



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI ZAMANLARDA HASAT EDİLEN SIĞLA
YAPRAKLARININ KOMPOZİSYONUNUN,
METABOLİK ENERJİ, SİNDİRİM DERECEİ VE
ANTİMETANOJENİK POTANSİYELİNİN
BELİRLENMESİ

ZEKERİYA YURDABAKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2022

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI ZAMANLARDA HASAT EDİLEN SIĞLA
YAPRAKLARININ KOMPOZİSYONUNUN, METABOLİK
ENERJİ, SİNDİRİM DERECEİ VE ANTİMETANOJENİK
POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

ZEKERİYA YURDABAKAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Zootekni Anabilim Dalı

KAHRAMANMARAŞ 2022

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Zekeriya YURDABAKAN



NOT : Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil, ve fotoğraflarını kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu'ndaki hükümlere tabidir.

**FARKLI ZAMANLARDA HASAT EDİLEN SIĞLA YAPRAKLARININ
KOMPOZİSYONUNUN, METABOLİK ENERJİ, SİNDİRİM DERECEİ VE
ANTİMETANOJENİK POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ**

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Zekeriya YURDABAKAN

ÖZET

Bu çalışma farklı zamanlarda hasat edilen sığla ağacı yapraklarının kompozisyonunun, metabolik enerji, sindirim derecesi ve antimetanojenik potansiyelinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Aylara göre hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte sığla yaprağının KM, HP ve NDF içeriğinde artış gözlenmiş diğer taraftan ham yağ içeriğinde azalma olmuştur. Ağustos ayında hasat edilen sığla yaprağının KM, HK, HP, NDF ve ADF içerikleri en yüksek tespit edilirken Haziran ayında hasat edilen sığla yaprağının en yüksek ham yağ içeriğine sahip olduğu ve bunun yanı sıra ham kül ve ADF içeriğinin en düşük olduğu bulunmuştur. Hasat zamanının ilerlemesi Haziran, Temmuz, Ağustos olmak üzere üç farklı dönemde hasat edilen sığla yapraklarının gaz üretimi (ml) ile ME değerinde anlamlı bir fark oluşturmazken; metan üretimi (ml), metan üretimi (%) ve OMSD değerlerinde artışa neden olmuştur. Sığla yaprağının metan üretim miktarı 2.92 ile 3.87 ml arasında değişim göstermiş ve Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında hasat edilen sığla yapraklarının metan gazı üretim miktarları sırasıyla 3.1, 2.92, 3.87 ml olarak bulunmuştur. Sığla yaprağının metan gazı yüzdelik değeri ise % 10.06 ile % 12.11 arasında değişmiş ve hasat dönemine göre sırasıyla % 10.06, % 9.61, % 12.11 olarak bulunmuştur. En yüksek metan üretimi (ml) ile metan gazı yüzdelik değeri üçüncü hasat dönemi olan Ağustos ayında hasat edilen sığla yapraklarından elde edilmiştir. Hasat zamanındaki farklılaşma sığla ağacı yapraklarının besleme potansiyeli üzerinde önemli bir etkidir.

Bundan sonraki süreçte sığla ağacı yapraklarının *in vivo* koşullarda ruminant hayvanlarda besleme denemeleri yapılarak yem tüketimi ve performans üzerine etkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar kelimeler : Sığla Ağacı, Hasat Zamanı, Metabolik Enerji, Sindirim Derecesi, Antimetanojen

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Zootekni Anabilim Dalı, Şubat/2022

Danışman : Prof..Dr. Adem KAMALAK

Sayfa Sayısı : 52

**DETERMINATION OF THE COMPOSITION, METABOLIC ENERGY,
DIGESTIONAL DEGREE AND ANTIMETHANOGENIC POTENTIAL OF
SWEETGUM LEAVES HARVESTED AT DIFFERENT TIMES**

(MASTER THESIS)

Zekeriya YURDABAKAN

ABSTRACT

This study was carried out to assess the composition, metabolisable energy, digestibility degree and antimethanogenic potential of sweetgum leaves harvested at different times. With the progress of the harvest time according to the months, an increase was noticed in the CF, CP and NDF content of the sweetgum leaf, on the other hand, there was a decrease in the crude oil content. While the CF, CA, CP, NDF and ADF contents of sweetgum leaves harvested in August were the highest, sweetgum leaf harvested in June had the highest crude oil content, as well as the lowest raw ash and ADF contents. While the advancement of the harvest time does not bring about a significant difference in gas production (ml) and ME value of sweetgum leaves harvested in three different periods, June, July, and August; methane production (ml), methane production (%), and OMSD values rose. The methane production amount of sweetgum leaves elicited variation between 2.92 and 3.87 ml, and the gas production amounts of sweetgum leaves harvested in June, July and August were found to be 3.1, 2.92, and 3.87 ml, respectively. In addition, the percentage of methane gas of the sweetgum leaf varied between 9.61% and 12.11% and was obtained to be 10.06 %, 9.61% and 12.11%, respectively, according to the harvest period. The highest methane production (ml) and methane gas percentage value were acquired from sweetgum leaves harvested in August, which is the third harvest period. Variation at harvest time is an important factor on the nutritive potential of sweetgum leaves.

From now on, studies are required to assess the effects of sweetgum leaves on feed consumption and performance by conducting feeding trials in ruminant animals *in vivo* conditions.

Keywords: Sweetgum Tree, Harvest Time, Metabolic Energy, Digestion Degree, Antimethanogen

Kahramanmaraş Sutcu Imam University

Institute of Natural Sciences

Department of Animal Science, February/2022

Supervisor: Prof.Dr.Adem KAMALAK

Number of pages: 52

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin konu seçiminden araştırmanın tamamlanmasına kadar çalışmamın her aşamasında akademik bilgi ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Adem KAMALAK hocama sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimim sürecinde bilgi ve manevi desteklerini esirgemeyen değerli hocalarım Doç.Dr. Ali İhsan ATALAY, Doç.Dr. Çağrı Özgür ÖZKAN ve Dr. Öğr. Üyesi Emrah KAYA'ya teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sırasında laboratuarda her zaman yardımda bulunan Yüksek Ziraat Mühendisi Atilla BAŞER, Bilal SELÇUK ve Tuğba BAKIR ' a teşekkür ederim.

Yüksek lisans tez çalışmam boyunca bana sabırla katlandıkları için değerli aileme sevgi ve saygılarımı sunuyorum.

Zekeriya YURDABAKAN

Kahramanmaraş - 2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	5
3. MATERYAL VE METOD	12
3.1. Materyal	12
3.1.1. Sığla Ağacı Yapraklarını Toplama, Kurutma ve Öğütme İşlemi	12
3.2. Metod	13
3.2.1. Sığla Ağacı Yapağının Kimyasal Kompozisyonunun Belirlenmesi	13
3.2.2. Sığla Ağacı Yapağının Kuru Madde (KM) İçeriğinin Belirlenmesi	13
3.2.3. Sığla Ağacı Yapağının Ham Kül (HK) İçeriğinin Belirlenmesi	14
3.2.4. Sığla Ağacı Yapağının Ham Protein (HP) İçeriğinin Belirlenmesi	15
3.2.5. Sığla Ağacı Yapağının Asit Deterjan Fiber (ADF) İçeriğinin Belirlenmesi	17
3.2.6. Sığla Ağacı Yapağının Nötral Deterjan Fiber (NDF) İçeriğinin Belirlenmesi .	18
3.2.7. Ham Yağ	18
3.3. Sığla Ağacı Yapraklarının Gaz Üretiminin Belirlenmesi	19
3.3.1. Makro element çözeltisi	20
3.3.2. İz element çözeltisi	20
3.3.3. Tampon çözeltisi	20
3.3.4. Resazurin çözeltisi	20
3.3.5. Redüksiyon Çözeltisi	20
3.4. Sığla Ağacı Yapraklarının Metan Üretiminin Belirlenmesi	21
3.5. Sığla Ağacı Yapraklarının Metabolik Enerjilerinin (ME) Belirlenmesi	21
3.6. Sığla yapraklarının organik madde sindirim derecelerinin belirlenmesi	21
3.7. İstatistiksel Analizler	21
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	22
4.1. Hasat zamanının sığla yapağının kompozisyonuna etkisi	22

4.2. Hasat Zamanının Sığla Ağacı Yaprağının Gaz Üretimi, Metan Üretimi, Metabolik Enerji ve Organik Madde Sindirim Derecesi Üzerine Etkileri	26
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	30
KAYNAKÇA	31
ÖZGEÇMİŞ.....	41



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ADF	: Asit Deterjan Fiber
AOAC	: Association of Official Analytical Chemists
CH₄	: Metan
CH₄ %	: Yüzdelik Metan
CO₂	: Karbondioksit
GP	: Gaz Üretimi
IPCC	: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (Intergovernmental Panel on Climate Change)
HK	: Ham Kül
HP	: Ham Protein
HY	: Ham Yağ
Kg	: Kilogram
KM	: Kuru Madde
KT	: Kondanse Tanen
ME	: Metabolik Enerji
MJ	: Mega Joule
MP	: Mikrobiyal Protein
NaOH	: Sodyum Hidroksit
NDF	: Nötral Deterjan Fiber
NH₃	: Amonyak
Nm	: Nanometre
PF	: Taksimat Faktörü
SHO	: Standart Hata Ortalaması
°C	: Santigrat derece
OMSD	: Organik Madde Sindirim Derecesi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Ruminant hayvanların rumenlerinde metan oluşumu	9
Şekil 3.1. Sığla yaprağı.....	12
Şekil 3.2. Öğütme işleminde kullanılan değirmen	13
Şekil 3.3. Ölçümlerin yapıldığı hassas terazi	14
Şekil 3.4. Ham kül fırını	15
Şekil 3.5. Destilasyon ünitesi	16
Şekil 3.6. Titrasyonda kullanılan dijital büret	17
Şekil 3.7. Sığla yaprağının ham yağ içeriğini belirlemede kullanılan Soxhlet ünitesi.....	18

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Ülkemizde ruminant hayvanların neden olduğu enterik ve dışkı kaynaklı metan salınımı	3
Çizelge 4.1. Hasat zamanının sığıla ağacı yaprağının kompozisyonuna etkisi	26
Çizelge 4.2. Hasat zamanının sığıla ağacı yaprağının gaz ve metan üretimi ile metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesi üzerine etkisi.....	29



1.GİRİŞ

Ruminant hayvan beslenmesinde kesif yemler ile kaba yemler önemli bir yer tutmakta ve hayvancılık maliyetleri içerisinde en yüksek pay yem giderlerine ayrılmaktadır. Yem fiyatlarında meydana gelen hareketlenmeler ve elverişsiz iklim şartları nedeniyle belirli dönemlerde konvansiyonel nitelikteki yemlere ulaşmakta zorluklar yaşanabilmektedir. Bu durumlara bağlı olarak yetiştiriciler daha ekonomik ve bulundukları ortamda kolaylıkla ulaşabildikleri ağaçlar, ağaçların dal ve yaprakları ile meyvelerden oluşan değişik karakterdeki yem materyallerine eğilim göstermektedir. Yem materyallerinin kompozisyon ve metabolik enerji içerikleri hakkında yeteri kadar veri bulunmaması hayvan rasyonlarında bu alternatif yem kaynaklarının tercih edilmesini sınırlandıran en önemli faktör olarak dikkat çekmektedir (Kurt ve Öztürk, 2018).

Muhteviyatında %14'ten daha yüksek oranda su bulunduran veya kuru madde bazında %16-18'den daha fazla oranda ham selüloz ihtiva eden her türlü yem materyali kaba yem olarak tanımlanır. Hayvansal üretim açısından birincil derecede öneme sahip ve ekonomik açıdan en avantajlı yem seçeneği olan kaba yemler ruminant hayvan rasyonlarının önemli bir kısmını şekillendiren ve doğal koşullarda büyüyen düşük enerji değerine sahip yemlerdir (Özkan ve Demirbağ, 2016). Kaba yemler rumende bulunan mikrobik ortamın dengede kalması ve devamlılık arz etmesi için gereken besin bileşenlerini içerisinde barındırır ve bu özellikleri sayesinde sindirim sistemini oluşturan doku ve organların işlevlerinin sürekliliğini ve beslenmeye bağlı gelişen çok sayıda metabolik hastalığın engellenmesi sağlar. Bunun yanı sıra performansı olumlu yönde etkileyerek hayvansal ürünlerin kalitesini artırması ve ekonomik olması gibi özellikler nedeniyle ruminant rasyonlarında mutlaka olması gereken yem materyalleridir. İlerleyen dönemlerde yaşanan çevre ve iklim değişikliklerine bağlı olarak yem kaynaklarının kısıtlı hale geleceği ve hayvan beslenmesinde konvansiyonel yem materyalleri yerine orman arazisi içerisinde yer alan bitkiler, çalı formasyonları ve ağaç türleri gibi doğal olarak ortamda bulunan bitkilerin kullanılabileceği bildirilmektedir. Sindirim sistemi fizyolojisinin olağan işleyişi için zorunlu olan ve kurak ve yarı kurak iklim bölgelerindeki koyun ve keçi gibi ruminant hayvanların beslenmesinde kullanılan kaba yemlerin yeterli olmadığı durumlarda, çalı ve ağaç türlerinden elde edilen dal ve yaprakların ek besin ve kaba yem kaynağı olabileceği birçok araştırmacı tarafından üzerinde durulmuş bir konudur (Özdemir ve Kaya, 2020).

Otsu bitkilerin mevsimsel şartlara bağılı olarak kurumasıyla ortamda yeterli düzeyde yem materyalinin temin edilemediğı ve besin talebine yanıt alınamadığı dönemlerde, bölgede bulunan çalı ve ağaç türleri anatomilerine bağılı olarak sahip oldukları kök sistemleri sayesinde yeşilliklerini korumakta ve ruminant hayvanların beslenmesinde önemli bir besin kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde yem çeşitliliğinin az olmasına bağılı olarak yem eksikliği ve hayvanlarda yetersiz beslenmenin fazla olması, çalı ve ağaç türlerinin ek besin kaynağı olarak tercih edilmesine neden olmaktadır. Bu ihtiyaçlar ışığında Dünyada ve Ülkemizde çok sayıda araştırma yapılmış, araştırma sonuçlarına göre çalı ve ağaç türlerinin ruminant hayvan beslenmesinde önemli ve göz ardı edilemez bir alternatif yem kaynağı olduğu vurgulanmıştır (Temel ve Kır, 2015).

Ruminantlar tarafından yemler aracılığıyla alınan karbondiokratların rumende fermentasyona uğraması sonucu uçucu yağlar, karbondioksit, metan ve hidrojen sülfür açığa çıkmaktadır. Fermentasyon sırasında salıverilen H_2 'nin rumende bulunan mikroorganizmalar için toksik etkiye sahip olması nedeniyle ortamdan uzaklaştırılması önemlidir. Rumende bulunan mikroorganizmalar için toksik etkisi bulunan H_2 , karbondioksit ile birleşerek metana dönüşmekte ve dışarı atılmaktadır (Poulsen ve ark., 2013). Bu sebeple metan oluşumu rumenin yapısının koruması için oldukça önemli bir işlemdir. Ruminat hayvanlar tarafından rumende açığa çıkan bu metana enterik metan adı verilmekte olup; bu metan gazının %85'i ruktus (geğirme) yoluyla vücut dışına atılmaktadır. Metan üretimi her ne kadar rumen ortamının korunması için elzem olsa da, alınan enerjide %2-12'lik bir kayıp oluşmasına sebebiyet veren Enterik CH_4 emisyonunun enerji verimliliğini düşürmesi durumunun hayvansal üretim bakımından istenilen bir durum olmadığı değerlendirilmektedir (şimşek ve Kamalak, 2019).

Ülkemizde özellikle küçükbaş ruminant beslenmesi açısından oldukça önemli bir kaba yem kaynağı olarak dikkat çeken ağaç dal ve yaprakları besin maddeleri içermesinin yanında kondense tanen, saponin ve vücutta sentezlenmeyen esansiyel yağ asitleri gibi kimyasal bileşikleri de ihtiva etmektedir. Sindirilebilir enerjide hatırı sayılır kayıplara neden olan ve karbondiokstten sonra küresel ısınmaya neden olan en etkili sera gazlarından birisi olan metan, yüksek oranlarda ruminant hayvanlar aracılığıyla atmosfere salınmaktadır. Kondense tanen, saponin ve esansiyel yağ asitleri gibi kimyasal bileşikler ile ilgili son yıllarda yapılan denemelerle, bu kimyasal bileşiklerin ruminant hayvan beslenmesinde antiproteolitik ve antimetanojenik etkileri açığa kavuşturulmaya başlanmıştır (Cengiz ve Kamalak, 2020).

Yem içeriğini oluşturan ham maddelerin veya karma yemlerin metabolik enerji (ME) değerlerinin tespitinde, organik maddelerin sindirilebilirlik derecesinin tayini oldukça önemlidir. Bir yem materyalinin sindirilebilirlik derecesi, bu yem materyalinin sindirim sisteminden vücuda aktarılan kısmı kadardır. Bir yemin sindirilebilirlik derecesi genel anlamda yapısında bulunan selüloz miktarına bağlı olarak değişim göstermektedir. Kaba yemlerin ham selüloz içeriklerinin yüksek olması nedeniyle sindirilebilirlik derecelerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar hayvan besleme bakımından oldukça önemlidir. Bolca yaprak içeren ve ligninleşme oranı düşük dokuya sahip yeşil yem bitkilerinin sindirilme dereceleri oldukça yüksekken (Erken dönem çayır otu %80 civarı), buna karşın saman gibi sap ve lignince zengin doku yani ham selüloz oranı yükseldikçe sindirilme derecesi (% 45' ten az) düşüktür (Aksoy ve Yılmaz, 2003).

Milletlerarası Sözleşme niteliğinde olan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine yönelik Kyoto Protokolü kapsamında sera gazları; Metan (CH₄), Karbondioksit (CO₂), Nitröz oksit (N₂O), Hidrofluorokarbonlar (HFCs), Perfluorokarbonlar (PFCs), Kükürt heksaflorür (SF₆) olarak altı grupta sınıflandırılmış olup; bu bileşikler içerisinde en önemli olanları Metan (CH₄), Karbondioksit (CO₂) ve Nitröz oksit (N₂O) olarak kabul edilmektedir. Dışkı ve enterik fermantasyona bağlı oluşan metan, karbondioksitten 23 kat; dışkıdan oluşan nitröz oksit ise karbondioksitten 298 kat daha fazla seviyede küresel ısınmaya aracılık etmektedir (Arslan ve Çelebi, 2017). Ülkemizde 2001 yılına ait ruminant hayvan sayıları baz alınarak hazırlanan dışkı ve enterik fermantasyon sonucu oluşan metan emisyonu miktarları Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1.1. Ülkemizde ruminant hayvanların neden olduğu enterik ve dışkı kaynaklı metan salınımı (Arslan ve Çelebi, 2017)

Tür	Yıl	Hayvan Sayısı/Baş	Enterik (Ton)	Dışkı (Ton)	Toplam (Ton)	Enterik (%)	Dışkı (%)
Sığır	2001	11.185.000	675.394	108.457	783.850	86.16	76.53
Koyun	2001	30.238.000	203.800	6.114	209.914	97.09	20.49
Keçi	2001	8.376.000	29.600	888	30.488	97.09	2.98
Toplam		49.799.000	908.794	115.459	1024.252	280.34	100.00

Yıllık küresel bazda atmosfere verilen toplam metan gazının 452,6 milyon ton olduğu, bunun 86 milyon tona denk gelen kısmı olan %19'luk kısmının hayvancılık faaliyetlerinden ileri geldiği, hayvancılık kaynaklı metan üretiminin de %95-97'lik kısmının ruminant hayvanlardan; %3-5'inin de tek kompartımanlı mideye sahip hayvanlar tarafından üretildiği değerlendirilmektedir. Rumen faaliyetleri sonucu oluşan metan gazını azaltmada üç önemli yaklaşım bulunmaktadır. Çiftlik yönetimi, genetik geliştirmeler ve yem kalitesinin artırılması ilk yaklaşım olarak değerlendirilirken, biyoteknolojik çalışmalar eşliğinde sindirim sisteminde bulunan mikroorganizmaların modifiye edilmesi ikinci, rasyonda değişimler veya rasyona ilave edilecek katkı maddelerine yönelik çalışmalar metan azaltımında üçüncü yaklaşım olarak belirtilmektedir. Bu belirtilen yaklaşımlardan en kolay ve uygulanabilirliği yüksek olanı ise rasyon değişikliği ve rasyona katkı maddelerinin eklenmesi olarak kabul görmektedir (Akçıl ve Denek, 2013).

Büyükbaş hayvan beslemede meraların kullanılması, küresel olarak enterik metan emisyonlarında büyük artış sağlamaktadır. Araştırmacılar son yıllarda geliştirilen antimetanojenik yöntemler ile sindirim kanalından atılan metanın azaltılması için yem katkı maddeleri ve yeni hayvan besleme stratejileri üzerine yoğunlaşmaktadırlar. Ruminantlar enerji ihtiyaçlarını esansiyel yağlardan karşılarlar. Tanen ve esansiyel yağlar açısından zengin bir içeriğe sahip olan sığla yaprakları ile yapılan çalışmalarda metan gazı düşük olarak belirlenmiştir. Hayvan besleme açısından konu incelendiğinde literatürde sığla ile ilgili fazla bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında sığla yaprağının kompozisyonu, metabolik enerji, sindirim derecesi ve antimetanojenik potansiyelini belirlemektir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ruminant hayvanların yemlerden elde ettiği sindirilebilir enerjinin oransal olarak %2-12'sinin enterik fermentasyon sonucu açığa çıkan metan emisyonu neticesinde harcanarak kayba uğradığı bildirilmiştir (Johnson ve Johnson, 1995; Getachew ve ark., 2005).

Kondanse tanen, esansiyel yağ asitleri ve saponin içeren ağaç yapraklarının enterik metan üretimini azaltmak için kullanımına yönelik hayvan beslemeciler tarafından son yıllarda çalışmalar yapılmış ve sonucunda çok önemli sonuçlar elde edilmiştir (Getachew ve ark., 2005; Blümmel ve ark., 2005; Bhatta ve ark., 2007; Meale ve ark., 2012). Cengiz ve Kamalak (2020) farklı bölgelerde yetişen söğüt yaprakları ile yaptığı çalışmada Kayseri, Erzurum, Tunceli, Yozgat, K.Maraş ve Iğdır illerinde yetişen söğütlerden elde edilen yaprakların kondanse tanen içeriklerini sırasıyla %4.27, %5.22, %2.07, %5.75, %2.70 ve %3.60 olarak tespit etmiş ve Erzurum ve Yozgat illerinden elde edilen örneklerin en yüksek kondanse tanen içeriğine sahip olduğunu bildirmişler; alınan örneklerin metan üretim değerlerini ise sırasıyla 8.62 ml, 10.23 ml, 9.66 ml, 9.03 ml, 10.06 ml ve 8.57 ml bularak en fazla miktarda metan üretim (ml) içeriğine Erzurum, K.Maraş ve Tunceli illerinden alınan örneklerin sahip olduğunu, en az miktarda metan üretim (ml) içeriğine ise Kayseri, Yozgat ve Iğdır illerinden alınan örneklerin sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Blümmel ve ark. (1997) PF oranı yüksek kaba yemlerin sindirim derecelerinin ve yem tüketim değerlerinin fazla olduğunu bildirmiştir. Taksimat faktörü olarak isimlendirilen PF içeriğinin fazla olması durumunda kaba yemlerin sindirilebilirliği ile yem tüketimlerinin fazla olmasının, PF değerinin yemlerle ilgili çalışmalarda kullanılabileceğini göstermektedir (Baba ve ark., 2002).

Frutos ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada kondanse tanen içeriğinin %6.51'den daha az seviyelerde olmasının yemlerin sindirim derecesini negatif yönde etkilemeyeceğini bildirmiştir.

Bitkilerde yaşlanma sonucu yapılarındaki selüloz ve lignin miktarındaki artışa bağlı olarak yemlerin sindirim derecelerinde azalma meydana gelmektedir (Morrison, 1980; Wilson ve ark., 1991; Van Soest, 1994).

Christen ve ark. (1990) bitkilerde yaşlanmaya bağlı olarak sap ve yapraklardaki ham selüloz miktarının arttığını ve bu durumun ADF ve NDF oranını arttırdığını bildirmişlerdir.

Bir yemin kalite olarak niteliğinin belirlenmesinde en önemli etken bitkinin hasat zamanındaki olgunluk dönemidir. Olgunluk dönemi ilerledikçe yemin kalitesinde de azalma meydana gelmektedir. Yapılan çalışmalarda büyümeye başladıktan 2-3 hafta sonra kuru madde oranı %80 sindirilme oranına sahip kışlık buğdaygil bitkisinin, kuru madde sindirilme oranının günlük %1/3-1/2 oranında azaldığı ve bu durumun %50 ye kadar devam ettiği, bitkinin başaklanma döneminin başlangıcında sindirilme oranı %65.7 iken çiçeklenme dönemi sonunda bu oranın %51.5'e düştüğü ve bitkinin hasat zamanındaki olgunluk döneminin hayvanlar tarafından yem tüketimini de olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Stone ve ark., 1960; Collins ve Moore, 1995).

Bitkilerin değişik dönemlerdeki besin madde içeriklerinin tespit edilmesi amacıyla yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçların bitkilerin uygun hasat zamanının belirlenmesi veya hayvanların hangi dönemde otlatılması gerektiğine ışık tuttuğu bildirilmiştir (Valente ve ark., 2000).

Vejetasyon dönemi ilerledikçe gaz üretiminde azalma şekillenir. Bitkiler olgunlaştıkça gaz üretiminde azalma meydana gelmesi durumunun hücre duvarını meydana getiren NDF ve ADF gibi faktörlerin sindirilebilen maddelere karşı artmasından ileri geldiği düşünülmektedir. Rumende fermentasyon sonucu açığa çıkan gaz, yem içeriğinde bulunan ve fermente olma özelliği olan veya sindirilebilen besin madde miktarına bağlıdır. Bu bakımdan yemde bulunan karbonhidrat oranı ne kadar yüksekse açığa çıkan gazın da oransal olarak o derece yüksek olduğu bildirilmiştir (Blummel ve Orskov 1993).

Tekce ve Gül (2014) ruminant hayvan beslenmesinde yemde NDF ve ADF içeriğinin önemi üzerine yaptığı çalışmada süt verimi yüksek sığırlardan optimum verim alınabilmesi için rasyon içeriğindeki NDF oranının %25-32 aralığında, ADF içeriğinin ise %19-25 aralığında olması gerektiği, bu değerlerin üzerine çıkılması halinde rumen ortamının selülotik mikroorganizmalar lehine döneceği ve metan üretiminde artış olacağı bildirilmiştir.

Patra ve Saxena (2009) yaptığı çalışmada tanenlerin enterik fermentasyona bağlı oluşan metan üretimine olumsuz etki gösterme nedenini, selülozu yıkımlayan ve rumende bulunan mikroorganizmaların yapılarını bozarak asetik asit oluşumunu baskılaması ve buna bağlı olarak metan üretimi için mutlaka olması gereken karbondioksit ve hidrojenin üretimini sınırlayıcı etki göstermesinden ileri geldiğini bildirmiştir.

Soltan ve ark. (2012) yaptığı çalışmada rumende CH₄ emisyonuna yalnızca tanenlerin etkili olmadığı aynı zamanda yem materyallerinin içeriğinde yer alan NDF'nin de

etkili olduğu ve NDF içeriğinin düşük veya yüksek olması durumunun gaz üretiminde artışa veya azalmaya sebep olacağı ile ilgili bir bilginin her durumda mümkün olamayacağını bildirmiştir.

Denek ve ark. (2014) kaba yem olarak dört bitkinin yaprakları üzerinde yaptığı çalışmada, 24 saatin sonunda oluşan *in vitro* toplam gaz üretimindeki en düşük metan üretimini (%) sırasıyla biberiye, okaliptüs ve akasya yapraklarından elde ettiklerini bildirmişlerdir. Çalışmada kullanılan akasya, biberiye, okaliptus ve asma yapraklarından alınan örneklerin metan gazı oluşturma yüzdelerini sırasıyla %8.28, %6,93, %7.19 ve %9,81 olarak bulmuşlardır.

Oruç ve Avcı (2018) söğüt ağacı ile ilgili yaptığı çalışmada rasyona ilave ettikleri farklı oranlarda söğüt yapraklarının seviyesine göre 24 saatlik *in vitro* toplam gaz üretimdeki metan yüzdesinin %14.51 ile %27.70 arasında değişim gösterdiğini belirleyerek, söğüt yaprağının içerdiği tanen miktarının metan üretiminde azalmaya sebep olacak seviyede olduğunu bildirmiştir.

Menke ve Steingass (1988) yem materyalinde bulunan HP ve HY içeriklerinin yüksek olmasının yemlerin gaz üretiminde azalmaya neden olduğunu bildirmiştir.

Abdulrazzak ve ark. (2000) akasya ağacı yaprakları üzerine yaptığı bir çalışmada yem kompozisyonunda bulunan ADF ve NDF oranları ile gaz oluşumu arasında, ADF ve NDF'nin mikrobiyal faaliyetlerde azalmaya neden olmasına bağlı olarak negatif bir korelasyon olduğunu bildirmiştir.

Aydın ve ark. (2007) yaptığı çalışmada yemde bulunan HP içeriği ile gaz üretimi ilişkisinin pozitif bir korelasyon; ADF, NDF ve ADL ilişkisinin ise negatif bir korelasyon olduğunu bildirmiştir.

Lopez ve ark. (2010) *in vitro* koşullarda yaptığı çalışmada ruminal fermantasyon sonucu açığa çıkan gazın metan içeriğine bağlı olarak yemleri antimetanojenik özellik bakımından üç gruba ayırmıştır. Bu bakımdan açığa çıkan metan gazı içeriği %11-14 arasında olan yemleri düşük antimetanojenik özellikli, %6-11 arasında olanları orta seviyeli antimetanojenik, %0-6 arasında olanları ise yüksek antimetanojenik özellikli olarak kategorize etmiştir.

Bitkilerde ilerleyen dönemlerde yaşlanmaya bağlı olarak hücre duvarının yapısında yer alan tüm bileşenlerde artış meydana geldiği ve bu artışın yem materyallerinin sindirim

derecelerini azalttığı bildirilmiştir (Morrison, 1980; Wilson ve ark., 1991; Van Soest,1994; Wilson ve ark., 1991,).

Hasat zamanının gecikmesine bağlı olarak bazı baklagil ve buğdaygil yem materyalleri ile yapılan çalışmalarda kompozisyonda ham protein içeriğinde azalma meydana geldiği ve hücre duvarını oluşturan NDF ve ADF miktarının arttığı, bu durumdan kaynaklı olarak da sindirim derecesinde azalma meydana geldiği bildirilmiştir (Mupangwa ve ark., 2003; Gülşen ve ark., 2004; Kamalak ve Canbolat, 2010; Kamalak ve ark., 2011).

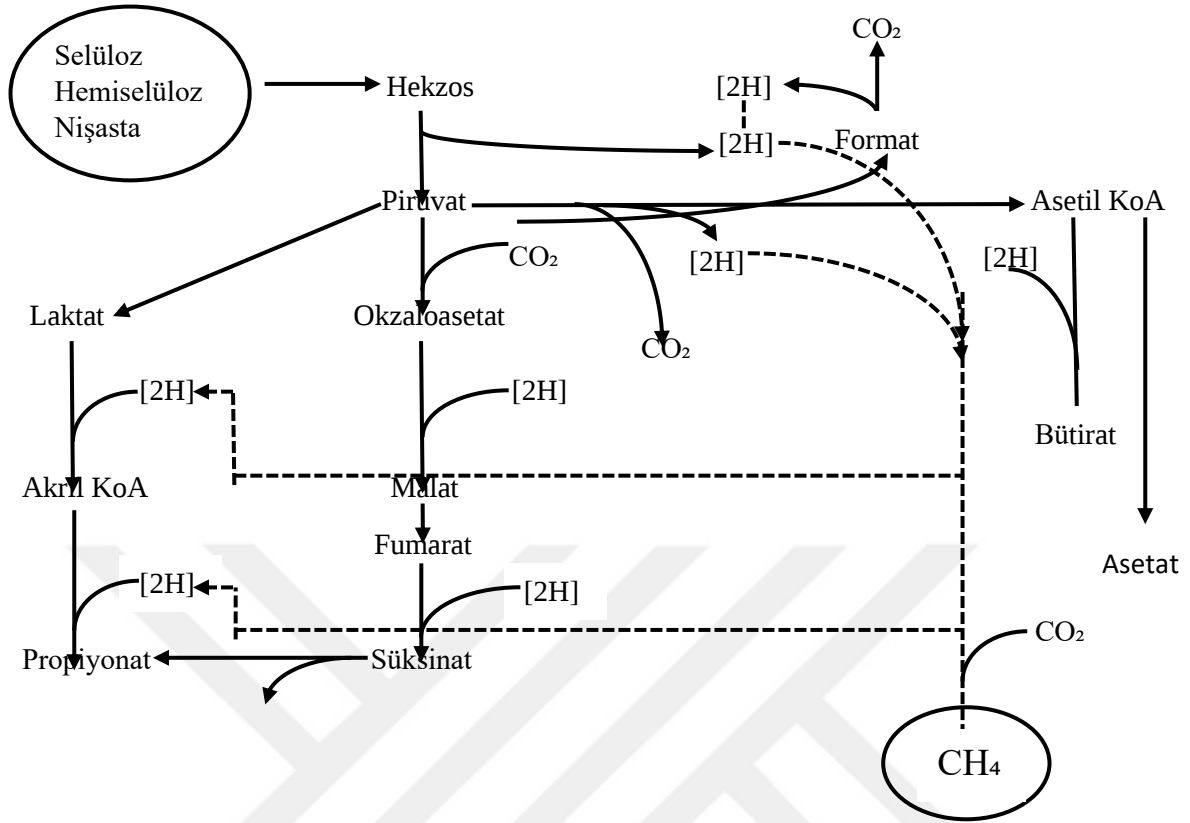
Tanenlerin selülozu parçalayan mikroorganizmaların hem çoğalmalarını hem de aktivitelerini baskılayarak oluşacak asetik asit miktarında azalmaya sebep olması, metan emisyonunun ana bileşenleri olan CO₂ ve H₂ seviyelerini azaltması, metanojenik bakteri, archaealar ile protozoaların sayısını azaltması durumları metan salınımını azaltmadaki etki mekanizması olarak belirtilmiştir (Woodward ve ark., 2001; Tana ve ark., 2011; Goel ve Makkar, 2012).

Rumende metan oluşumunun azaltılması konusunda en fazla sayıda çalışma yapılan bileşiklerden bir tanesi olan tanenler ile ilgili yapılan çalışmalarda; *in vivo* teknik kullanılarak kondanse tanen bakımından zengin içeriğe sahip gazal boynuzu bitkisinin süt sığırlarında metan oluşumunda azalma sağladığı, *in vitro* teknikle yapılan diğer bir çalışmada ise kondanse tanen bakımından zengin içeriğe sahip bir başka bitki olan tropikal *Leucaena*'nın metan oluşumunda azalma sağladığı bildirilmiştir (Woodward ve ark., 2001; Tana ve ark., 2011).

In vitro yöntemle yapılan çalışmalarda üzüm çekirdeğinden elde edilen tanen eksraktının, kondanse tanen içeriği bakımından zengin akasya ağacı, okaliptüs yaprağı ve subtropikal ağaçlardan *Quebracho* ile hidrolize tanen bakımından zengin kestane ve meşe palamudunun metan üretiminde azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Pellikaan ve ark., 2011; Hassanat ve Benchaar, 2013; Akçıl ve Denek, 2013).

Ruminal fermentasyon sırasında rumende H₂ üretimi şekillendiği ve metanojenik mikroorganizmaların enerji kaynağı olarak H₂ kullandığı; bu durum ise CH₄ oluşumuna sebebiyet verdiği bildirilmiştir. Solunum yan ürünü olarak metan üreten mikroorganizmalar metanojenler, CH₄ oluşum sürecinin tamamı ise metanogenez olarak tanımlanmıştır. Kaya ve ark. (2012) ruminant hayvanların rumenlerinde oluşan metan üretiminin azaltmasına yönelik çalışmaları konu edindiği yayınlarında şematik olarak gösterdikleri metanogenez şeması Şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil 2.1. Ruminant hayvanların rumenlerinde metan oluşumu (Mitsumori ve Sun, 2008)



Carulla ve ark. (2005) yaptığı çalışmada rasyona kuru madde oranının %0.025'i kadar eklenen akasya ağacından elde edilen tanenin metan gazı üretimini %13 oranında azalttığını bildirmiştir.

Hariadi ve Santoso (2010) tanen içeren tropik bitkiler ile ilgili yaptığı çalışmada kaba yem içerisine % 20 oranında akasya bitkisi ilave edilmesi durumunun metan gazı emisyonunu önemli ölçüde düşürdüğünü bildirmiştir.

Jahani-Azizabadi ve ark. (2009) *in vitro* metan üretimi üzerine yaptığı çalışmasında yonca bitkisine kuru madde bazında %4 oranında biberiye eklenmesi durumunun metan emisyonunu önemli ölçüde azalttığını bildirmiştir.

Sliwinski ve ark. (2002) bitki özlerinin ruminal fermantasyon üzerine etkilerini araştırdığı çalışmasında kestane ağacından elde edilen tanenin *in vitro* gaz üretimi içerisindeki CH₄ oluşumunu azaltıcı etkisinin olduğunu bildirmiştir.

Jayanegara ve ark. (2009) çok sayıda bitki kullanarak yaptığı çalışmasında yem maddesinde bulunan NDF ile CH₄ üretimi arasındaki korelasyonun oldukça yüksek olduğunu (r=0.86) olduğunu bildirmiştir.

Manh ve ark. (2012) pirinç samanı ile yaptığı çalışmasında, rasyona kuru madde bazında %1-6 oranında okaliptüs yaprağı ekleyerek, kuru maddeye oransal olarak % 2'nin üzerinde okaliptüs yaprağı eklemenin *in vitro* OMSD ile *in vitro* CH₄ emisyonunu düşürdüğünü bildirmiştir.

Goel ve ark. (2011) 1:1 oranında mehndi (*Lawsoniainermis*) ve okaliptus yaprağından elde ettikleri karışıma %10 oranında buğday samanı ekleyerek yaptıkları uygulamada elde edilen karışımın *in vitro* gaz üretim tekniğinde CH₄ üretimi ile rumen sıvısı NH₃-N içeriğinde azalma sağladığını bildirmiştir.

Rira ve ark. (2015) *in vitro* araştırma tekniği kullanarak yaptığı çalışmada %60 ve %30 oranında ilave edilen KT içeriğine sahip Kıbrıs akasyası (*Acaciacyanophylla*) bitkisinin oransal olarak sırasıyla %37,5 ve %56,25 CH₄ üretiminde azalma sağladığını bildirmiş ve Kıbrıs akasyası bitkisinin rumende bulunan mikroorganizmalar, metanojenler, siliatprotozoalar için toksik etkili olduğu değerlendirilen yüksek KT konsantrasyonundan ileri geldiğini belirtmiştir.

Jayanegara ve ark. (2015) sumak, kestane, balta kırıcı (*Quebracho*) ve mimoza gibi yapısında tanen bulunan bitkilerden *in vitro* yöntemle 0,5: 0,75 ve 1,0 mg/ml rumen sıvısı konsantrasyonlarında yapılan uygulamayla önceki sonuçlarla uyumlu olarak tanenlerin rumen metanogenezi üzerinde inhibe edici etkisiyle ruminal metan emisyonunu azalttığını bildirmiştir.

Gunun ve ark. (2018) *in vitro* yöntemle yaptığı bir çalışmada, rasyona KT ve saponin bakımından zengin içeriğe sahip rambutan meyvesi kabuğu (*Nepheliumlappaceum L.*) ilave edilmesinin rumende bulunan protozoa ve metanojenler üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Yapılan çalışmada rambutan meyvesi kabuğundan 16 mg eklenen grupta katkının rumen metabolizmasında artışa neden olarak metan üretimini azalttığını bildirmiştir.

Denek ve ark. (2017) yaptıkları çalışmada mısır silajına kuru madde esasına göre kondanse tanen içeriği 26,17 gr/kg olan Antep fıstığı (*Pistaciavera L.*) dış kabuğu ilavesinin, kuru madde esasına göre %10 oranında ilavesinin CH₄ üretimini %32 oranında baskıladığını bildirmiştir.

Akbay ve ark. (2020) Çemen otu (*Trigonella foenum-graecum* L.) ile yaptığı çalışmada toplam *in vitro* gaz üretimini çiçeklenme öncesi dönemde 52.18 ml, %50 çiçeklenme döneminde 48.08 ml, %50 bakla bağlama döneminde 41.91 ml; metan üretim oranını çiçeklenme öncesi dönemde %12.08, %50 çiçeklenme döneminde %14.60, %50 bakla bağlama döneminde %12.65; metabolik enerji değerini çiçeklenme öncesi dönemde 9.86 MJ/kg KM, %50 çiçeklenme döneminde 9.24 MJ/kg KM, %50 bakla bağlama döneminde 8.75 MJ/kg KM; organik madde sindirim derecesini çiçeklenme öncesi dönemde %73.40, %50 çiçeklenme döneminde %67.48, %50 bakla bağlama döneminde %64.26 olarak tespit etmişlerdir.

Ceylan ve Kamalak (2019) farklı hasat zamanlarında hasat edilen pamuk dikeninin kimyasal kompozisyonu saptadığı çalışmasında, KM içeriğini çiçeklenme öncesi dönemde %16.22, çiçeklenme döneminde %24.71, tohum bağlama döneminde %33.03; HK içeriğini çiçeklenme öncesi dönemde %11.29, çiçeklenme döneminde %9.77, tohum bağlama döneminde %8.64; HP içeriğini çiçeklenme öncesi dönemde %15.09, çiçeklenme döneminde %10.00, tohum bağlama döneminde %8.72; HY içeriğini çiçeklenme öncesi dönemde %2.68, çiçeklenme döneminde %4.15, tohum bağlama döneminde %4.37; NDF içeriğini çiçeklenme öncesi dönemde %38.25, çiçeklenme döneminde %52.48, tohum bağlama döneminde %60.13; ADF içeriğini çiçeklenme öncesi dönemde %27.08, çiçeklenme döneminde %35.60, tohum bağlama döneminde %42.91 olarak tespit etmiştir.

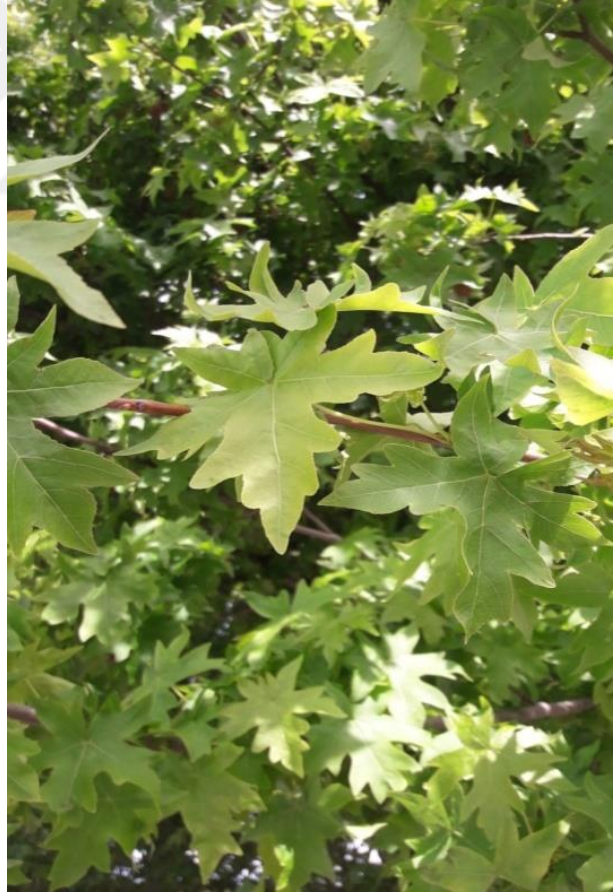
3. MATERİYAL VE METOD

3.1. Materyal

3.1.1. Sığla Ağacı Yapraklarını Toplama, Kurutma ve Öğütme İşlemi

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesine bağlı Avşar Kampüsü yerleşkesindeki Şekil 3.1’de görülen sığla ağaçları tespit edilerek Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında yaprakları toplanmış ve Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi bünyesinde faaliyet gösteren Yemler ve Hayvan Besleme laboratuvarına getirilmiştir. Laboratuvara intikal ettirilen örneklerin ilk olarak KM içerikleri belirlenmiştir (AOAC, 1990). Arta kalan sığla yaprakları gölgede kurutma işlemine tabi tutulmuş ve kurutulan örneklerin Şekil 3.2’de görülen öğütme değirmeninde 1 mm’lik elekten geçmeye uygun biçimde öğütülmesi sağlanarak analize hazırlanmıştır.

Şekil 3.1. Sığla Yapağı



Şekil 3.2. Öğütme İşleminde Kullanılan Değirmen



3.2. Metod

3.2.1. Sığla Ağacı Yapracağının Kimyasal Kompozisyonunun Belirlenmesi

Yılın farklı dönemlerinde (Haziran, Temmuz, Ağustos) toplanan Sığla Ağacı yapraklarının kimyasal kompozisyonunun belirlenmesi maksadıyla üçer tekerrürlü olmak üzere; kuru madde (KM), ham kül (HK), ham protein (HP), ham yağ (HY) içerikleri analizler yapılarak belirlenmiştir (AOAC, 1990). Kondense tanen (KT) içerikleri Spektrofotometre cihazı kullanılarak tespit edilmiştir (Makkar ve ark. 1995). ADF ve NDF analizleri ankom torbaları kullanılarak yapılmıştır (Van Soest ve ark., 1991).

3.2.2. Sığla Ağacı Yapracağının Kuru Madde (KM) İçeriğinin Belirlenmesi

Ağaçlardan toplanarak laboratuvara getirilen sığla ağacı yaprağı numunelerinden 1 gr civarında alınarak darası önceden belirlenmiş porselen krozelere transfer edilmiş ve 105 °C'lik etüvde kurutma işlemine tabii tutularak, kuruması sağlandıktan sonra hassas terazide tartım işlemi yapılmıştır.

Sığla ağacı yaprağı numunelerinin kuru madde (KM) içeriği aşağıda yer alan formülden yararlanılarak belirlenmiştir (AOAC, 1990).

Kuru Madde (%) = 100 - % Nem, % Nem = $((S_1 - D) - (S_2 - D)) / S * 100$, S: Sığla ağacı yaprağı numune miktarı (gram), S₁: Sığla ağacı yaprağı numune miktarı + kap darası (gram), D: Kap darası (gram), S₂: Kuru madde + kap darası (gram)

Şekil 3.3. Ölçümlerin yapıldığı hassas terazi



3.2.3. Sığla Ağacı Yaprakının Ham Kül (HK) İçeriğinin Belirlenmesi

Boş vaziyette 2 saat süreyle 550 °C’de ham kül fırını içerisinde beklemeye alınan porselen krezeler daha sonra desikatör içerisine yerleştirilerek sıcaklığı oda sıcaklığı seviyesine gelinceye kadar beklenmiştir. Hassas terazide krezelerin darası alınarak (D), içerisine 1 gram civarında analizi yapılacak örnek (S) tartılmıştır (S₁). Hassas terazide tartımı yapılan örnekler ham kül fırınına yerleştirilerek 8 saat süresince 550 °C’de yakılmıştır. Fırının belirli bir sıcaklığa gelinceye kadar soğuması beklendikten sonra desikatöre alınan

krozeler oda sıcaklığı seviyesine gelinceye kadar soğuması beklenerek sonrasında tartım yapılmıştır (S₂). Sığla ağacı yaprağı numunelerinin ham kül (HK) içeriği aşağıda yer alan formülden yararlanılarak belirlenmiştir (AOAC, 1990).

Ham Kül (%) = ((S₁ - D) - (S₂ - D)) / S * 100, S: Sığla ağacı yaprağı numune miktarı (gram), S₁: Sığla ağacı yaprağı numune miktarı + kroze darası (gram), S₂: Kül + kroze darası (gram), D: Kroze darası (gram)

Şekil 3.4. Ham kül fırını



3.2.4. Sığla Ağacı Yapracağının Ham Protein (HP) İçeriğinin Belirlenmesi

Sığla ağacı yaprağının ham protein (HP) içeriğinin tespitinde Kjeldahl yöntemi kullanılmış ve kullanılan bu yöntemle göre içerik titrasyon, destilasyon ve yaş yakma olmak üzere 3 aşamada belirlenmiştir.

Şekil 3.5. Destilasyon Ünitesi



Sığla ağacı yaprağı örneklerinin ham protein içeriğini belirlemede aşağıda verilen formüllerden istifade edilmiştir (AOAC, 1990).

Ham Protein (%) = (K) * (V) * (N) * (fHCL) * (100) / (M) * (1000) * (fp), K: 14.007 u (Azot atom kütlesi), V: Kullanılan HCl'nin miktarı (ml), N: HCl'nin normalite değeri (0,1), fHCL: 0.1 N HCl çözeltisinin faktörü, fp: Proteine dönüştürme faktörü (6.25), M: Tartımı yapılan yemin miktarı.

Şekil 3.6.Titrasyonda kullanılan dijital büret



3.2.5. Sığla AĞacı Yapradıının Asit Deterjan Fiber (ADF) İçeriğinin Belirlenmesi

20 ctrimethylammoniumbromide $C_{19}H_{42}BrN$ 1 litre 1 N H_2SO_4 içerisinde    z lerek Asit deterjan fiber   zeltisi (ADF) hazırlanmıştır. Elde edilen çözeltinin 100 ml'si alınmış ve içerisinde 1 gram civarında sığla ağacı yaprağı bulunan (S) beher içerisine ilave edilmiştir. Hazırlanan beher 1 saatlik süre boyunca kaynatılarak, cam kroze aracılığıyla s z lm ş ve sıvı kısmın uzaklaşması sağlanmıştır. İçerisinde asit deterjan fiber bulunan krozeler kurutma dolabına alınmış ve 10-12 saatlik süre boyunca 80  C'de bekletilip desikatöre alınıp soğutma işlemi yapıldıktan sonra hassas terazi tartımı gerçekleştirilmiştir (S₁).Sığla ağacı yaprağı numunelerinin asit deterjan fiber (ADF) içeriği aşağıda yer alan formülden yararlanılarak belirlenmiştir (AOAC, 1990).

Asit Deterjan Fiber (g/kg KM) = (S₁) / (S) * 100, S: Sığla ağacı yaprağı numune miktarı (gram), S₁: Hassas terazi ilk tartım miktarı (gram), KM: Kuru madde.

3.2.6. Sığla Ağacı Yaprağının Nötral Deterjan Fiber (NDF) İçeriğinin Belirlenmesi

1 litrelik saf su içerisinde; 30 gram $C_{12}H_{25}NaO_4S$ (Dodecyl sulfate sodium salt), 18.16 gram $C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \cdot 2H_2O$ Titriplex-III (Ethylenedinitrilotetraacetic acid disodium salt dihydrate), 6.81 gram $Na_2B_4O_4 \cdot 10H_2O$ (di-Sodium tetraborate decahydrate), 4.56 gram Na_2HPO_4 (di-Sodium hydrogen phosphate anhydrous) ve 10 ml etanol pH derecesi 6.8-7.2 aralığında olacak biçimde sırayla karıştırılıp çözdürülerek NDF solüsyonu hazırlanmıştır. Elde edilen solüsyondan 100 ml alınmış ve içerisinde 1 gram civarında sığla ağacı yaprağı numunesi (S) bulunan beher içerisine ilave edilerek 1 saat kaynamaya bırakılmıştır. 1 saatlik kaynama süresinin ardından uygun cam kaplar aracılığıyla üzerinde çalışılan örneklerin muhteviyatından sıvı kısım uzaklaştırılmıştır. Nötral deterjan fiber (NDF) ihtiva eden kaplar kurutma dolabına nakledilerek 80 °C sıcaklıkta 10-12 saat süreyle bekletildikten sonra desikatöre alınıp soğutulduktan sonra hassas terazide ölçümü yapılmıştır (S₁).

Sığla ağacı yaprağı numunelerinin nötral deterjan fiber (NDF) içeriği aşağıda yer alan formülden yararlanılarak belirlenmiştir (AOAC, 1990).

Nötral Deterjan Fiber (g/kg KM) = $(S_1) / (S) * 100$, A: Sığla ağacı yaprağı numune miktarı (gram), S₁: Hassas terazi ilk tartım miktarı (gram), KM: Kuru madde.

3.2.7. Ham Yağ

2 gram (S) olacak şekilde sığla yaprağından alınan örnek hassas terazide tartıldıktan sonra Soxhlet kartuşuna yerleştirilmiş ve örneğin dışarı çıkışını engellemek için kartuşun ekstraksiyon kısmından pamuk yardımı ile kompres edilmiştir.

Şekil 3.7. Sığla yaprağının ham yağ içeriğini belirlemede kullanılan Soxhlet ünitesi



Bu işlemin ardından kartuş ve yağ balonları 95 °C’de 120 dakika boyunca kurutma dolabı içerisinde beklemeye alınmıştır. Sürenin dolmasının akabinde kurutma dolabından dışarı alınan örnekler desikatör yardımıyla soğutulduktan sonra kullanılacak kapların hassas terazide daraları alınmış (D) ve Soxhlet cihazının ekstraksiyon kısmına yerleştirilmiştir. Soxhlet cihazının ekstraksiyon kısmına kartuşlar ve biri tam diğeri ise yarım ölçek olacak şekilde eter ilave edilmiştir. Hazırlanan bu düzenek Soxhlet cihazına yerleştirilmiş ve soğutma/ısıtma ayarları 70°C’ye sabitlenip 4 saat boyunca çalışması sağlanmıştır. Sürenin sonunda yağ ile eteri birbirinden ayıştırmak için Soxhlet’in ekstraksiyonunda bulunan eter ayrı bir kaba alınmıştır. Sonrasında içlerinde yağ olan kapların kurutma cihazında 95 °C’de 1 saat süre ile bekletilmesinin ardından desikatör aracılığıyla soğuması sağlanmış ve ardından hassas terazi tartımları (T) yapılmıştır. İşlemlerin sonucunda elde edilen değerler aşağıda verilen formüle yerleştirilerek sığla ağacı yaprağı numunelerinin ham yağ içeriği tespit edilmiştir.

Ham Yağ (%) = (C-B)/A* 100, S:Sığla ağacı yaprağı numune miktarı (gram), D: Kapların darası (gram), T: Hassas terazi son tartım miktarı (gram)

3.2.8. Sığla Ağacı Yapracağının Kondense Tanen (KT) İçeriğinin Belirlenmesi

Sığla yaprağının kondense tanen içeriklerinin tespiti amacıyla yaklaşık olarak 0.01 g numune 10 ml’lik cam tüplere yerleştirilip, üstüne 6 ml’lik bütanol-HCL çözeltisi ilave edilerek 100°C sıcaklıkta 1 saat süre ile bekletildikten sonra ani soğutma işlemi uygulanmıştır. Soğutma işlemi tamamlandıktan sonra numunelerden 1 ml alınarak spektroküvetlerine yerleştirilmiştir. Numunelerin spektroküvetlerine yerleştirilmesinin ardından küvetler sırayla spektrofotometre cihazına konularak 550 nm dalga boyunda ölçümler yapılmıştır. Kör denemeden elde edilen değerler ölçümlerden çıkarılarak, aşağıdaki formül yardımıyla sığla yapraklarının kondense tanen içerikleri bulunmuştur (Makkar ve ark. 1995).

Kondense tanen (g/kg) = ((Ölçüm değeri - Kör deneme değeri)*0.584)/numune miktarı (g)/10

3.3. Sığla Ağacı Yapraklarının Gaz Üretiminin Belirlenmesi

In vitro gaz üretim tekniği kullanılan çalışmada başlangıç olarak 0,2 g civarında öğütülerek elde edilen sığla ağacı yaprağı numunesi 100 ml cam şırıngalara ilave edilmiştir. Daha sonra şırıngaların piston kısımları bir miktar vazelin sürülerek, silikon hortum bulunan uç kısımları da klips yardımıyla kapatılmıştır. Şırıngaların hazır hale getirilmesinin ardından rumen sıvısıyla karıştırılmak üzere yapay tükürük sıvısı hazırlanmıştır.

Hazırlanan yapay tükürük sıvısı içerisinde 1/2 oranında rumen sıvısı süzülüp homojen bir biçimde karıştırılarak dökülmüştür. Hazırlanan yapay tükürük/rumen sıvısı çözeltisinden 40 ml alınarak, içerisinde öğütülmüş sığla yaprağı bulunan 100 ml'lik cam şırıngalara eklenmiştir. Daha sonra 100 ml'lik cam şırıngalar 39 °C sıcaklıkta su banyosuna inkübe edilmek üzere üç tekerrürlü olarak bırakılmış ve inkübasyon işleminden 24 saat sonra gaz ölçümleri yapılmıştır (Menke ve ark, 1979). Ölçüm değerlerinden kör deneme sonucunda ulaşılan gaz değerlerinin çıkartılmasıyla sığla ağacı yaprağı numunesinin net toplam gaz değeri belirlenmiştir. Rumen içeriği ile muamele edilen yapay tükürük (tampon çözelti) hazırlanışı aşağıda verilmiştir.

3.3.1. Makro element çözeltisi

1 lt'lik saf su içerisinde sırasıyla 5.7 gram Na_2HPO_4 , 6.2 gram KH_2PO_4 , 0.6 gram $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ eritilmiş ve elde edilen çözelti pH derecesi 6.8 olacak şekilde ayarlanmıştır.

3.3.2. İz element çözeltisi

100 ml'lik saf su içerisinde sırasıyla 13.2 gram $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 10.0 gram $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 1.0 gram $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 0.8 gram $\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ karışımı eritilerek elde edilmiştir.

3.3.3. Tampon çözeltisi

1 lt'lik saf su içerisinde 35 gram NaHCO_3 , 4 gram $(\text{NH}_4)\text{HCO}_3$ çözündürülerek, elde edilen çözelti pH derecesi 8.1'e ayarlanmıştır.

3.3.4. Resazurin çözeltisi

100 ml'lik saf su içerisinde 100 mg Resazurin çözündürülerek elde edilmiştir.

3.3.5. Redüksiyon Çözeltisi

47.5 ml saf su içerisinde 2 ml 1.0 N (Normal) NaOH , 285 mg $\text{Na}_2\text{S} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ çözündürülerek hazırlanmış ve elde edilen bu çözelti rumen sıvısı alımından hemen önce hazırlanmış ve bekletilmeden taze olarak kullanılmıştır.

Hazırlanışı yukarıda verilen bu çözeltiler aşağıda belirtilen sıra ve miktarlarda karıştırılıp kullanıma hazır hale getirilmiştir.

Saf su (474 ml), Makro mineral çözeltisi (237 ml), Mikro mineral çözeltisi (0.12 ml), Resazurin çözeltisi (1.22 ml), Tampon çözeltisi (237 ml), Redüksiyon çözeltisi (47.5 ml).

3.4. Sığla Ağacı Yapraklarının Metan Üretiminin Belirlenmesi

24 saatlik fermentasyon neticesinde açığa çıkan gazlar şırınga aracılığıyla alındıktan sonra S-AGM 1010 cihazında metan içeriği ölçülerek, metan üretimi yüzdelik ve ml cinsinden belirtilmiştir (Goel ve ark. 2008).

3.5. Sığla Ağacı Yapraklarının Metabolik Enerjilerinin (ME) Belirlenmesi

24 saatlik sürenin sonunda gaz ölçümünden elde edilen veriler ile ham protein içerik değerlerinin aşağıda verilen formülde yerine yazılmasıyla sığla ağacı yaprağının metabolik enerji değeri hesaplanmıştır (Menke ve Steingass, 1988).

Metabolik Enerji (MJ/kg KM) = $24.59 + 0.7984 \text{ GÜ} + 0.0496 \text{ HP}$, GÜ: 24 saatlik gaz üretim değeri (ml), HP: Ham protein içeriği (%), KM: Kuru madde

3.6. Sığla yapraklarının organik madde sindirim derecelerinin belirlenmesi

Sığla ağacı yapraklarından 24 saatlik sürenin sonunda elde edilen gaz ölçüm değerleri ile ham protein (HP) ve ham kül (HK) içerikleri aşağıda yer verilen formülde yerine yazılmak suretiyle numunenin organik madde sindirim derecesi (OMSD) hesaplanmıştır (Menke ve Steingass, 1988).

Organik Madde Sindirim Derecesi = (%) $1.68 + 0.1418 \text{ GÜ} + 0.073 \text{ HP} + 0.217 \text{ EE} - 0.028 \text{ HK}$, OMSD: Organik madde sindirim derecesi, GÜ: 24 saatlik gaz üretim değeri (ml), HP: Ham protein içeriği (%), HK: Ham kül içeriği (%), EE: Eter ekstrakt

3.7. İstatistiksel Analizler

Farklı zamanlarda hasat edilen sığla yaprağının kompozisyonunun, metabolik enerji, sindirim derecesi ve antimetanojenik potansiyelinin belirlenmesi amacıyla ulaşılan veriler varyans analizine tabi tutularak, Tukey çoklu karşılaştırma testleri aracılığıyla ortalamalar arasındaki farklar tespit edilmiş ve değerler arasındaki farklılıkların istatistiki açıdan önemli olup olmadıkları saptanmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Hasat zamanının sığla yaprağının kompozisyonuna etkisi

Farklı zamanlarda hasat edilen Sığla Ağacı yaprağının kompozisyon değerleri Tablo 4.1’de gösterilmiştir. Aylara göre hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte sığla yaprağının KM, HP ve NDF içeriğinde artış gözlenmiş diğer taraftan ham yağ içeriğinde azalma olmuştur. Ağustos ayında hasat edilen sığla yaprağının KM, HK, HP, NDF ve ADF içerikleri en yüksek tespit edilirken Haziran ayında hasat edilen sığla yaprağının en yüksek ham yağ içeriğine sahip olduğu ve bunun yanı sıra ham kül ve ADF içeriğinin en düşük olduğu bulunmuştur.

Kuru madde içeriği % 38.79 ile 41.51 arasında değişmiş ve Ağustos ayında hasat edilen sığla yapraklarının ise en yüksek kuru madde içeriğine sahip olduğu bulunmuştur. Farklı zamanlarda hasat edilen bitkilerin hasat zamanlarının ilerlemesi vejetatif gelişmelerini de iletmekte, generatif döneme geçiş aşamasında yavaş yavaş yapılarındaki besin maddelerinin tohumlara transferiyle su oranları azalmakta ve buna bağlı olarak da kuru madde oranı dolayısıyla da kuru madde verimleri artmaktadır (Avcıoğlu ve ark. 2000). Çalışmamızda kuru madde içeriklerine bağlı olarak sığla yaprağından elde edilen değerler, Kamalak ve ark. (2011), Özçelik ve Şahin (2018) ve Akbay ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmalarda hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte kuru madde içeriğinde zamanla artış gözlemlendiği tespitini doğrulamaktadır.

Hasat zamanı ilerledikçe ham kül oranındaki düşüşün en temel nedenlerinden bir tanesi bitkideki yaprak/sap oranında meydana gelen azalmadır. Bu durum külün en yüksek miktarda bitkilerin yapraklarında olmasından kaynaklanmaktadır. Su ile birlikte kökten hareket ederek yapraklara taşınan minerallerin yapraklarda birikmesi yapraklardaki iz elementlerin içeriğini artırır ve buna bağlı olarak ham kül oranında da artış gözlenir (Özyiğit ve Bilgen, 2006). Benzer şekilde Akgün ve ark. (1999) tarafından yapılan çalışmada bitkilerde fosfor ve potasyum içeriklerinin gelişmenin ilerlemesiyle birlikte azaldığı, kalsiyum ve magnezyum oranlarında önce artış sonra azalma olduğu, bu duruma bağlı olarak da bitkideki toplam mineral madde olarak bilinen ham kül oranında gelişmenin ilerlemesine bağlı olarak azalma olduğu bildirilmiştir. Yaptığımız çalışmada Sığla yaprağının ham kül içeriği % 8.44 ile 10.89 arasında değişmiş, Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında hasat edilen sığla yapraklarının ham kül içerikleri sırasıyla % 9.32, % 8.44, % 10.89 olarak bulunmuştur. Hasat zamanının ilerlemesiyle ham kül içeriğinde azalma olduğunu gösteren birçok çalışma

bulunmaktadır (Özyiğit ve Bilgen, 2006; Canbolat ve Sincik, 2007; Kamalak, 2010; Kamalak ve ark., 2011; Kaplan ve ark., 2014). Sığıla ağacı yaprakları ile yaptığımız çalışmamızda hasat zamanının ilerlemesine bağlı olarak ham kül içeriği önce azalmış daha sonra Ağustos hasat döneminde artış göstermiştir. Bu farklılığın sebebinin yetiştirme alanı farklılığı, hasat zamanına karşı bitkilerin farklı bir şekilde cevap vermesi veya bitkide meydana gelen bir iz element bozukluğundan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Gelişme dönemindeki bitkilerin fotosentez yüzeylerinin fazla olmasına bağlı olarak daha fazla miktarda protein sentezlendiği ve bu durumun ham protein içeriğini artırdığı, gelişmenin ilerlemesiyle birlikte hücre duvarını oluşturan ham selüloz üretimindeki artışın fotosentez üretim alanlarında azalmaya neden olduğu ve buna bağlı olarak ham protein içeriğinin azaldığı bildirilmiştir (Kavut ve Geren, 2018). Buxton (1996) hasat zamanına bağlı olarak ham protein oranındaki düşüşün bitkilerin olgunlaşmasıyla birlikte yaprak/sap oranında meydana gelen azalmadan kaynaklandığını, bunun nedeninin ise yaprakların protein bakımından zengin, sapların ise protein bakımından fakir olmasından ileri geldiğini bildirmiştir. Hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte ham protein içeriğinde azalma meydana gelen birçok çalışma bulunmaktadır (Aasen ve ark. 2004; Canbolat ve ark. 2006; Aydın ve ark. 2007; Kamalak ve ark. 2011; Kaplan ve ark. 2014; Kavut ve Geren, 2018; Ülger ve ark. 2018; Ceylan ve Kamalak, 2019; Akbay ve ark. 2020). Yaptığımız çalışmada Sığıla yaprağının ham protein içeriği % 7.75 ile % 9.18 arasında değişim göstermiş ve Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında hasat edilen sığıla yapraklarının ham protein içerikleri sırasıyla % 8.00, % 7.75, % 9.18 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada hasat zamanının ilerlemesiyle ham protein içeriğinin arttığı görülmektedir. Ball ve ark. (2001) bitkilerdeki KM ve protein içeriklerinin türler arasında farklılık göstermesinin bitkinin genetik yapısıyla alakalı bir durum olduğunu; ayrıca buna ek olarak içeriklerin yaprak, başak ve gövde oranları, olgunlaşma dönemi, sıcaklık ve gübreleme gibi faktörlere bağlı olarak değişim gösterdiğini bildirmiştir.

Ruminant hayvanlar için rumen fonksiyonlarının optimal düzeyde olması ve yem tüketimi açısından rasyonun ham protein içeriğinin kuru madde bazında en az % 7-8 ham protein ihtiva etmesi gerektiği bildirilmiştir (Van Soest, 1994). Bu çalışmada Haziran, Temmuz ve Ağustos olmak üzere üç farklı dönemde hasat edilen sığıla yapraklarının ham protein içeriklerinin bu değerlere yakın veya üzerinde olmasının ham protein açısından fazla sorun oluşturmayacağı düşünülmektedir.

Sıgla yaprağının ham yağ içeriği % 1.24 ile % 5.01 arasında değişmiş ve Haziran, Temmuz, Ağustos aylarında hasat edilen sıgla yapraklarının ham yağ içerikleri sırasıyla % 5.01, % 1.24, % 1.93 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte ham yağ içeriğinde azalma meydana gelmiştir. Akbay ve ark. (2020) çemen otu ile yaptığı çalışmada hasat döneminin gecikmesiyle ham yağ oranında azalma tespit etmiş ve hasat zamanına bağlı olarak ham yağ oranındaki azalmanın bitkinin olgunlaşmasıyla besleme değeri yüksek yaprak oranının düşmesi ile açıklanabileceğini bildirmiştir. Diğer taraftan Ceylan ve Kamalak (2019) pamuk dikenini ile yaptığı çalışmada hasat zamanının ilerlemesiyle birlikte ham yağ içeriğinin arttığını bildirmiştir. Yapılan çalışmalar dikkate alındığında hasat zamanına karşı bitkilerin farklı bir şekilde cevap verdiği düşünülmektedir.

Sıgla ağacı yapraklarının nötral deterjan fiber (NDF) ve asit deterjan fiber (ADF) içerikleri sırasıyla % 33.10 ile % 43.90 ve % 21.03 ile % 32.73 arasında değişmiş; en yüksek NDF ve ADF içerikleri üçüncü hasat dönemi olan Ağustos ayında hasat edilen sıgla yapraklarından elde edilmiştir. Tekce ve Gül (2014) kaba yemlerin yapısal karbonhidratlarını nötral deterjan fiber (selüloz-hemiselüloz-lignin) ve asit deterjan fiber (selüloz-hemiselüloz) olmak üzere iki gruba ayırmıştır. Hasat zamanındaki ilerlemeye bağlı olarak hücre çeperinin bileşenlerini oluşturan yapısal karbonhidratlardan NDF ve ADF içeriklerinde artış olduğunu gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (Aasen ve ark. 2004; Canbolat ve Sincik, 2007; Kamalak ve ark. 2011; Canbolat, 2012; Kaplan ve ark. 2016; Ülger ve ark. 2018; Özkan ve ark. 2018; Kavut ve Geren, 2018; Ceylan ve Kamalak, 2019; Atalay ve Kamalak, 2019; Akbay ve ark. 2020; Gürsoy ve Macit, 2020; Kurt ve Kamalak, 2020).

Ruminat hayvanlarda NDF içeriğinin kuru madde esasına göre %16-25 aralığında seyretmesi durumunda kaba yem içeriğinin düşük olmasına bağlı olarak yeterince tükürük üretimi olmaz ve rumende aşırı fermentasyon gözlemlenir ve rumen pH'ı 4'ün altına inerek rumen asidozu şekillenir. Ayrıca bu durum rumende bulunan papillalarının zarar görmesine ve yemden yararlanma kabiliyetinde azalmaya neden olur. NDF içeriğinin kuru madde esasına göre %25-32 aralığında olması durumunda ise optimal düzeyde verim elde edilmektedir. Yemde NDF içeriğinin kuru madde bazında %32'nin üzerinde olması durumunda ise rumen yem alımını sınırlandırma eğilimi gösterir ve bu durum istenmeyen bir şekilde rumen ortamının selüloz yapan mikroorganizmalar lehine dönmesine neden olur

(Tekce ve Gül, 2014). Farklı zamanlarda hasat edilen sığla yapraklarıyla yaptığımız bu çalışmada NDF içeriğinin %33.10 ile %43.90 aralığında değiştiği görülmektedir.

Sığla yaprağının kondense tanen içerikleri % 7.60 ile 9.20 arasında değişmiş ve Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında hasat edilen sığla yapraklarının kondense tanen içerikleri sırasıyla % 9.20, % 9.10, % 7.60 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen kondense tanen içerikleri Tatlıyer ve ark. (2019) çalışmasında kullanılan Temmuz ayında hasat edilen sandal ağacı kondense tanen içeriğine oldukça yakın, Akbay ve ark. (2020) çalışmasında kullanılan çemen otu ile Kaplan ve ark. (2014) çalışmasında kullanılan yabani korunga otunun kondense tanen içeriklerinden yüksek bulunmuştur.

Yem içeriklerinde bulunan kondense tanenlerin hayvan besleme bakımından önem arz ettiği ve yem içeriğinde bulunan tanenlerin yem besleme değerini azaltabileceği ve hayvan sağlığına olumsuz etkilerinin olabileceği belirtilmiştir. Yem materyalinde bulunan düşük miktardaki kondense tanen (%2-3) içeriğinin proteinlerin rumen içerisinde fazla miktarda parçalanmasını engellediği ve bu özelliği nedeniyle yararlı olduğu, yüksek miktardaki (%5) tanen içeriğinin ise besin madde sindirimi ile yem tüketiminde azalmaya neden olduğu, kondense tanenlerin proteinlerle birleşerek mikroorganizmalar ile enzimlerin faaliyetlerini olumsuz yönde etkilediği için zararlı olduğu bildirilmiştir (Kaplan ve ark. 2014; Tatlıyer ve ark. 2019; Akbay ve ark. 2020). Görüldüğü gibi bu çalışmaya konu olan sığla yapraklarından farklı hasat zamanlarında alınan örneklerin kondense tanen içerikleri %5'ten yüksek bulunmuştur. Bu bakımdan rasyona sığla yaprağı ilavelerinde kondense tanen içerikleri göz önünde bulundurulmalı ve kondense tanenin olası zararlı etkilerini ortadan kaldırmak amacıyla yem materyalleri Kamalak (2007)'ın bildirdiği polyethylen glycol (PEG) veya daha ekonomik olduğu düşünülen odun külü gibi bazı katkı maddeleri ile muamele edilmelidir.

Çizelge 4.1. Hasat zamanının sığla ağacı yaprağının kompozisyonuna etkisi (^{a b c} Aynı satırda yer alan ve farklı harf verilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, SHO= Standart hata ortalaması, Ö.S= Önem seviyesi, ÖD: Önemli değil, KM: Kuru madde %, HK: Ham kül %, HP: Ham protein %, HY: Ham yağ %, NDF: Nötral deterjan fiber %, ADF: Asit deterjan fiber %, KT: Kondense tanen %, ***: P<0.05)

Parametreler	Hasat Zamanı			SHO	Ö.S
	Haziran	Temmuz	Ağustos		
KM	38.79 ^b	40.01 ^b	41.51 ^a	0.645	***
HK	9.32 ^b	8.44 ^c	10.89 ^a	0.223	***
HP	8.00 ^b	7.75 ^b	9.18 ^a	0.136	***
HY	5.01 ^a	1.24 ^b	1.93 ^b	0.230	***
NDF	36.30 ^b	33.10 ^b	43.90 ^a	1.453	***
ADF	26.96 ^b	21.03 ^c	32.73 ^a	0.627	***
KT	9.20 ^a	8.53 ^a	7.60 ^b	0.594	Ö.D

4.2. Hasat Zamanının Sığla Ağacı Yaprığının Gaz Üretimi, Metan Üretimi, etabolik Enerji ve Organik Madde Sindirim Derecesi Üzerine Etkileri

Hasat zamanının sığla ağacı yapraklarının gaz ve metan üretimi ile metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesine (OMSD) etkisine yönelik değerler Çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Hasat zamanının ilerlemesi Haziran, Temmuz, Ağustos olmak üzere üç farklı dönemde hasat edilen sığla yapraklarının gaz üretimi (ml) ile ME değerinde anlamlı bir fark oluşturmazken; metan üretimi (ml), metan üretimi (%) ve OMSD değerlerinde artışa neden olmuştur.

Sığla yaprağının 24 saatlik fermentasyonu sonucu oluşan gaz miktarı 30.37 ile 31.95 ml arasında değişmiştir. Bu çalışmada hasat zamanının ilerlemesi gaz üretimi (ml) değerinde anlamlı bir fark oluşturmazken, yapılan benzer çalışmalarda hasat zamanındaki ilerlemeye bağlı olarak gaz üretiminde düşüşlerin yaşandığını birçok araştırmacı bildirmiştir (Canbolat ve Sincik, 2007; Kamalak ve ark. 2011; Canbolat, 2012; Kaplan ve ark. 2014; Kaplan ve ark. 2016; Ülger ve ark. 2018; Özkan ve ark. 2018; Ceylan ve Kamalak, 2019; Durmaz ve Kamalak, 2019, Atalay ve Kamalak, 2019; Uzaticı, 2019; Akbay ve ark. 2020; Kurt ve Kamalak, 2020). Kılıç ve Sarıçiçek (2006) farklı araştırmacılar vasıtasıyla yapılan çalışmalara bağlı olarak ortaya çıkan bulguların birbirleriyle kıyaslanmasında bazı faktörlerin üzerinde durulması gerektiğini bildirmiş ve *in vitro* gaz üretim tekniğinde sonuçlarda farklılığa

sebebiyet veren faktörler üzerinde durduğu çalışmasında sonuçları etkileyen faktörlerin *in vitro* gaz üretim tekniğinde rumen sıvısının alındığı hayvanlara, yem materyaline ve metotların uygulanma şekillerindeki farklılıklara bağlı faktörler olarak 3 başlıkta incelenebileceğini ve bu faktörlerin sonuçları etkileyebileceğini bildirmiştir. Bu çalışmamızla benzer çalışmalar arasında ortaya çıkan farklılığın Kılıç ve Sarıçiçek (2006) tarafından bildirilen faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Sığla yaprağının metan üretim miktarı 2.92 ile 3.87 ml arasında değişim göstermiş ve Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında hasat edilen sığla yapraklarının gaz üretim miktarları sırasıyla 3.1, 2.92, 3.87 ml olarak bulunmuştur. Sığla yaprağının metan gazı yüzdelik değeri ise % 10.06 ile % 12.11 arasında değişmiş ve hasat dönemine göre sırasıyla % 10.06, % 9.61, % 12.11 olarak bulunmuştur. En yüksek metan üretimi (ml) ile metan gazı yüzdelik değeri üçüncü hasat dönemi olan Ağustos ayında hasat edilen sığla yapraklarından elde edilmiştir. Benzer çalışmalarda hasat zamanındaki ilerlemeye bağlı olarak metan üretiminde (ml) azalmaların şekillendiği bildirilmiştir (Kaplan ve ark. 2014; Kaplan ve ark. 2016; Ülger ve ark. 2018; Ceylan ve Kamalak, 2019; Kurt ve Kamalak, 2020). Bir diğer parametre olan metan gazı yüzdelik değerine yönelik çalışmalarda Akbay ve ark. (2020) hasat zamanının ilerlemesine bağlı olarak farklı hasat zamanlarının çemen otlarının metan gazı üretimi (%) değerini önemli düzeyde etkilemediğini, Ceylan ve Kamalak (2019) ise hasat zamanının ilerlemesine bağlı olarak metan gazı üretimi (%) değerinde artış olduğunu bildirmiştir. Yapılan çalışmalara bakıldığında hasat zamanına karşı bitkilerin farklı bir şekilde cevap verdiği düşünülmektedir.

Lopez ve ark. (2010) *in vitro* koşullarda yaptığı çalışmada rumen fermentasyonu sonucu açığa çıkan metan gazı içeriği %11-14 arasında olan yemleri düşük antimetanojenik özellikli, %6-11 arasında olanları orta seviyeli antimetanojenik, %0-6 arasında olanları ise yüksek antimetanojenik özellikli olarak kategorize etmiştir. Çizelge 4.2’de görüldüğü gibi Haziran ve Temmuz ayında hasat edilen sığla yapraklarının metan üretimi (%) sırasıyla % 10.06 ile % 9.61 olarak, Ağustos hasat döneminde hasat edilen sığla yapraklarının ise metan üretimi (%) % 12.11 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla Haziran ve Temmuz hasat dönemlerinde hasat edilen sığla yapraklarının orta seviyeli antimetanojenik özellikli, Ağustos hasat döneminde hasat edilen sığla yapraklarının ise düşük antimetanojenik özellikli olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Sığıla yaprağının organik madde sindirim derecesi % 50.42 ile % 53.57 arasında değişim göstermiş ve Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında hasat edilen sığıla yapraklarının OMSD değerleri sırasıyla % 51.25, % 50.42, % 53.57 olarak bulunmuştur. Hasat zamanının ilerlemesine bağlı olarak OMSD değeri artmış ve en yüksek OMSD değeri Ağustos ayında hasat edilen sığıla yapraklarından elde edilmiştir. Sığıla yaprağının metabolik enerji değeri 6.75 ile 7.02 MJ/kg KM aralığında değişim göstermiş olup; hasat zamanının ilerlemesine bağlı olarak ME değerinde anlamlı bir fark oluşmamıştır. Benzer çalışmalarda hasat zamanındaki ilerlemeye bağlı olarak OMSD ve ME içeriklerinde önemli derecede azalmalar şekillenmiştir (Kamalak ve ark. 2011; Kaplan ve ark. 2014; Kaplan ve ark. 2016; Özkan ve ark. 2018; Ülger ve ark. 2018; Durmaz ve Kamalak, 2019; Ceylan ve Kamalak, 2019; Atalay ve Kamalak, 2019; Akbay ve ark. 2020; Kurt ve Kamalak, 2020).

Durmaz ve Kamalak (2019) katran yoncası ile yaptığı çalışmada hasat zamanındaki ilerlemeye bağlı olarak katran yoncası kompozisyonundaki NDF ve ADF içeriğinin protein içeriği aleyhine arttığını; yem materyallerinde bulunan ve fermente olma özelliğine sahip madde düzeyindeki artışların genel olarak metabolik enerji ile organik madde sindirim derecesinde yükselmeye neden olduğunu, bir başka deyişle hasat zamanının ilerlemesine bağlı olarak fermente olan madde miktarının azaldığını buna bağlı olarak da katran yoncasının sindirim derecesi ile metabolik enerji içeriğinde azalma olduğunu bildirmiştir. Tatlıyer ve ark. (2019) sandal ağacı yaprakları ile yaptığı çalışmada Ekim ayı hasat döneminde toplanan yaprakların metabolik enerji ve sindirim derecesi içeriklerinin düşük olma sebebini NDF, ADF ve kül içeriklerinin bu dönemde oldukça düşük olmasına dayandırmıştır. Akbay ve ark. (2020) çemen otunun HP, HY ve HK içeriklerindeki hasat zamanının ilerlemesine bağlı olarak meydana gelen azalmanın ME ile OMSD değerini de azalttığını, dolayısıyla yem içeriğinde bulunan HP, HY ve HK ile ME ve OMSD arasında pozitif bir korelasyon olduğunu bildirmiştir. Ceylan ve Kamalak (2019)'ın pamuk dikenini ile yaptığı çalışma ile Kurt ve Kamalak (2020)'ın meryemana dikenini ile yaptığı çalışma benzerlik göstermiş ve her iki çalışmada da NDF ve ADF ile ME ve OMSD arasında negatif bir korelasyon şekillenmiş ve örneklerin NDF ve ADF içerikleri hasat zamanının ilerlemesine bağlı olarak artış göstermiş, ME ve OMSD değerleri ise hasat zamanının ilerlemesine bağlı olarak azalmıştır. Farklı zamanlarda hasat edilen sığıla yapraklarıyla yaptığımız bu çalışmada HK, HP, NDF ve ADF içeriklerinin hasat zamanının ilerlemesiyle arttığı, HY içeriğinin azaldığı ve benzer çalışmalardan farklı olarak OMSD değerinin de arttığı, ME değerinin ise hasat zamanından etkilenmediği görülmektedir.

Çizelge 4.2. Hasat zamanının sığla ağacı yaprağının gaz ve metan üretimi ile metabolik enerji ve organik madde sindirim derecesi üzerine etkisi (^{a b c} Aynı satırda yer alan ve farklı harf verilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir, SHO= Standart hata ortalaması, Ö.S= Önem seviyesi, ÖD: Önemli değil, OMSD: Organik madde sindirim derecesi, ME: Metabolik enerji MJ/kg KM, ***: P<0.05)

Parametreler	Hasat Zamanı			SHO	Ö.S
	Haziran	Temmuz	Ağustos		
Gaz	30.80	30.37	31.95	0.775	Ö.D
Metan (ml)	3.1 ^b	2.92 ^b	3.87 ^a	0.169	***
Metan (%)	10.06 ^b	9.61 ^b	12.11 ^a	0.373	***
OMSD	51.25 ^b	50.42 ^b	53.57 ^a	0.694	***
ME	6.85	6.75	7.02	0.126	Ö.D

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Hasat zamanındaki farklılaşma sığla ağacı yapraklarının besleme potansiyeli üzerinde önemli bir etkidir. Hasat zamanındaki ilerlemeye bağlı olarak sığla yaprağının KM, HK, HP, NDF, ADF, metan üretimi (ml), metan üretimi (%) ve OMSD içeriği artmış, HY içeriği azalmış; kondense tanen, gaz üretimi (ml) ve ME değerleri ise hasat zamanından etkilenmemiştir. Bundan sonraki süreçte sığla ağacı yapraklarının *in vivo* koşullarda ruminant hayvanlarda besleme denemeleri yapılarak yem tüketimi ve performans üzerine etkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.



KAYNAKÇA

- Aasen, A., Baron, V.S., Clayton, G.W., Dick, A.C., McCartney, D.H., 2004. Swath grazing potential of spring cereals, field pea and mixtures with other species. *Canadian Journal of Plant Science*, 84(4): 1051-1058.
- Abdulrazzak, S.A., Fujihara, T., Ondilek, J.K., Ørskov, E.R., 2000. Nutritive evaluation of some Acacia tree leaves from Kenya. *Animal Feed Science and Technology*, 85: 89-98.
- Akbay, F., Erol, A., Kamalak, A., 2020. Farklı hasat döneminin çemen (*Trigonella foenum-graecum* L.) otunun kimyasal bileşimi, metan üretimi ve kondense tanen içeriği üzerine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(6): 1663-1668.
- Akçıl E., Denek, N., 2013. Farklı seviyelerde okaliptus (*Eucalyptus camaldulensis*) yaprağının bazı kaba yemlerin *in vitro* metan gazı üretimi üzerine etkisinin araştırılması. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2(2): 75-81.
- Akgün, İ., Koç, A., Sağsöz, S., 1999. Autotetraploid çok yıllık çavdar (*Secale montanum* Guss.)'ın bazı tarımsal özelliklerinin zamana bağlı olarak değişimi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(Ek Sayı 5): 1119-1124.
- Aksoy, Y., Yılmaz, A., 2003. Bazı yonca varyetelerinde kuru madde ve organik madde sindirilebilirlikleri ve metabolik enerji değerleri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 9(4): 440-444.
- Aoac. 1990. Official Methods of Analysis. 15th edition Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. US.
- Arslan, C., Çelebi, E., 2017. Ruminantlarda rumende oluşan metan üretimini azaltmaya yönelik çalışmalar. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 12(3): 327-337.
- Atalay, A.İ., Kamalak, A., 2019. Olgunlaşma dönemlerinin sirken (*Chenopodium album*) otunun kimyasal kompozisyonuna, besleme değerine ve metan üretimine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(3): 489-493.

- Aydın, R., Kamalak A., Canbolat, O., 2007. Effect of maturity on the potential nutritive value of Bur Medic (*Medicago polymorpha*) hay. *Journal of Biological Sciences*, 7(2): 300-304.
- Avcıoğlu, R., Soya, H., Geren, H., 2000. Ege bölgesinde kışlık ikinci ürün olarak yetiştirilen bazı yem bitkilerinin verim ve silolanma olanakları üzerine araştırmalar. *Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi*, No: 98-ZRF: 042.
- Baba, A.S.H., Castro, F.B., Orskov, E.R., 2002. Portioning of energy and degradability of browse plants *in vitro* and the implications of blocking the effects of tannin by addition of polyethylene glycol. *Animal Feed Science and Technology*, 95(1-2): 93-104.
- Ball, D.M., Collins, M., Lacefield, G.D., Martin, N.P., Mertens, D.A., Olson, K.E., Putnam, D.H., Undersander, D.J., Wolf, M.W., 2001. Understanding forage quality. *American Farm Bureau Federation Publication*, 1-01, Park Ridge, IL.
- Bhatta, R., Tajima, K., Takusari, N., Higuchi, K., Enishi, O., Kurihara, M., 2007. Comparison of *in vivo* and *in vitro* techniques for methane production from ruminant diets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 20(7): 1049-1056.
- Blummel, M., Orskov, E.R., 1993. Comparison of an *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 40: 109-119.
- Blummel, M., Steingass, H., Becker, K., 1997. The relation ship between *in vitro* gas production, *in vitro* microbial biomass yield and N-15 incorporation and its implications for the prediction of voluntary feed intake of roughages. *British Journal of Nutrition*, 77: 911-921.
- Blummel, M., Givens, D.I., Moss, A.R., 2005. Comparison of methane produced by straw fed sheep in opencircuit respiration with methane predicted by fermentation characteristics measured by an *in vitro* gasprocedure. *Animal Feed Science and Technology*, 123: 379-390.
- Buxton, D.R., 1996. Quality related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Animal Feed Science and Technology*, 40: 109-119.

- Canbolat, O., Kamalak, A., Ozkan, C.O., Erol, A., Sahin, M., Karakas, E., Ozkose, E., 2006. Prediction of relative feed value of alfalfa hays harvested at different maturity stages using *in vitro* gas production. *Livestock Research for Rural Development*, 18(2): 27.
- Canbolat, Ö., Sincik, M., 2007. Farklı olgunlaşma dönemlerinde hasat edilen kenaf çeşitlerinin (*Hibiscus cannabinus* L.) sindirim derecesi ve metabolik enerji değerlerinin *in vitro* gaz tekniği ile belirlenmesi. IV. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 6-8.
- Canbolat, O., 2012. Potential nutritive value of field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) hay harvested at three different maturity stages. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18(2): 331-335.
- Carulla, J.E., Kreuzer, M., Machmüller, A., Hess, H.D., 2005. Supplementation of acacia mearnsii tannins decreases methanogenesis and urinary nitrogen in forage-fed sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*, 56(9): 961-970.
- Cengiz, T., Kamalak, A., 2020. Farklı bölgelerde yetişen söğüt yapraklarının potansiyel besleme değerlerinin ve antimetanojenik özelliklerinin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (5): 1351-1358.
- Ceylan, E., Kamalak, A., 2019. Farklı hasat zamanının pamuk dikeninin (*Onopordum acanthium*) kimyasal kompozisyonu, *in vitro* gaz ve metan üretimi üzerine etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1): 13-18.
- Christen, A.M., Seoane, J.R., Leroux, G.D., 1990. The nutritive value for sheep of quackgrass and timothy hays harvested at two stage of growth. *Journal of Animal Science*, 68: 3350- 3359.
- Collins, M., Moore, J.K., 1995. Postharvest processing of forages. p. 147-161. In. Forages Vol2 –The Science of Grassland Agriculture. R.F. Barnes, D.A. Miller, and C.J. Nelson (eds.). Iowa State University Press, Ames, IA
- Denek, N., Avcı, M., Can, A., Daş, B., Aydın, S.S., Savrunlu, M., 2014. Kimi kaba yemlerde farklı bitki yapraklarının *in vitro* metan üretimi üzerine etkisi. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 3(2): 59-66.

- Denek, N., Aydin, S.S., Can, A., 2017. The effects of dried pistachio (*Pistachio vera L.*) by-product addition on corn silage fermentation and *in vitro* methane production. *Journal of Applied Animal Research*, 45(1): 185-189.
- Durmaz, K., Kamalak, A., 2019. Hasat zamanının Katran yoncasının (*Bituminaria bituminosa*) besin madde kompozisyonu, *in vitro* gaz ve metan üretimi üzerindeki etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34(1): 102-106.
- Frutos, P., Hervás, G., Ramos, G., Giraldez, F.J., Mantecon, A.R., 2002. Condensed tannin content of several shrub species from a mountain area in northern Spain, and its relationship to various indicators of nutritive value. *Animal Feed Science and Technology*, 95:215-226.
- Getachew, G., Robinson, P.H., DePeters, E.J., Taylor, S.J., Gisi, D.D., Higginbotham, G.E., Riordan, T.J., 2005. Methane production from commercial dairy rations estimated using an *in vitro* gas technique. *Animal Feed Science and Technology*, 123:391-402.
- Goel, G., Makkar, H.P.S., Becker, K., 2008. Effects of *Sesbania sesban* and *Carduus pycnocephalus* leaves and fenugreek (*Trigonella foenum-graecum L.*) seeds and their extracts on partitioning of nutrients from roughage- and concentrate-based feeds to methane. *Animal Feed Science and Technology*, 147 (1-3): 72-89
- Goel, N., Siroh, S.K., Dwivedi, J., Chaudhary, P.P., 2011. Efficacy of different plant part combinations as rumen fermentation modulator in wheat straw based diet evaluated *in vitro*. *Annals of Biological Research.*, 2(6): 91-96.
- Goel, G., Makkar, H.P.S., 2012. Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins, a status review. *Tropical Animal Health and Production*, 44: 729- 739.
- Gunun, P., Gunun, N., Cherdthong, A., Wanapat, M., Polyorach, S., Sirilaophaisan, S., Kang, S., 2018. *In vitro* rumen fermentation and methane production as affected by rambutan pee powder. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1): 626-631.
- Gülşen, N., Çoskun, B., Umuculılar, H.D., Dural, H. 2004. Prediction of native forage, *prangos uechritzii*, using of *in situ* and *in vitro* measurements. *Journal of Arid Environment*, 56: 167-179.

- Gürsoy, Ö.Ü.E., Macit, M., 2020. Hasat zamanının kaba yemin kimyasal kompozisyonu ve kalitesi üzerine etkisi. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences International Indexed & Refereed*, 8(9): 168-177.
- Hariadi, B.T., Santoso, B., 2010. Evaluation of tropical plants containing tannin on *in vitro* methanogenesis and fermentation parameters using rumen fluid. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90: 456-461.
- Hassanat, F., Benchaar, C., 2013. Assesment of the effect of condensed (*acacia and quebracho*) and hydrolysable (*chestnut and valonea*) tannins on rumen fermentation and methane production *in vitro*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93: 332-339.
- Jahani-Azizabadi, H., Danesh, M.M., Vakili, A.R., Heravi, M.A.R.S, 2009: Screening the activity of medicinal plants or spices on *in vitro* ruminal methane production. *60th Annual Meeting of the European Association for Animal Production*, Barcelona, Spain.
- Jayanegara, A., Togtokhbayar, N., Makkar, H.P.S., Becker, K., 2009. Tannins determined by various methods as predictors of methane production reduction potential of plants by an *in vitro* rumen fermentation system. *Animal Feed Science and Technology*, 150: 230-237.
- Jayanegara, A., Goel, G., Makkar, H.P.S., Becker, K., 2015. Divergence between purified hydrolysable and condensed tannin effects on methane emission, rumen fermentation and microbial population *in vitro*. *Animal Feed Science and Technology*, 209: 60-68.
- Johnson, K.A., Johnson, D.E., 1995. Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, 73(8): 2483- 2492.
- Kamalak, A., 2007. Kondense tanenin olumsuz etkilerini azaltmak için kullanılan katkı maddeleri ve yemlere uygulanan işlemler. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 10(2).
- Kamalak, A., 2010. Determination of potential nutritive value of *Polygonum aviculare* hay harvested at three maturity stages. *Journal of Applied Animal Research*, 38(1): 69-71.

- Kamalak, A., Atalay, A.I., Ozkan, C.O., Kaya, E., Tatliyer, A., 2011. Determination of potential nutritive value of *Trigonella kotshi* fenzi hay harvested at three different maturity stages. *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(4): 635- 640.
- Kamalak, A., Canbolat, O., 2010. Determination of nutritive value of wild narrow-leaved clover (*Trifolium angustifolium*) harvested at three maturity stages using chemical composition and *in vitro* gas production. *Tropical Grasslands*, 44(2): 128-133.
- Kamalak, A., Durmaz, K., 2019. Hasat zamanının katran yoncasının (*Bituminaria bituminosa*) besin madde kompozisyonu, *in vitro* gaz ve metan üretimi üzerindeki etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34(1): 102-106.
- Kaplan, M., Kamalak, A., Özkan, Ç.Ö., Atalay, A.İ., 2014. Vejetasyon döneminin yabancı korunga otunun potansiyel besleme değerine, metan üretimine ve kondense tanen içeriğine etkisi. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 3(1): 1-5.
- Kaplan, M., Üke, Ö., Kale, H., Yavuz, S., Kurt, Ö., Atalay, A.İ., 2016. Olgunlaşma döneminin teff otunun potansiyel besleme değeri, gaz ve metan üretimine etkisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(4): 181-186.
- Kavut, Y.T., Geren, H., 2018. İtalyan çimi (*Lolium multiflorum* L.)+ Tüylü fiğ (*Vicia villosa* L.) karışımlarında farklı hasat zamanları ve karışım oranlarının verim ve kalite özelliklerine etkisi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 31(3): 283-287.
- Kaya, A., Kaya, H., Çelebi, Ş., 2012. Ruminant hayvanlarda metan üretimini azaltmaya yönelik çalışmalar. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 43 (2), 197-204.
- Kılıç, Ü., Sarıçiçek, Z.B., 2006. *In vitro* gaz üretim tekniğinde sonuçları etkileyen faktörler. *Hayvansal Üretim*, 47(2): 54-61.
- Kurt, A.A., Kamalak, A., 2020. Hasat zamanının meryemana dikeninin (*Silybum marianum*) kompozisyonuna, gaz üretimine, metan üretimine, sindirime ve metabolik enerjisine etkisi. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 17(2): 116-120.

- Kurt, Ö., Öztürk, D., 2018. Bazı baklagil ağaç meyvelerinin besleme değerinin belirlenmesi. *Black Sea Journal of Agriculture*, 1(3): 60-65.
- Lopez, S., Makkar, H.P.S., Soliva, C.R., 2010. Screening Plants and Plant Products for Methane Inhibitors. In: *Vercoe PE, Makkar HPS, Schlink A, (Eds): In Vitro Screening of Plant Resources for Extra Nutritional Attributes in Ruminants: Nuclear and Related Methodologies*. London, New York, pp. 191-231.
- Makkar, H. P. S., Blümmel, M., Becker, K., 1995. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins, and their implication in gas production and true digestibility in *in vitro* techniques. *British Journal of Nutrition*, 73(6): 897-913.
- Manh, N.S., Hung, L.V., Long, N.T., Don, N.V., Huyen, N.T., 2012. Effects of eucalyptus (*E. Camaldulensis*) leaf powder (ELP) on rumen fermentation, feed digestibility and methane production in ruminants by using *in vitro* gas production technique. *Proceedings of International Conference Livestock-Based Farming Systems, Renewable Resources and the Enviroment*, (Ed. R. Preston and S. Southavong) pp:6-9 June, Dalat, Vietnam.
- Meale, S.J., Chaves, A.V., Baah, J., McAllister, T.A., 2012. Methane production of different forages *in vitro* ruminal fermentation. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25(1): 86-91.
- Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., Schneider, W., 1979. The estimation of the digestibility and metabolisable energy concent of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor. *Journal of Agricultural Science (Camb.)*, 93: 217-222.
- Menke, K.H., Steingass, H., 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gaz production using rumen fluid. *Animal Research and Development*, 28: 7-55.
- Mitsumori, M., Sun, W., 2008. Control of rumen microbial fermentation for mitigating methane emissions from the rumen. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 21(1): 144-154.

- Morrison, J.M., 1980. Changes in the lignin and hemicellulose concentration of ten varieties of temperate grasses with increasing maturity. *Grass and Forage Science*, 92: 499–503.
- Mupangwa, J.F., Ngongoni, N.T., Hamudikuwanda, H. 2003. Effects of stage of maturity and method of drying on *in situ* nitrogen degradability of fresh herbage of *Cassia rotundifolia*, *Lablab purpureus* and *Macroptilium atropurpureum*. *Livestock Research for Rural Development*, 15 (5).
- Oruç, A., Avcı, M., 2018. Bazı kaba yemlere farklı seviyelerde ilave edilen söğüt ağacı (*Salix alba*) yaprağının *in vitro* sindirim ve metan oluşumu üzerine etkisi. *Harran Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 7 (1): 60-66.
- Önel, S.E., Aksu, T., Alaşahan, S., 2021. Ruminantlarda enterik metan emisyonunu azaltma stratejilerinde tanenlerin rolü ve önemi. *Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(2): 127-138.
- Özçelik, Ş.N., Şahin, A., 2018. Çemen (*Trigonella Foenum- Graecum L.*) otunun ve tohumunun besin madde içerikleri ve *in vitro* sindirilebilirliğinin belirlenmesi. *Hayvan Bilimi ve Ürünleri Dergisi*, 1(1): 25-35.
- Özdemir, Ö., Kaya, A., 2020. Bazı ağaç yapraklarının *in vitro* gaz üretim tekniğiyle yem değerlerinin belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30 (3): 454-461.
- Özkan, Ç.Ö., Kamalak, A., Şahin, M., Canbolat, Ö., 2018. Farklı dönemlerinde hasat edilen bazı baklagil yem bitkilerinin sindirim derecesinin ve metabolik enerji değerlerinin *in vitro* gaz tekniği ile belirlenmesi. *Black Sea Journal of Agriculture*, 1(1): 15-19.
- Özkan, U., Demirbağ N.Ş., 2016. Türkiyede kaliteli kaba yem kaynaklarını mevcut durumu. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 9 (1): 23-27.
- Özyiğit, Y., Bilgen, M., 2006. Bazı baklagil yem bitkilerinde farklı biçim dönemlerinin bazı kalite faktörleri üzerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1): 29-34.
- Patra, A.K., Saxena, J., 2009. Dietary phytochemicals as rumen modifiers: a review of the effects on microbial populations. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 96: 363-375.

- Pellikaan, W.F., Strigano, E., Leenaars, J., Bongers, D.J.G.M., van Laar-van Schuppen, S., Plant, J., Mueller-Harvey, L., 2011. Evaluating effects of tannins on extent and rate of *in vitro* gas and CH₄ production using an automated pressure evaluation system (APES). *Animal Feed Science and Technology*, 166: 377-390.
- Poulsen, M., Schwab, C., Jensen, B.B., Engberg, R.M., Spang, A., Canibe, N., Højberg, O., Milinovich, G., Fagner, L., Schleper, C., Weckwerth, W., Lund, P., Schramm, A., Urich, T., 2013. Methylophilic methanogenic Thermoplasmata implicated in reduced methane emissions from bovine rumen. *Nature Communications*, 4:1428.
- Rira, M., Chentli, A., Boufenera, S., Bousseboua, H., 2015. Effects of plants containing secondary metabolites on ruminal methanogenesis of sheep *in vitro*. *Energy Procedia*, 74: 15-24.
- Sliwinski, B.J., Soliva, C.R., Machmüller, A., Kreuzer, M., 2002: Efficacy of plant extracts rich in secondary constituents to modify rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology*, 101: 101-114.
- Soltan, Y.A., Morsy, A.S., Sallam, S.M.A., Louvandini, H., Abdalla, A.L. 2012. Comparative *in vitro* evaluation of forage legumes (prosopis, acacia, atriplex, and leucaena) on ruminal fermentation and methanogenesis. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 21(4): 759-772.
- Stone, J.B., Trimberger G.W., Henderson C.R., Reid, J.T., Turk K.L., Loosli, J.K., 1960. Forage intake and efficiency of feed utilization in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 43:1275.
- Şimşek, N., Kamalak, A., 2019. Bazı ağaç yapraklarının anti metanojenik özelliklerinin *in vitro* gaz üretim tekniği ile belirlenmesi. *Black Sea Journal of Agriculture*, 2(1): 1-5.
- Tana, H.Y., Sieoa, C.C., Abdullaha, N., Lianga, J.B., Huang, X.D., Ho, Y.W., 2011. Effects of condensed tannins from *Leucaena* on methane production, rumen fermentation and populations of methanogens and protozoa *in vitro*. *Animal Feed Science and Technology*, 169: 185-193.

- Tatlıyer, A., Kamalak, A., Öztürk, D., 2019. Sandal ağacı (*Arbutus andrachne*) yapraklarının potansiyel besleme değerinin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(2): 315-321.
- Tekce, E., Gül, M., 2014. Ruminant beslemede NDF ve ADF'nin önemi. *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 9(1): 63-73.
- Temel, S., Kır, A.E., 2015. Bazı çalı ve ağaç türlerinin mevsimsel dönem ve hayvan gruplarına göre otlanmada tercih durumlarının belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 2015, 1(1): 31-39.
- Uzatici, A., 2019. Farklı olgunlaşma dönemlerinde hasat edilen Nohut geveni (*Astragalus cicer* L.) otunun besleme değerinin saptanması. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(4): 745-752.
- Ülger, İ., Kaplan, M., Atasagun, B., Kardeş, Y.M., Doran, T., Kamalak, A., 2018. Vejetasyon döneminin Erciyes Korungasının (*Onobryhis Argaea*) yem özellikleri üzerine etkisi. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 1(1): 38-49.
- Valente, M.E., Borreani, G., Peiretti, P.G., Tobacco, E., 2000. Codified morphological stage for predicting digestibility of Italian ryegrass during the spring cycle. *Agronomy Journal*, 92(5): 967-973.
- Van Soest, P. V., Robertson, J. B., Lewis, B. A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597.
- Van Soest, P.J., 1994. Nutritional ecology of ruminants, 2nd ed. *Cornel University Press*, New York
- Wilson, J.R., Deinum, H., Engels, E.M., 1991. Temperature effects on anatomy and digestibility of leaf and stem of tropical and temperate forage species. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 39: 31-48.
- Woodward, S.L., Waghorn, G.C., Ulyatt, M.J., Lassey, K.R., 2001. Early indications that feeding lotus will reduce methane emissions from ruminants. *Proceedings of The New Zealand Society of Animal Production*, 61: 23-26.