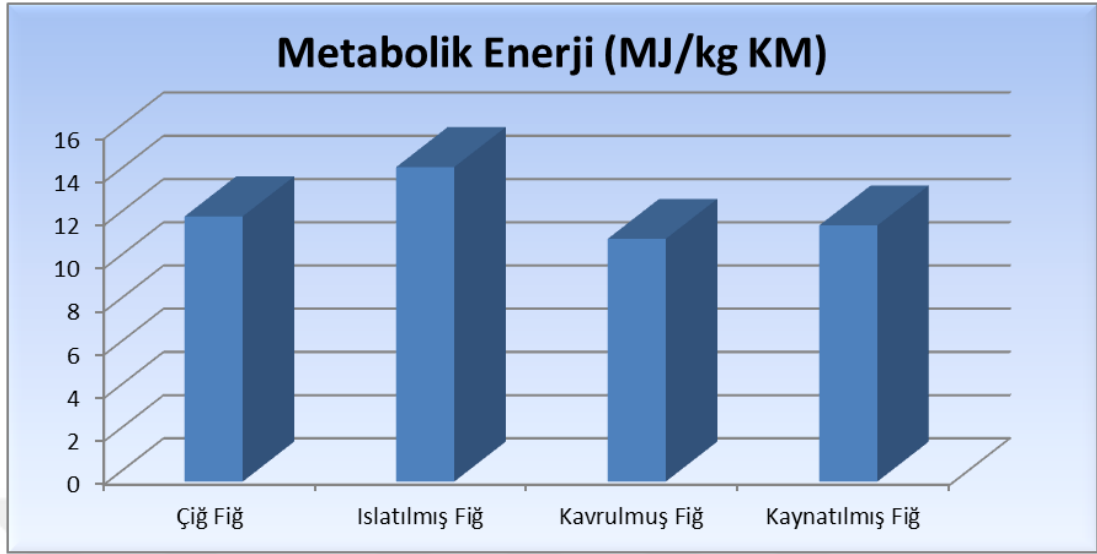
Çalışmada incelenen çiğ ve değişik fiziksel muamelelere tabi tutulan fiğ örneklerine ait organik madde sindirimi, metabolik enerji ve net enerji laktasyon içerikleri ile kısa zincirli yağ asitleri (KZYA) Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Fiğ örneklerine ait organik madde sindirimi, metabolik enerji, net enerji laktasyon değerleri ve varyans analiz sonuçları

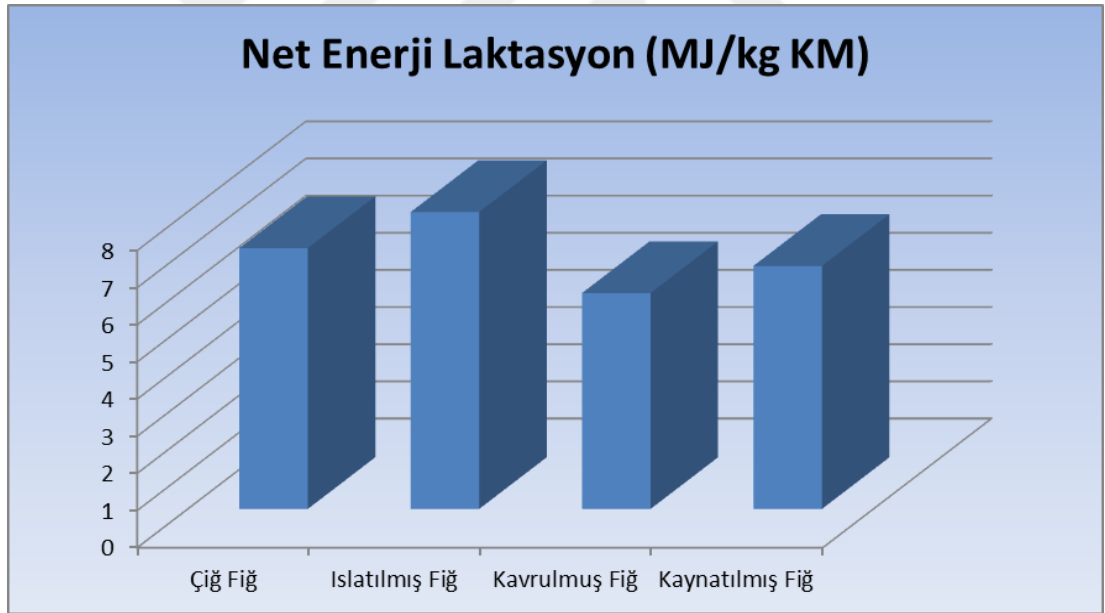
Gruplar	ME (MJ/kg)	NEL (MJ/kg)	OMS (%)	KZYA (mmol/g OM)
Çiğ Fiğ	12.27 ^b	7.02 ^{ab}	73.64 ^{ab}	1.17 ^{ab}
Isl Fiğ	14.55 ^a	7.99 ^a	83.10 ^a	1.33 ^a
Kav Fiğ	11.23 ^b	5.81 ^b	63.50 ^b	0.88 ^c
Kay Fiğ	11.85 ^b	6.54 ^b	69.97 ^b	1.02 ^{bc}
SEM	0.63	0.39	3.44	0.09
P	0.026	0.025	0.022	0.030

Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. SEM= Standart Hata Ortalaması. OMS= organik madde sindirimi, ME= metabolik enerji, NEL= net enerji laktasyon, KZYA= kısa zincirli yağ asitleri**= P<0.01

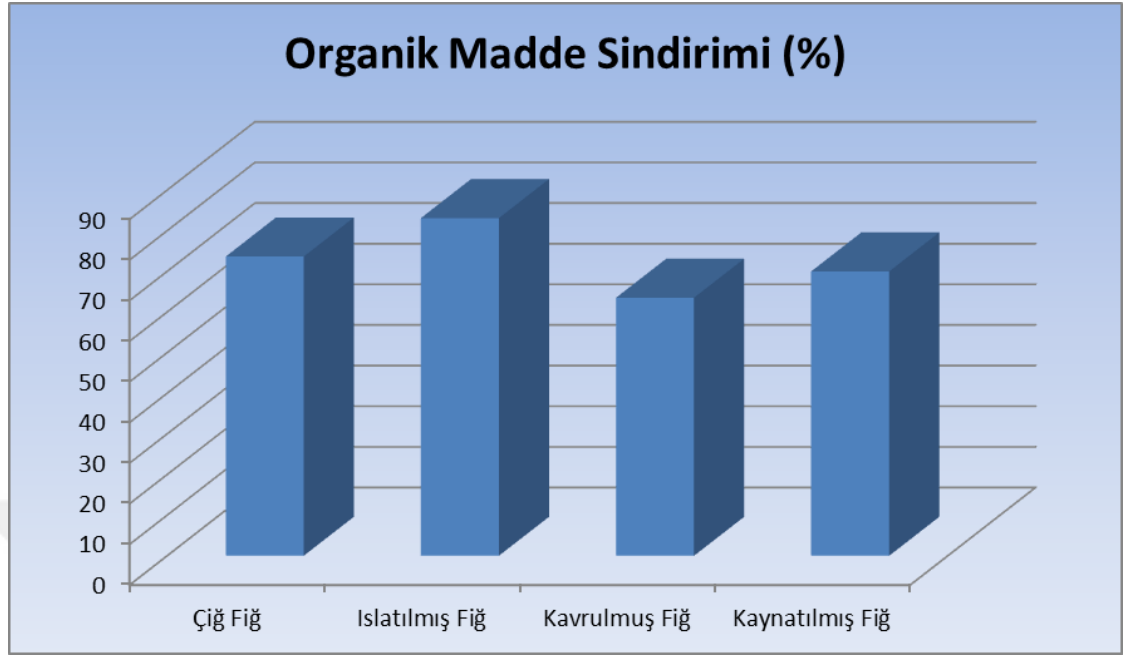
Araştırmada değişik fiziksel muamelelere tabi tutulan fiğ dane yemlerine ait ME, NEL, OMS ve KZYA değerleri arasındaki farklılıkların önemli (P>0.01) olduğu belirlenmiştir. Çiğ, ıslatılmış, kavrulmuş ve kaynatılmış fiğ gruplarında ME değerleri sırasıyla, 12.27, 14.55, 11.23 ve 11.85 MJ/kg, NEL değerleri; 7.02, 7.99, 5.81 ve 6.54 MJ/kg, OMS değerleri, %73.64, 83.00, 63.50 ve 69.97, KZYA değerleri ise yine aynı sırayla 1.17, 1.33, 0.88 ve 1.02 mmol/g OM olarak belirlenmiştir. ME değerleri bakımından ıslatılmış fiğ grubu diğer fiğ gruplarına göre önemli derecede yüksek olarak saptanmıştır (P<0.05). ME değerinin ıslatılmış fiğ grubunda en yüksek olması 24 saatlik inkübasyon sonucu en fazla gaz üretiminin de ıslatılmış fiğ grubundan (59.97 ml) elde edilmesinden ileri gelmektedir.



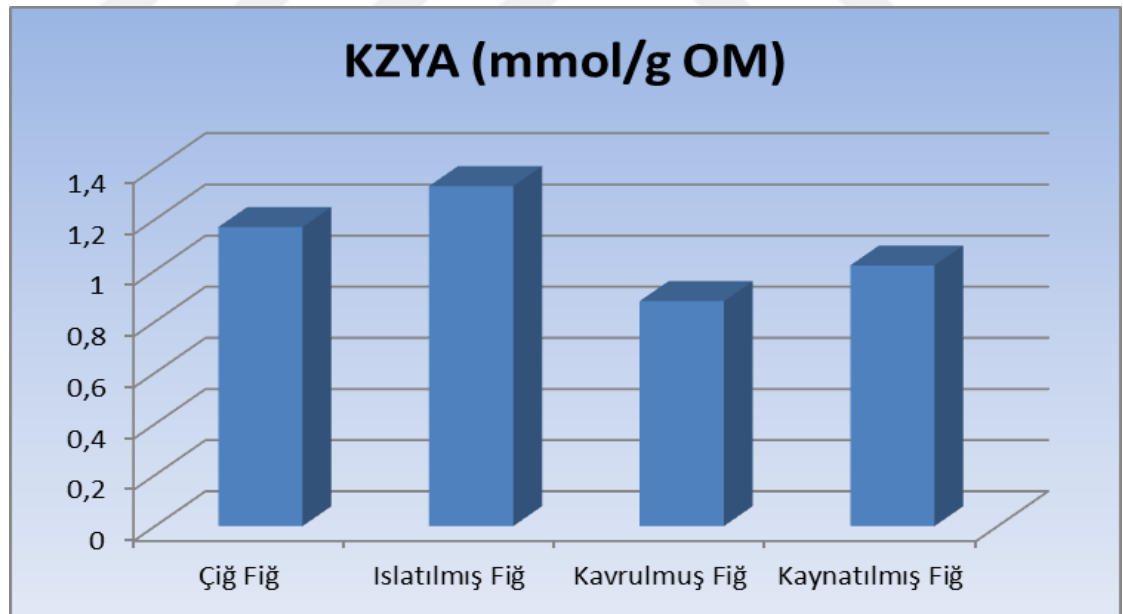
Şekil 4.2. Fiğ örneklerine ait metabolik enerji değerleri



Şekil 4.3. Fiğ örneklerine ait net enerji laktasyon değerleri



Şekil 4.4. Fiğ örneklerine ait organik madde sindirim değerleri



Şekil 4.5. Fiğ örneklerine ait kısa zincirli yağ asitleri (KZYA) değerleri

Organik madde sindirimi içerikleri, %63.50 ve 83.10 arasında değişmiştir. En yüksek OMS değeri ıslatılmış fiğde (%83.10), en düşük OMS değerinin ise kavrulmuş fiğde (%63.50) olduğu belirlenmiştir. Islatılmış fiğ yem örneğinde HP içeriği ve (Tablo 4.1)

24. saatte ürettikleri gaz miktarının artması (Çizelge 4.1) OMS düzeyini artırmıştır. Araştırma bulguları değerlendirildiğine NDF, ADF ve ADL gibi rumende çözünmesi zor olan besin maddelerince zengin olan yemlerin, mikrobiyal fermentasyonunu sınırlandırarak OMS miktarını düşürdüğü Raund (1989) tarafından bildirilmiştir.

Yem maddelerinin yetiştirildiği toprağın yapısı, yemin varyetesi, biçim dönemi gibi faktörler yem maddelerinin sindirilebilirliği ve dolayısıyla ME içeriği üzerine etkili olduğundan, aynı türden yem örnekleri üzerinde yapılan çalışmalarda, benzer sonuçlar alınabileceği gibi, farklı sonuçların ortaya çıktığı da gözlenmektedir.

Araştırma kapsamında incelenen değişik fiziksel muamelelere tabi tutulan fiğ yem örneklerine ait OMS değerleri, Ressler *et al.* (1997)'nin nörotoksik etkiye sahip olan adi fiği (*Vicia sativa L.*) Pico-Tag analiz yöntemini kullanarak pişirmenin rumen parametreleri üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada elde edilen değerler ile uyum içerisinde, Dilmen (1995)'nin keçileri kullandığı bir sindirim çalışmasında elde ettiği değerlerden ise düşük bulunmuştur. Çalışmada NEL ve ME değerleri ile ilgili elde edilen bulgular bazı araştırmacıların (Aiple *et al.* 1996; Kaya vd 2007; Budağ 2003) fiğ danelerini ve Canbolat vd (2009)'nın ise tarafından bazı baklagil yem bitkilerini kullandıkları çalışmalarda bildirdikleri NEL ve ME değerleri ile benzer, adi fiğ daneleri kullanılarak (Küçükersan 1993; Kaya ve Yalçın 2000; Kılıç 2011) yürütülen çalışmalarda elde edilen verilerden yüksek; lüpen (Goelama *et al.* 1998; Yu *et al.* 2002) ve sorgum (Pond *et al.* 1995) dane yemleriyle ilgili yürütülen çalışma sonuçlarından ise düşük bulunmuştur. Söz konusu farklılıklar, farklı yem materyali kullanılmasından, öğütme inceliğinden, yemlerin değişik fiziksel muamelelere tabi tutulmasından ve uygulanan yöntemlerden kaynaklanmış olabilir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışma kapsamında ele alınan çiğ ve değişik fiziksel muamelelere (ısılatma, kavurma ve kaynatma) tabi tutulan fiğ dane yemlerinin kimyasal bileşimleri arasında önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Fiğ gruplarının kimyasal bileşimleri arasındaki farklılıkların yemlerin *in vitro* gaz üretimlerini (2, 4, 6, 8, 12, 24, 48, 72 ve 96 saat) ve bazı gaz parametrelerini de (a, b, c, a+b) etkilediği belirlenmiştir. Uygulanan *in vitro* yöntemden elde edilen parametreler kullanılarak hesaplanan OMS, ME ve NEL değerleri bakımından ısılatılmış fiğin diğer fiğ gruplarından önemli derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmada incelenen yem örneklerine ait ME, NEL ve OMS değerleri bakımından ısılatılmış fiğ grubundan elde edilen değerler (14.55, 7.99 MJ7 kg KM ve ve %83.10) diğer muamele gruplarından elde edilen değerlerden önemli derecede yüksek bulunmuştur ($P<0.05$).

Sonuç olarak, araştırmadan elde edilen bulgular dikkate alındığında fiğ dane yemine uygulanan kavurma ve kaynatma gibi fiziksel muameleler OMS, ME ve NEL değerlerini rakamsal olarak kötüleştirirken, ısılatma muamelesinin söz konusu parameterleri hem çiğ fiğ hem de diğer muamele gruplarındaki fiğ dane yemlerine göre önemli derecede iyileştirdiğini söylemek mümkündür. Yemlerin ham besin madde kompozisyonları ve *in vitro* parametreleri dikkate alındığında fiğ dane yemi için ısılatma muamelesinin daha uygun olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR

- Aguilera, J.F., Bustos M., Molina E., 1992. The degradability of legume seed meals in the Rumen: Effect of heat treatment. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 36,101-112
- Aiple, K.P., Steingass, H., Drochner, W., 1996. Prediction of net energy content of raw materials and compound feeds for ruminants by different laboratory methods. *Arch. Anim. Nutr.* 49: 213-220.
- Akyıldız, A.R., 1986. Yemler Bilgisi ve Teknolojisi. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 974, Ders Kitabı No:286, 411, Ankara.
- Alçıçek, A., Akdemir, H., Erkek, R., 1997. Farklı Mısır Varyetelerinin Agronomik Özellikleri, Silolanma Kabiliyeti ve Yem Değeri Üzerine Araştırmalar. 2. Silolanma Kabiliyeti ve Yem Değeri. Türkiye I. Silaj Kongresi, s. 235-240, Bursa.
- Anonim, 2001. From Feed To Milk: Understanding Rumen Function. <http://www-das.cas.psu.edu/den/catnut/422/> (02.08.2001).
- Anonim, 2015. Türkiye İstatistik Kurumu Web Sitesi, <http://rapory.tuik.gov.tr/01-01-2016-15:10:12-14384493438034839671389821228.html?> (01.01.2016).
- Aydın, R., A. Kamalak and O. Canbolat. 2007. Effect of Maturity on The Potential Nutritive Value of Bur Medic (*Medicago polymorpha*) Hay. *Journal of Biological Sciences* 7 (2): 300-304.
- Budağ, C., Bolat, D., 2003. Koyunlarda farklı protein kaynaklarının mikrobiyal protein sentezi üzerine etkisi. II. Ulusal Hayvan Besleme Kongresi, 18-20 Eylül 2003. Konya. s 113-116.
- Canpolat, Ö., Karaman, Ş., 2009. Bazı Baklagil Kaba Yemlerinin İn Vitro Gaz Üretimi, Organik Madde Sindirimi, Nispi Yem Değeri ve Metabolik Enerji İçeriklerinin Karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15(2), 188-195. Ankara.
- Cone, J.W., Van Gelder, A.H., 1999. Estimation of efficiency of microbial growth in rumen fluid with the gas production technique. *Proceedings of the British Society of Animal Science*, 39 p.
- Darre, M. J., Miniör, D. N., Tatake, G. J. and Ressler, C., 1999. Nutritional evaluation of detoxified and raw common vetch seed (*Vicia sativa* L.) using diets of broilers. *J. Agric. Food Chem.*, 47:352-361.
- Dilmen, S., 1995. Ankara keçilerinin bazı yemlerden faydalanmaları üzerine araştırmalar. Ankara Üniv. Vet. Fak. Yayınları , 68, Ankara.
- Farran, M.T., Dakessian P.B., Darwish A.H., Uwayjan M.G., Dbouk H.K., Sleiman F.T. and Ashkarian V.M., 2001. Performance of broilers and production and egg quality parameters of laying hens fed 60%raw or treated common vetch seeds. *Poultry Sci.*, 80. 203-208.
- Farran, M.T., Darwish, A. H., Uwayjan, M.G, Sleiman, F.T. and Ashkarian, V.M., 2002. Vicine and convicine in common vetch (*Vicia sativa*) seeds enhance betacyanoalanine toxicity in male broiler chicks. *Int. J. Toxicol.*, 21, 201-209.
- Farran, M.T., Uwayjan M.G., Miski A.M., Sleiman F.T., Ashkarian V.M. and Thomas O.P., 1995. Effect of feeding raw and treated common vetch seed (*Vicia sativa*) on the performance and egg quality parameters of laying hens. *Poult. Sci.*, 74 (10),16.

- Fernandes Abreu, J.M. and Bruno-Soares A.M., 1998. Chemical composition, organic matter digestibility and gas production of nine legume grains. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 70, 49-57.
- Filya, I., Karabulut, A., Canbolat, O., Degirmencioglu, T., Kalkan, H. 2002. Bursa Bölgesinde Yetiştirilen Yem Hammaddelerinin Besleme Değeri ve Hayvansal Organizmada Optimum Değerlendirme Koşullarının *in vivo* ve *in vitro* Yöntemlerle Saptanması Üzerinde Araştırmalar. U.Ü. Ziraat Fakültesi Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler Serisi. No:25, Bursa, 1- 16.
- Gatel, F., 1994. Protein quality of legume seeds for non-ruminant animals: a literature review. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 45, 317-348.
- Gençkan, S., 1983. Yem Bitkileri Tarımı. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No: 467, 519, Bornova-İzmir.
- Goelema, J.O., Spreeuwenberg M.A.M., Hof G., van der Poel A.F.B., Tamminga S., 1998. Effect of pressure toasting on the rumen degradability and intestinal digestibility of whole and broken peas, lupins and faba beans and a mixture of these feedstuffs. . *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 76, 35-50
- Gonzalez, J. and Andres S., 2003. Rumen degradability of some feed legume seeds. *Anim. Res.*, 52, 17-25.
- Gürsoy E., 2013 Erzurum İli Meralarında Doğal Olarak Yetişen Bazı Baklagil Ve Buğdaygil Kaba Yem Bitkilerinin Kimyasal Bileşimleri, Nispi Yem Değerleri Ve İn Vitro Gaz Üretim Değerlerinin Belirlenmesi.
- Gürsoy, E. ve Macit M., 2014. Erzurum İli Meralarında Doğal Olarak Yetişen Bazı Buğdaygil Yem Bitkilerinin *İn vitro* Gaz Üretim Değerlerinin Belirlenmesi. YYÜ Tar. Bil. Derg., 24, 218-227.
- Hadjipanayiotou, M., and Economides, S., 2001. Chemical composition, *in situ* degradability and amino acid composition of protein supplements fed to livestock and poultry in Cyprus. Agricultural Research Institue, 1516 nicosia, P.O. Box 22016, 6, Cyprus.
- Karabulut, A., Canpolat, Ö., Kalkan, H., Gürbüzol, F., Sucu, E., Filya, İ., 2007. Comparison of *in vitro* Gas Production, Metabolizable Energy, Organic Matter Digestibility and Microbial Protein Production of Some Legume Hays. *Asian-Agust. J. Anim. Sci.* 20:4, 517-522.
- Karaca, H., 2004. Çeşitli Fiziksel Muamelelere Tabi Tutulmuş Fiğın (*Vicia Sativa*) Yumurtacı Tavuk Rasyonlarına Değişik Oranlarda Katılmasının Performans ve Yumurta Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. (Y. Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Erzurum.
- Karademir, G., 2008. Değişik Oranlarda Konsantre Yem İçeren Rasyonlarla Beslenen Kuzularda Alkan İndikatör Tekniği Kullanılarak Yem Tüketimi ve Sindirilebilirlik Tahmini. Doktora tezi, K. Ü. Sağ. Bil. Enst., Kars.
- Kaya A., Turgut L., 2008. Değişik Fiziksel Muamelelere Tabi Tutulan Sorgum (*Sorgum Vulgare*) Naylon Torba Tekniği İle Rumende Parçalanabilirlik Paramentlerinin Belirlenmesi. *Hayvansal Üretim*, 49 (2): 23-28.
- Kaya, H., Çelebi, Ş., Macit, M., Geyikoğlu, F., 2011. The Effects of Raw and Physical Processed Common Vetch Seed (*Vicia sativa*) on Laying Performance, Egg Quality, Metabolic Parameters and Liver Histopatology of Laying Hens. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 24:10;- , 1425-1434.
- Kaya, İ., Yalçın S., 2000. Kuzu konsantre yemlerine farklı oranlarda katılan adi fiğın

- besi performansı, sindirilme derecesi ile bazı kan ve rumen sıvısı metabolitleri üzerine etkisi. *Türk J. Vet. Animal Sci.*, 24, 307-315.
- Khazal, K., Boza, J., Orskov, E.R. 1994. Assessment of phenolics-related antinutritive effects in Mediterranean browse: a comparison between the use of the gas production technique with or without insoluble polyvinylpolpyrrolidone or nylon bag. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 49, 133-149.
- Kılıç, Ü., Sarıççek, B.Z., 2006. İn Vitro Gaz Üretim Tekniğinde Sonuçları Etkileyen Faktörler. *Hayvansal Üretim*, 47(2), 54-61.
- Kutlu, H.R., 2008. Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü. Ders notu. Z.M. 208. Adana.
- Küçükersan, S., 1993. Bazı protein saplementleri ve kaba yemlerin naylon kese tekniği ile yıkılabilirlik derecelerinin incelenmesi. (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Hayvan Besleme ve Besleme Hastalıkları Anabilim Dalı, 140, Ankara.
- Laibi, A., Senou, M., Sagbo, E., Dahouda, M., Ahyi, V., Tchangbedji, G., 2015. The Use of Clay as a Methane Emission Mitigating Feed Additive in Djallonké Rams. *Journal of Environmental Protection*. 6, 1176-1185.
- Liener, I.E., 1980. Toxic Constituents of Plant Foodstuffs, 2nd end. Academic Pres, 502, New York.
- Makkar Harinder, P.S., Becker, K., Abel, H.J., and Pawelzik, E., 1997. Nutrient contents, rumen protein degradability and antinutritional factors in some colour- and White flowering cultivars of vicia faba beans. *J. Sci. Food Agric.*, 75, 511-520.
- Manga, İ., Acar Z., Ayhan İ., 1995. Baklagil Yembitkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fak. Yayınları, 290, Samsun.
- Menke, K.H., Raab, L.L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz Schneider, W., 1979. The estimation of digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liqueur *in vitro*. *Journal of Agricultural Science*, 93:217-222.
- Norton, G., Bliss, F.A. and Bressani, R., 1985. Biochemical and nutritional attributes of grain legumes. In: eds.Grain Legume Crops
- Özen, N., 1989. Tavukçuluk. Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, 254, Samsun.
- Pond, W.P., Church D.C. and Pond K.R., 1995. Measurement of feed and nutrient utilization and requirement in animals. In: Basic Animal Nutrition and Feeding. John Wiley and Sons, 49-63, New York
- Qrskov, E.R., 1982. Protein Nutrition in Ruminants. Academic Press (2nd ed.), 175, London.
- Ressler, C., Tatake, J. G., Kaizer, E. and Putnam, D. H., 1997. Neurotoxins in a vetch food: Stability to cooking and removal of γ -glutamyl- β -cyanoalanine and acute toxicity from common vetch (*Vicia sativa* L.) legumes. *J. Agric.Food Chem.*, 45,189-194.
- Robinson, P.H., McNiven M.A., 1993. Nutritive value of raw and roasted sweet white lupins (*Lupinus albus*) for lactating dairy cows. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 43, 275-290.
- Rohweder, D. A, Barnes, R. F., Jorgensen, N., 1978. Proposed hay grading standards based on laboratory analyses for evaluating quality. *Journal of Animal Science* 47: 747-759.

- Round, M.H., 1989. Vetch seed as a feed for sheep. *Nutr. Abstr. Rev. B.*, 11, 642.
- SPSS, 1999. SPSS for Windows Release 10.0, SPSS Inc. Chicago.
- Seabra, M., Carvalho S., Freire J., Ferreira R., Mouratu M., Cunha L., Cabral F., Teixeira A., and Aumaitre A., 2001. *Lupinus luteus*, *Vicia sativa* and *Lathyrus cicera* as protein sources for piglets: ileal and total tract apparent digestibility of aminoacids and antigenic effects. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 89,1-16.
- Serin, Y. ve Tan M., 1996. Baklagil Yembitkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Ders Yayınları No: 190, 115, Erzurum.
- Turgut L., Yanar M., Kaya A., ve Tan M., 2006. Farklı Olgunluk Dönemlerinde Hasat Edilen Bazı Fiğ Türlerinin Ham Besin Maddeleri İçeriği ve Bunların in situ Rumen Parçalanabilirlikleri. *Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37 (2), 181-186.
- Van Soest, P.J., J.D. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for Dietary Fibre, Neutral Detergent Fibre and Non-starch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583–3597.
- Williams, B.A., 2000. Cumulative gas-production techniques for forage evaluation. In: D.I. Givens, E. Owen, R.F.E. Axford and H.M. Omed (Editors), *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*. CAB International, Wallingford, 189-213.
- Wiryaman, K.G. and Dingle J.G., 1999. Recent research on improving the quality of grain legumes for chicken growth. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 76, 185-193.
- Yalçın, S., Onbaşlar İ., 2001. Dane yem olarak Adi Fiğın kanatlı ve ruminant rasyonlarında kullanımı. *Yem Magazin Derg.*, 27, 37-43.
- Yalçın, S., Şehu, A., Kaya İ. ve Karataş F., 1997. Bildircın rasyonlarına katılan adi fiğın (*V. sativa L.*) ve Burçağın (*V. ervilia L. willa*) büyüme, karkas randımanı ve bazı kan parametreleri üzerine etkisi. *Yutav 97. Uluslararası Tavukçuluk Fuarı ve Konferansı*, 14-17 Mayıs, İstanbul.
- Yalçın, S., Tuncer, P., Yalçın, S., ve Onbaşlar E. E., 2003. The use of different levels of common vetch seed (*Vicia sativa L.*) in diets for fattening rabbits. d Ankara University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Animal Science, 93-97.
- Yu, P., Egan A.R., Boon-ek L., Leury B.J., 2002. Purine derivative excretion and ruminal microbial yield in growing lambs fed raw and dry roasted legume seeds as protein supplements. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 95, 33-48.

ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında Kars'ın Sarıkamış ilçesinde doğdu. İlköğrenimini Sarıkamış'ta tamamladıktan sonra, lise öğrenimini Bursa/ Orhangazi ilçesinde tamamladı. 2007-2011 yıllarında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde öğrenimini tamamladı. 2011 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisans eğitimine başladı. 2013 yılında Tokat İli, Almus İlçe Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü'nde Ziraat Mühendisi olarak göreve başladı. Halen Almus İlçe Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğünde görev yapmaktadır.