

DAR YAPRAKLI SİNİROTUNUN (*Plantago lanceolata*) BESİN MADDE DÜZEYİ VE RUMİNANLARDA *İN VİTRO* SİNDİRİM PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

THE DETERMINATION OF NUTRIENT MATTER COMPOSITION AND *İN VİTRO* DIGESTION PARAMETERS OF NARROW-LEAF PLANTAIN (*Plantago lanceolata*) IN RUMINANT

Kanber KARA¹, Berrin Kocaoğlu GÜÇLÜ¹, Eray AKTUĞ¹, Erol BAYTOK¹

¹ Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD, Kayseri

ÖZ

Bu araştırmanın amacı, dar yapraklı sinirotonun (*Plantago lanceolata*) yaprak, kavuz ve tohumunun ham besin madde ve *in vitro* sindirim parametrelerinin saptanmasıdır. Araştırma materyalleri tohum bağlama döneminde toplanmıştır. *P. lanceolata*'nın farklı kısımlarının ham protein içeriği (%12.82) yaprak > (%3.39) tohum > (%1.39) kavuz şeklinde sıralanmıştır (P<0.001). Bitki hücre duvarı unsurları bakımından *P. lanceolata*'nın farklı kısımları tohum>kavuz>yaprak şeklinde sıralanmıştır. (P<0.001). Kavuz ve yaprakta lif olmayan karbonhidrat (% 40.98 ve % 54.14) (P<0.01) ve azotsuz öz madde (% 46.44 ve % 51.11) (P<0.05) düzeyi tohumdan daha yüksek bulunmuştur. Ham kül içeriği yaprakta % 12.61, tohumda % 4.02 ve kavuzda %7.52 olarak saptanmıştır. *P. lanceolata* yaprağındaki (% 0,64) toplam kondanse tanen düzeyi kavuz (% 0.21) ve tohumundan (% 0.27) daha fazla bulunmuştur (P<0.001). Kavuz, yaprak ve tohum sırasıyla yaklaşık 47, 37 ve 23 ml/0.2g KM toplam gaz üretmiştir (P<0.001). *P. lanceolata* yaprağı ve kavuzu metabolik enerji, net enerji laktasyon, organik madde sindirimi ve kısa zincirli yağ asitleri bakımından tohumdan daha yüksek bulunmuştur (P<0.001). *Plantago lanceolata* yaprak, kavuz ve tohum kısımlarının *in vitro* metan üretimi ise % 13.43, % 17.45 ve % 18.50 olarak saptanmıştır (P<0.001).

Sonuç olarak, *P. Lanceolata*'nın besin madde kompozisyonu, kondanse tanen ve *in vitro* sindirilebilirlik değeri açısından ruminantlar için alternatif bir kaba yem olma potansiyeline sahip olduğu söylenebilir. Bunun yanında, *P. lanceolata* yaprağı tohum bağlama döneminde ruminal metan salınımını azaltıcı etkisiyle anti-metanojenik yem/katkı maddesi olarak da kullanılabilir.

Anahtar kelimeler: Kondanse tanen, metan, *Plantago lanceolata*, sindirilebilirlik

GİRİŞ

Sinirotu türleri, sinirotoğiller (*Plantaginaceae*) familyasına ait olup; 10-30 cm boya kadar uzayabilen, her tür toprak çeşidinde (pH 4.2-7.8) rahatlıkla yetişebilen ve sıcak iklime sahip bölgelerde yaygın olarak bulunan bol yapraklı bitkilerdir. Kurak topraklarda da rahatlıkla büyümesine rağmen nemli ve kumlu topraklar bitki gelişimi için idealdir. Bitki hastalıklara ve böceklerle

ABSTRACT

This study aims to determine the nutrient matter composition and *in vitro* digestion values of different parts (leaf, seed and husk) of narrow-leaf plantain (*Plantago lanceolata*). The plant samples were gathered at the seed bulking stages. In the present study, the different parts of *P. lanceolata* can put in order as leaf (12.81%) > seed (3.39%) > husk (1.39%) in terms of crude protein content (P<0.001). The different parts of *P. lanceolata* can be placed in order as follows: seed>husk>leaf in terms of plant cell wall substances (P<0.001). The non-fiber carbohydrate (40.98% and 54.14%, respectively) (P<0.01) and nitrogen free extract (46.44% and 51.11% respectively) (P<0.05) levels of husk and leaf were higher than those of seed. Crude ash was determined as 12.61% of leaf, 4.02% of seed and 7.52% of husk. Total condensed tannin content of *P. lanceolata*' leaf (0.64%) was higher than those of husk (0.21%) and seed (0.27%) (P<0.001). The husk, leaf, and seed were produced total gas about 47, 37, and 23 mL/0.2 g DM, respectively (P <0.001). The leaf and husk of *P. lanceolata* for metabolisable energy, net energy lactation, organic matter digestion, short chain fatty acids values were higher than those of seed (P<0.001). The *in vitro* methane production of *P. lanceolata*' leaf, husk and seed parts were also determined 13.43, 17.45, and 18.50 %, respectively (P<0.001). In conclusion, *P. lanceolata* seed can be said to have the potential to be quality roughage for ruminants in terms of nutrient matter composition, condensed tannins and *in vitro* digestibility. Besides, the leaf of *P. lanceolata* at the seed bulking stages can be used as an anti-methanogenic feed /feed additive due to its effect of reducing to ruminal methane emissions.

Keywords: Condensed tannin, digestibility, methane, *Plantago lanceolata*

karşı dayanıklıdır (1). *Plantaginaceae* familyasında yaklaşık 265 tür bulunmakla birlikte Türkiye'de dar yapraklı sinirotu (*Plantago lanceolata*) ve geniş yapraklı sinirotu (*Plantago major*) daha yaygın türlerdir. Bitkinin yaprak kısımlarında bulunan biyolojik aktif maddelerden dolayı eski medeniyetler (Mısır, Yunan) tarafın-

Corresponding Author: Yrd. Doç. Dr. Kanber KARA
Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları AD. Talas/KAYSERİ
Tel: + 90 352 207 6666- 29693
Email: karakanber@hotmail.com; kanberkara@erciyes.edu.tr

dan tedavi edici etkinliği nedeniyle geleneksel olarak kullanılmıştır. Yapraklarda aucubin, catalpol, asperuloside ve melitoside gibi iridoid glukozitleri ihtiva etmektedir (2). Bu aktif iridoid glukozitler sayesinde antibakteriyel, antiviral, antitümör, antiinflamatuvar, aneljezik, diüretik, ekspektoran, hematopoietik ve karaciğer koruyucu etki gösterdiği saptanmıştır (3-5). Sinirotu yapraklarının özellikle tuzlu ve kurak toprak şartlarında yetişenlerde yüksek oranda biriken sorbitolden dolayı lezzeti arttığından merada otlayan hayvanlar tarafından istahla tüketildiği bildirilmiştir. *P. lanceolata*'nın kültürü yapıldıktan sonra yıllık 20 bin kg/ha verime ulaştığı ve yaygın olarak kullanılan birçok çayır otu kadar verimli olduğu ifade edilmektedir (1). Sinirotu türlerinin tohum kısımları oldukça küçük (0.4-0.8×0.8-1.5 mm) ve hafif acımsıdır. *P. lanceolata* yaprak ve tohumlarının kendine has mantarimsi kokusu içeriğindeki *oct-1-en-3-ol* bileşiğinden kaynaklanmaktadır (6). Sinirotu hayvanlarda kaba yem kaynağı olarak değerlendirilmesi yanında tohum ve kavuzları laksatif etkisinden ve diyetlik lif düzeyinin yüksek olması nedeniyle insan beslenmesi yanı sıra pet hayvan diyetleri ve at rasyonlarında da kullanılmaktadır (7-10). Ruminantlarda *Plantago* kavuzu ve kabuklarının etkisi ile ilgili çok fazla çalışma olmamakla birlikte buzağuların süt ikame yemlerine ilave edilen *Plantago* kavuzunun günlük yem tüketimini, vücut ağırlığını ve vücut ölçülerini olumsuz etkilemediği, kolon ve abomasum viskozitesi ile ruminal *Bifidobacterium* ve *Lactobacilli* sayısını arttırdığı belirlenmiştir (11).

Türkiye gibi sıcak iklime sahip ülkelerde yaz mevsimi ilerledikçe mera alanlarındaki bitki çeşitliliği ve bitki kalitesi azalmakta ve otlayan hayvanlar için kalitesiz ve yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle mevcut mera alanlarında kurak iklim koşullarına ve çeşitli toprak tiplerine uygun kaliteli bitki türlerinin belirlenmesi ve geliştirilmesi gerekmektedir. Hem mevcut meraların yetersiz olması hem de küresel ısınmanın etkisiyle meraların giderek niteliğini kaybetmesi sebebiyle kuraklığa dayanıklı, ülkemiz toprak tipine uygun alternatif mera otlarının araştırılması önem arz etmektedir. Türkiye'de doğal olarak yetişen *P. lanceolata* türünün ülkemizde mevcut bitki kalitesi ortaya konulmamıştır. Çalışmamızda İç Anadolu Bölgesi'nde yaz sonlarına doğru mera alanlarında diğer mera otlarına nazaran hala yeşil kalan *P. lanceolata*'nın kaba yem olarak değerlendirilmesi esas alındığından bitkinin bu dönemde (tohum bağlama dönemi) ruminantlar tarafından tüketilecek toprak üstü tüm unsurlarının besin madde düzeyi ve *in vitro* sindirim düzeyinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Bitki örnekleri

Çalışmada kullanılan dar yapraklı sinirotu (*P. lanceolata*) örnekleri Ağustos 2013'de Nevşehir (Türkiye) ilinde altı farklı bölgeden toplanmıştır (Resim 1). Bitkiler suni gübre uygulanmayan ve sulanmayan arazide doğal olarak yetişmektedirler. Bitkiler tohum bağlama döneminde tüm aksamı ile birlikte toplandıktan sonra laboratuvarında yapraklar ve tohum içeren başları makasla ayrılmıştır.



Resim 1. Dar yapraklı sinirotu (*P. lanceolata*) bitkisi

Kimyasal analizler

Bitki örnekleri 55°C'deki hava girişi olan termostatik kontrol kabininde (Lovidond, İsviçre) 48 saat süresince kurutularak kuru madde (KM) düzeyleri saptanmıştır. Bitki örnekleri kimyasal analizler ve *in vitro* gaz üretiminde kullanılmak üzere yaklaşık 1,0 mm elek çapındaki İKA-A10 laboratuvar tipi değirmende (İKA-Werke, Almanya) öğütülmüştür. Örneklerin ham protein (HP), ham yağ (HY) ve ham selüloz (HS) düzeyi AOAC (12)'a göre saptanmıştır. Nötür deterjan çözeltisinde çözünmeyen lifli bileşikler (NDF), asit deterjan çözeltisinde çözünmeyen lifli bileşikler (ADF) ve asit deterjan lignin (ADL) düzeyi Van Soest ve ark. (13) tarafından bildirilen metotlar doğrultusunda yapılmıştır. NDF analizi yapılırken sodyum sülfid (Merck, Almanya) ve ısıya dayanıklı alfa-amilaz (Ankom) kullanılmıştır. Belirlenen NDF, ADF ve ADL % değerleri kül kalıntısı içermemektir. Kondanse tanen (KT) düzeyi Makkar ve ark. (14) tarafından bildirilen butanol-HCl metodu ile spektrofotometrik olarak (Shimadzu 1208 UV/VIS, Japonya) saptanmıştır.

In vitro gaz üretim tekniği

Yaklaşık % 70 konsantr + % 30 kaba yem kuru maddesi tüketen iki besi sığırından alınan rumen sıvısı 39±1°C'deki ağız vidalı kapaklı cam şişe (Isolab, Almanya) içinde termos konteynir ile laboratuvara getirilmiştir. Rumen sıvısı CO₂ gazı altında 4 kat tülbenkten süzülükten sonra *in vitro* gaz üretiminde kullanılmıştır.

In vitro gaz üretimi 100 ml'lik cam şırıngalar (Model Fortuna, Haberle Labortechnik, Almanya) içine 200±10 mg bitki örneği ile buffer +makromineral +mikromineral +indirgenme+resazurin çözeltileri karışımı (20 ml) ve rumen sıvısı (10 ml) karışımı koyularak

(15) 24 saat boyunca 39.0±0.2 °C'lik termostatlı su banyosunda inkübasyona bırakılmıştır. Çalışmada her bir grup üç tekrarlı olarak çalışılmıştır. Üç adet kör şiringada (bitki içermeyen, sadece buffer ve çözeltiler ile rumen sıvısı içeren) hesaplamalarda kullanılmıştır.

Toplam gaz ve metan üretiminin saptanması

Çalışmada 24 saatlik inkübasyon sonunda her bir şiringada üretilen gaz miktarı (ml) şiringalar üzerinden okunarak belirlenmiştir. Üretilen toplam gaz içindeki metan oranı (%) ise bilgisayar destekli infrared metan ölçüm cihazı (Sensor, Europe GmbH, Erkrath, Almanya) ile saptanmıştır (16).

Hesaplama ve İstatistik

P. lanceolata örneklerindeki lif içermeyen karbohidrat (NFC: non fibrous carbohydrate) düzeyi $NFC\% = 100 - (NDF\% + HP\% + HY\% + HK)$ (17) formülü ile hemiselüloz (HMS) ise $HMS, \% = NDF(\%) - ADF(\%)$ formülleri kullanılarak hesaplanmıştır. Azotsuz öz madde (AÖM)'de $AÖM, \% = KM(\%) - HS(\%) - HP(\%) - HY(\%) - HK(\%)$ formülü ile hesaplanmıştır.

Çalışmada kullanılan *P. lanceolata* örneklerinin metabolik enerji (ME), organik madde sindirimi (OMS) (18,19), net enerji laktasyon (NE_L) (20) ve kısa zincirli yağ asitleri (SCFA) (21) düzeyleri aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır.

$$ME (MJ/kg KM) = 2.20 + 0.136 \times GÜ + 0.057 \times HP$$

$$OMS (\%) = 14.88 + 0.889 \times GÜ + 0.45 \times HP + 0.0651 \times HK$$

$$NEL (MJ/kg KM) = 0.115 \times GÜ + 0.0054 \times HP + 0.014 \times HY - 0.0054 \times HK - 0.36$$

$$SCFA (mmol/0.2 g KM) = 0.0222 \times GÜ - 0.00425$$

$$GÜ = 24 \text{ saatlik toplam gaz üretimi (ml/0.2 g KM)}$$

$$HP = \text{Ham protein (g/kg KM)}$$

$$HY = \text{Ham yağ (g/kg KM)}$$

$$HK = \text{Ham kül (g/kg KM)}$$

P. lanceolata yapraklarının kaba yem olarak kalitesinin belirlenmesi için bir kıstas olan nispi yem değeri (NYD), Jeranyama ve Garcia (22)'e göre hesaplanmıştır. Nispi yem değerinin hesaplanmasında kuru madde tüketimi (KMT) ve sindirilebilir kuru madde (SKM) değerlerinden yararlanılmıştır.

$$KMT = 88.9 - (0.779 \times \% ADF)$$

$$SKM = 120 / (\% NDF)$$

$$NYD = (KMT \times SKM) / 1.29$$

Çalışma verilerinin istatistik analizi SPSS 17.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Gruplar arasındaki istatistiksel önemlilik Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) ile belirlenmiştir. Önemlilik düzeyinin belirlenmesi için Çoklu Karşılaştırma Testleri'nden "Tukey Multiple Range Test" uygulanmıştır. İstatistiksel önemlilik olarak 0.05 altındaki ($P < 0.05$) değerler alınmıştır. Çalışmada kullanılan bitkilerin besin madde içeriği ile *in vitro* sindirim parametreleri (*in vitro* toplam gaz ve metan üretimi) arasındaki Pearson korelasyon (r) analizi kullanılarak belirlenmiştir.

BULGULAR

P. lanceolata 'nın farklı kısımları HP içeriği bakımından (%12.82) yaprak > (%3.39) tohum > (%1.30) kavuz şeklinde sıralanırken ($P < 0.001$) *P. lanceolata* tohumunun HY içeriği (% 4.05) yaprak ve tohumlarında daha yüksek bulunmuştur ($P < 0.001$). Ham selüloz, NDF,

ADF, ADL, HMS bakımından ise tohum > kavuz > yaprak şeklinde bir sıralanma oluşmuştur ($P < 0.001$). Kavuz ve yaprakta NFC ($P < 0.01$) ve AÖM ($P < 0.05$) düzeyi tohumdan daha yüksek bulunmuştur. Ham kül içeriği yaprakta % 12.61, tohumda % 4.02 ve kavuzda %7.52 olarak saptanmıştır ($P < 0.001$). *P. lanceolata* yaprağındaki (% 0.64) KT kavuz (% 0.21) ve tohumundan (% 0.27) daha yüksek saptanmıştır ($P < 0.001$). Kaba yem olarak *P. lanceolata* yapraklarının KMT, SKM ve NYD sırasıyla 3.66, 69.26 ve 196.81 olarak hesaplanmıştır (Tablo I). Çalışmada *P. lanceolata* farklı kısımlarının *in vitro* toplam gaz üretimleri istatistik olarak birbirinden farklı olup, kavuzunun 47.33 ml/0.2 g KM, yaprağının 36.66 ml/0.2 g KM ve tohumunun 23.33 ml/0.2 g KM düzeyinde toplam gaz ürettiği belirlenmiştir ($P < 0.001$). *P. lanceolata* kavuzu en yüksek ME ve NE_L (8.63 ve 5.12 MJ/kg KM) düzeyine sahip olup, bitki kısımları enerji içeriği bakımından kavuz > yaprak > tohum şeklinde sıralanmıştır ($P < 0.001$). Organik madde sindirimi tohumda %35.61, yaprakta % 47.47 ve kavuzda % 55.68 olarak saptanmıştır ($P < 0.001$). Çalışmada 24 saatlik inkübasyon sonunda üretilen SCFA düzeyinin bitki kısımlarında 0.51-1.04 mmol aralığında olduğu belirlenmiştir ($P < 0.001$).

P. lanceolata yaprak, kavuz ve tohumlarının 24 saatlik inkübasyon sonunda sırasıyla % 13.43, % 17.45 ve % 18.50 düzeyinde metan ürettiği saptanmıştır ($P < 0.001$) (Grafik 2).

Çalışmada kullanılan *P. lanceolata*'nın bitki kısımları toplam olarak düşünüldüğünde; araştırılan parametrelerin arasında bazı korelasyonlar olduğu saptanmıştır (Tablo III). Bitkinin NDF içeriği ile ADL ($r = 0.96$; $P < 0.01$) ve metan üretimi ($r = 0.97$; $P < 0.01$) arasında pozitif yönlü çok güçlü, NFC ($r = -0.93$; $P < 0.01$) ve KT ($r = -0.84$; $P < 0.05$) arasında ise negatif yönlü çok güçlü bir korelasyon olduğu belirlenmiştir. Asit deterjan lignin içeriği ile NFC ($r = -0.99$; $P < 0.01$) ve toplam gaz üretimi ($r = -0.71$; $P < 0.05$) arasında negatif yönlü (çok güçlü ve kuvvetli ilişki), metan üretimi ($r = 0.86$; $P < 0.05$) ile pozitif yönlü çok güçlü korelasyon saptanmıştır. *P. lanceolata*'nın NFC içeriği ile toplam gaz üretimi arasında pozitif yönlü kuvvetli bir korelasyon olduğu belirlenmiştir ($r = 0.77$; $P < 0.05$). Kondanzen düzeyi ile *in vitro* metan üretimi arasında negatif yönlü çok güçlü bir korelasyon olduğu gözlemlenmiştir ($r = -0.95$; $P < 0.01$).

TARTIŞMA

Hayvan beslemede sinir otu türlerinin kavuz ve tohumları içeriklerindeki karbohidratlardan dolayı hem lif kaynağı olarak (pet hayvan diyetleri) hem de laksatif olarak (at rasyonları) kullanılabilir (7,10). Bunun yanında sinir otunun baş kısımları da dahil tüm bitki kısmı otlayan hayvanlar (ruminant, at) için alternatif bir çayır otu olarak (2,23) değerlendirilme potansiyeline sahiptir. Hatta bazı ülkelerde (Yeni Zelanda gibi) bu bitki türlerinin ıslahı yapılmıştır ve çayır-mera otu olarak yetiştirilmektedir (1,23).

Çalışma bulgularından düşük olarak Jackson ve ark. (24) *P. lanceolata* yapraklarının % 23.10 NDF, % 16.6 ADF, % 5.1 ADL ve % 6.5 HMS içerdiğini bildirmişlerdir. Sunulan çalışmada *P. lanceolata* yapraklarında % 12.82 HP saptanmasına karşın Guil-Guerrero (25) fark-

Tablo I. *P. lanceolata* yaprağı, tohumu ve kavuzunun ham besin madde ve kondanse tanen düzeyleri

	<i>P. lanceolata</i>			P değeri	
	Yaprak	Tohum	Kavuz		
	Ort±SH	Ort±SH	Ort±SH		
K.M'de %	HP	12.82±0.06 ^a	3.39±0.01 ^b	1.30±0.18 ^c	<0.001
	HY	1.75±0.01 ^b	4.05±0.01 ^a	1.64±0.36 ^b	<0.01
	HS	15.68±0.27 ^b	52.73±2.48 ^a	30.38±0.37 ^b	<0.01
	NDF	32.74±0.61 ^c	73.19±2.22 ^a	55.92±2.99 ^b	<0.01
	ADF	25.20±1.39 ^c	52.86±1.43 ^a	39.39±0.13 ^b	<0.001
	ADL	11.55±0.91 ^b	23.80±1.34 ^a	15.58±0.82 ^{ab}	<0.05
	HMS	7.54±1.00 ^c	20.33±1.35 ^a	16.53±1.56 ^b	<0.05
	AÖM	51.11±0.27 ^a	31.78±2.77 ^b	54.14±0.38 ^a	<0.05
	NFC	46.44±0.60 ^a	23.71±1.20 ^b	40.98±1.70 ^a	<0.01
	HK	12.61±0.06 ^a	4.02±0.11 ^c	7.52±0.01 ^b	<0.001
	KT	0.64±0.05 ^a	0.27±0.03 ^b	0.21±0.01 ^b	<0.001
	KMT	3.66	-	-	
SKM	69.26	-	-		
NYD	196.81	-	-		

HP: Ham protein, HY: Ham yağ, HS: Ham selüloz, NDF: Nötür deterjan çözeltisinde çözünmeyen lifli bileşikler, ADF: Asit deterjan çözeltisinde çözünmeyen lifli bileşikler, ADL: Asit deterjan lignin, HMS: Hemiselüloz, AÖM: Azotsuz öz madde, NFC: Lif içermeyen karbonhidrat, HK: Ham kül, KT: Kondanse tanen, KMT: Kuru madde tüketimi, SKM: Sindirilebilir kuru madde, NYD: Nispi yem değeri, Ort±SH: Ortalama±Standart hata.

^{a-c} : Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenen gruplar arası farklılıklar önemlidir.

Tablo II. *P. lanceolata* yaprağı, tohumu ve kavuzunun *in vitro* ruminal fermentasyon parametreleri

Parametre	<i>P. lanceolata</i>			P değeri
	Yaprak	Tohum	Kavuz	
	Ort±SH	Ort±SH	Ort±SH	
TGÜ	36.66±0.57 ^b	23.33±0.58 ^c	47.33±1.52 ^a	<0.001
ME	7.24±0.04 ^b	5.36±0.04 ^c	8.63±0.11 ^a	<0.001
NE _L	3.88±0.03 ^b	2.30±0.03 ^c	5.12±0.10 ^a	<0.001
OMS	47.47±0.28 ^b	35.61±0.28 ^c	55.68±0.74 ^a	<0.001
SCFA	0.80±0.01 ^b	0.51±0.01 ^c	1.04±0.02 ^a	<0.001

TGÜ: Toplam gaz üretimi (ml/0.2 g KM), ME: Metabolik enerji (MJ/kg KM), NE_L: Net enerji laktasyon (MJ/kg KM), OMS: Organik madde sindirimi (%), SCFA: kısa zincirli yağ asitleri (mmol/0.2 g KM), Ort±SH: Ortalama±Standart hata.

^{a-c} : Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenen gruplar arası farklılıklar önemlidir.

lı *Plantago* türlerinin yapraklarında HP düzeyini; *P. major* için % 18.61, *P. media* için % 22.96 ve *P. lanceolata* için % 15.82 olarak saptamıştır. Sunulan çalışmada bitkinin yapraklarının 196.81 olarak belirlenen NYD parametresi, Jeranyama ve Garcia (22)'e göre kaliteli yonca otu için bildirilen rakamdan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ancak kaba yem kalitesinin saptanmasında NYD sadece NDF ve ADF değerlerine göre hesaplandığından; içeriğindeki lignin oranı ve sindirim düzeyinin de (nispi kaba yem kalitesi) göz önüne alınması gerekmektedir.

Sunulan çalışmada *P. lanceolata* tohumlarının yaklaşık % 73 NDF, % 32 AÖM, % 24 NFC, % 3.4 HP ve % 4.2 HK, kavuzlarının ise yaklaşık % 56 NDF, % 54 AÖM, % 41 NFC, % 1.30 HP ve % 7.5 HK içerdiği belirlenmiştir. Marlett ve Fischer (26) ise sinir otu kavuzlarının %

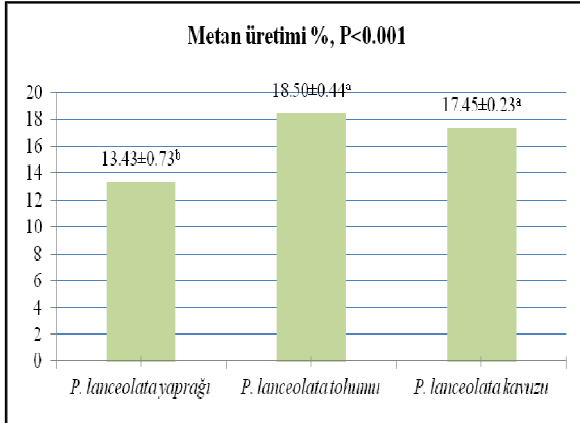
90.2 karbonhidrat, % 3.5 HP ve % 3.4 HK içerdiğini rapor etmişlerdir. Swanson ve ark. (27) köpek diyetlerinde kullanılan sinir otu tohumu+kavuzunun % 90 toplam diyetlik lif ve % 2.4 HP içerdiğini saptamışlardır. Çalışmalarda sinir otu türlerinin besin madde içeriğindeki farklılığın bitkinin vejetasyon dönemi ve varyetesi, toprağın besin madde içeriği ve stres faktörleri (sulama, tuzluluk gibi) gibi etkenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sinirotu türlerinin ruminant besleme açısından besin madde kompozisyonunun araştırıldığı çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Sunulan çalışmadan elde edilen bulgularla en azından İç Anadolu bölgesinde doğal olarak yetişen *P. lanceolata* yapraklarının yaklaşık % 13 HP ve % 33 NDF içeriği ile ruminant beslemede kullanılabilecek sıcak iklime uygun kaliteli bir kaba yem olabileceği söylenebilir. *P. lanceolata* yap-

Tablo III. *P. lanceolata*'nın besin madde içeriği ile *in vitro* sindirim parametreleri (*in vitro* gaz ve metan üretimi) arasındaki korelasyon (r)

	NDF	ADL	NFC	KT	TGÜ	MET
NDF	1	0.961**	-0.930**	-0.843*	-0.482	0.968**
ADL		1	-0.995**	-0.662	-0.705*	0.862*
NFC			1	0.586	0.770*	-0.809
KT				1	-0.065	-0.951**
TGÜ					1	-0.247
MET						1

NDF: Nötür deterjan fiber, ADL: Asit deterjan lignin, NFC: Lif olmayan karbonhidrat, KT: Kondanse tanen, TGÜ: *in vitro* toplam gaz üretimi, MET: *in vitro* metan üretimi.

*: Korelasyon $P < 0.05$ düzeyinde önemlidir. **: Korelasyon $P < 0.01$ düzeyinde önemlidir.



Grafik 1. *P. lanceolata* yaprağı, tohumu ve kavuzunun *in vitro* ruminal metan üretimi (Ortalama±Standart hata)

^{a-b}: Tukey Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenen gruplar arası farklılıklar önemlidir.

rağı dışında diğer kısımlarının da (tohum ve kavuz) besin madde kompozisyonu ortaya konulmuştur.

Yemlerdeki KT miktarı yemdeki besin maddelerinin değerlendirilmesi ve hayvanın performansı açısından önemlidir. Kondanse tanenlerin yemlerde düşük oranlarda bulunması protein-tanen kompleksi ile yemlerdeki proteinlerin belli miktarının by-pass nitelik kazanması açısından yararlıdır. Ancak % 5'in (KM'de) üzerinde tanen içeren yemlerde fazla düzeyde protein-tanen kompleksleri nedeniyle proteinlerin sindirimi olumsuz etkilenmektedir (28,29). Sunulan çalışmada ise *P. lanceolata* yapraklarının % 0.64, kavuzların % 0.21 ve tohumların da % 0.27 (KM'de) KT içerdiği saptanması karşın Jackson ve ark. (24) *P. lanceolata* otunda yaklaşık % 1.4 (KM'de) KT belirlemişlerdir. Çalışmamızda bu düzeydeki (2.5-10.0 g/kg KM) kondanse tanen içeriği ile *P. lanceolata* düşük düzeyde kondanse tanen içeren bitki olarak nitelendirilebilir (2). Kondanse tanenlerin % 2-3'ten düşük olmasının aminoasitlere by-pass nitelik kazandırması açısından faydalı olması yanında ruminal metan üretimini azaltması açısından da önemlidir (28,29). *In vitro* metan üretiminin *P. lanceolata* yaprağında kavuz ve tohumundan daha düşük saptanması yapraktaki KT içeriğinin diğer kısımlardan daha yüksek olması ile ilişkilendirilebilir. *In vitro* toplam gaz içindeki metan üretiminin % 13.43 olarak saptanması, *P. lanceolata* yaprağının düşük de olsa anti-metanojenik etkiye sahip olduğunu göstermektedir (30). Ancak *P. lanceolata* kavuzu ve tohumunun % 17.45-18.50 düzeyindeki metan üretimleri ile anti-

metanojenik bir faktör olarak nitelendirilmesi zordur. Çalışmada NDF ile KT arasında negatif yönlü bir korelasyon belirlenmesi, lif unsurları arttıkça yada olgulaştıkça bitkinin KT içeriğinin azalacağını göstermektedir. Önceki çalışma bulguları ile uyumlu olarak KT içeriği ile *in vitro* metan üretimi arasında negatif yönlü bir korelasyon saptanmıştır (31).

In vitro gaz üretimi yemin besin madde kompozisyonu (bitki hücre duvarı unsurları, nişasta, şeker gibi), gaz üretimini inhibe eden bileşiklerin bulunması (kondanse tanen, polietilen glikol), donör hayvanın rasyonuna, rumen sıvısının mikroflora ve mikrofaunası ile sağlanan *in vitro* fermentasyonun kalitesine göre değişmektedir (32,33). Çalışmada *P. lanceolata* tohumlarının yaprak ve kavuz kısımlarına göre daha düşük düzeyde *in vitro* gaz üretmesi; tohumların yüksek oranda bitki hücre duvarı unsuru ve düşük oranda kolay çözünebilir karbonhidrat içermesiyle ilişkilendirilebilir. Bu bulguları destekler şekilde gaz üretimi ile NFC arasında pozitif yönlü, ADL ile negatif yönlü bir korelasyon saptanmıştır. Gaz üretimiyle ilişkili olarak *in vitro* ME, NE_L, OMS ve SCFA düzeyleri de tohuma göre kavuz ve yapraklarda daha yüksek olarak belirlenmiştir. *Plantago* türlerinin ruminantlarda *in vitro* sindirimi konusunda çalışmaya rastlanmamıştır. Köpek diyetlerinde *plantago* tohum+kavuzunun *in vitro* sindiriminin araştırıldığı bir çalışmada OMS'nin % 35.4 (24.saatte) ve *in vitro* toplam gaz üretiminin 16.6 ml/0.2 g (organik madde'de) olduğu saptanmıştır (27). *P. lanceolata*'nın ruminant beslemede kaba yem kaynağı olarak düşünüldüğünde bitkinin önemli bir oranını oluşturan yaprak kısımlarındaki ME ve NE_L düzeyi ile sindirilebilirliğinin iyi düzeyde olması açısından üzerinde çalışılması gereken bir çayır otu olacağı görülmüştür.

P. lanceolata yapraklarının iyi düzeyde besin madde ve enerji içerdiği, sindirilebilirliğinin yüksek, kaba yem olarak lif içeriğinin ideal olduğu ve anti-metanojenik etkiye sahip olduğu sonucu çıkarılmıştır. Türkiye gibi sıcak iklime sahip ülkelerde yaz sonunda mera otlarının kuruduğu dönemde hala yeşil kalabilen bu bitkinin merada otlayan hayvanlar için de kaliteli bir kaba yem olabileceği sonucu çıkarılmış ve farklı bitki gelişim dönemlerinde de (vejetatif, çiçeklenme ve tohum bağlama gibi) kaba yem kalitesinin incelenmesi gerektiği kanısına varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Stewart AV. Plantain (*Plantago lanceolata*) - a

- potential pasture species. Proc N Z Grassl Assoc 1996; 58: 77-86.
- Ramirez-Restrepo CA, Barry TN. Alternative temperate forages containing secondary compounds for improving sustainable productivity in grazing ruminants. Anim Feed Sci Tech 2005; 120: 179-201.
 - Marchesan M, Paper DH, Hose S, Franz G. Investigation of the anti-inflammatory activity of liquid extracts of *Plantago lanceolata* L. Phytoth Res 1998; 12: 33-4.
 - Samuelsen AB. The traditional uses, chemical constituents and biological activities of *Plantago major* L. A review. J Ethnopharm 2000; 71: 1-21.
 - Velasco-Lezama R, Tapia-Aguilara R, Roman-Ramos R, Vega-Avilaa E, Perez-Gutierrez S. Effect of *Plantago major* on cell proliferation *in vitro*. J Ethnopharm 2006; 103: 36-42.
 - Fons F, Rapior S, Gargadennec A, Andary C, Bessiere JM. Volatile components of *Plantago lanceolata* (*Plantaginaceae*). Acta Bot Gallica 1998; 145: 265-9.
 - Hammock PD, Freeman DE, Baker GJ. Failure of psyllium mucilloid to hasten evaluation of sand from the equine large intestine. Vet Surg 1998; 27: 547-54.
 - Washington N, Harris M, Mussellwhite A, Spiller RC. Moderation of lactulose-induced diarrhoea by psyllium: effects on motility and fermentation. Am J Clin Nutr 1998; 67: 317-21.
 - Fischer MH, Yu N, Gray GR, Ralph J, Anderson L, Marlett JA. The gel-forming polysaccharide of psyllium husk (*Plantago ovata* Forsk). Carbohydr Res 2004; 339: 2009-17.
 - Hotwagner K, Iben C. Evaluation of sand from the equine intestine with mineral oil, with and without psyllium. J Anim Physiol Anim Nutr (Berl) 2008; 92(1): 86-91.
 - Cannon SJ. Effects of Psyllium in Milk Replacers for Neonatal Dairy Calves. Master Thesis. University of Illinois at Urbana-Champaign, 2009.
 - AOAC. Association of Official Analytical Chemists, Official methods of analysis (15th ed.). Inc., Arlington, Virginia, USA, 1990; pp 69-90.
 - Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J Dairy Sci 1991; 74: 3583-97.
 - Makkar HPS, Blümmel M, Becker K. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and their implication in gas production and true digestibility *in vitro* techniques. Br J Nutr 1995; 73: 897-913.
 - Menke HH, Steingass H. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. Anim Res Develop 1988; 28: 7-55.
 - Kara K, Aktuğ E, Çağrı A, Güçlü BK, Baytok E. Formik asitin *in vitro* fermentasyonu ve metan üretimine etkisi. Türk Tar Gıda Bilim Tek Derg 2015; 3: 856-60.
 - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th Revised Edition, Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture and Natural Resources, National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C., 2001; pp 34-43.
 - Menke KH, Raab L, Salewski A, Steingass H, Fritz D, Schneider W. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor. J Agr Sci 1979; 93: 217-22.
 - Blümmel M, Steingass H, Becker K. The relationship 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. Br J Nutr 1997; 77: 911-21.
 - Blümmel M, Orskov ER. Comparison of *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughage in predicting feed intake in cattle. Anim Feed Sci Tech 1993; 40: 109-119.
 - Makkar HPS. *In vitro* gas methods for evaluation of feeds containing phytochemicals. Anim Feed Sci Tech 2005; 123: 291-302.
 - Jeranyama P, Garcia AD. Understanding relative feed value (RFV) and relative forage quality (RFQ). Collage of Agriculture & Biological Sciences. South Dakota State University, South Dakota-USA, 2004; pp 1-3.
 - Deaker JM, Young MJ, Fraser TJ, Rowarth JS. Carcass, liver and kidney characteristics of lambs grazing plantain (*Plantago lanceolata*), chicory (*Cichorium intybus*), white clover (*Trifolium repens*) or perennial ryegrass (*Lolium perenne*). Proc New Zeal Soc Anim Prod 1994; 54: 197-200.
 - Jackson FS, McNabb WC, Barry TN, Fooc YL, Jason P. The condensed tannin content of a range of subtropical and temperate forages and the reactivity of condensed tannin with ribulose- 1.5-bis-phosphate carboxylase (rubisco) protein. J Sci Food Agric 1996; 12: 483-92.
 - Guil-Guerrero JL. Nutritional composition of *Plantago* species (*P. major* L., *P. lanceolata* L., and *P. media* L.). Ecol Food Nutr 2001; 40: 481-95.
 - Marlett JA, Fischer MH. The active fraction of psyllium seed husk. Proc Nutr Soc 2003; 62: 207-9.
 - Swanson KS, Grieshop CM, Clapper GM, Shields RG, Belay T, Merchen NR, Fahey G C. Fruit and vegetable fiber fermentation by gut microflora from canines. J Anim Sci 2001; 79: 919-926.
 - Barry TN. Secondary compounds of forages. In, Hacker JB, Ternouth JH (Eds): Nutrition of Herbivores. Academic Press, Sydney, Australia, 1987; pp 91-120.
 - Kumar R, Singh M. Tannins: Their adverse role in ruminant nutrition. J Agric Food Chem 1984; 32: 447-53.
 - Lopez S, Makkar HPS, Soliva CR. 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, 2010; pp191-231.

31. Kara K, Güçlü BK, Baytok E. Comparison of nutrient composition and anti-methanogenic properties in different rosaceae species. *J Anim Feed Sci* 2015; 24: 308-14.
32. Johnson KA, Johnson DE. Methane emissions from cattle. *J Anim Sci* 1995; 73: 2483-92.
33. Hook SE, Wright ADG, McBride BW. Methanogens: methane producers of the rumen and mitigation strategies. *Archaea* 2010; 1: 1-11.

