

Buğday Samanının *In Vitro* Sindirilebilirlikleri ve Metan Üretimi Üzerine Farklı Kinoa (*Chenopodium Quinoa*) Tohumlarının Etkisi

Effect of Different Seeds of Quinoa (*Chenopodium quinoa*) on Methane Production and *In Vitro* Digestibility of Wheat Straw

Ünal KILIÇ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Zootečni Bölümü
Samsun-Türkiye
E-mail: unalk@omu.edu.tr

Furkan KÖYLÜ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Zootečni Bölümü
Samsun-Türkiye

Özet—Bu çalışmada buğday samanlarına iki farklı kinoa tohumunun, farklı dozlarda ilavesinin besin madde içerikleri, *in vitro* sindirilebilirlikleri ve metan üretimi üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada, kontrol grubu (%100 buğday samanı) ile buğday samanına %1, %3 ve %5 oranında beyaz kinoa (BİN) ve kırmızı kinoa (KİN) tohumları katılarak 6 farklı muamele grubu (toplamda 7 grup) oluşturulmuştur. Yemlerin gaz üretimlerinin belirlenmesinde Hohenheim gaz tekniği, gerçek sindirilebilirliklerin (IVGS) belirlenmesinde ise Daisy inkübatör kullanılmıştır. Elde edilen veriler tek yönlü varyans analizi ile test edilmiş, önemli çıkan değişkenler için Duncan çoklu karşılaştırma testinden yararlanılmıştır. Çalışmadaki bulgulara göre, BİN (%16.54 KM) ham protein (HP) bakımından KİN'den (%14.39 KM) daha yüksek değer gösterirken; KİN ise (%6.93 KM) HY içeriği bakımından BİN'den (%5.33 KM) daha yüksek değere sahip olduğu görülmüştür ($P<0.05$). Kinoa tohumlarının besin madde içerikleri bakımından yüksek HP, düşük tanen, düşük selüloz ve NDF içerikleri dolayısıyla hayvan beslemede kullanılabilecek potansiyele sahip oldukları görülmektedir. Ancak kırmızı kinoa tohumlarının beyaz kinoa tohumlarına kıyasla daha yüksek tanen içermesi dolayısıyla daha düşük IVGS değerleri gösterdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, *in vitro* gaz üretimleri ve diğer parametreler bakımından muameleler içerisinde samana %3 ve %5 oranında kırmızı kinoa ilavesinin diğer muamelelerden daha iyi sonuçlar verdiği ve samanlara kinoa ilavesinde bu oranların kullanılması önerilmektedir.

Abstract—This study investigated the effects of adding two different quinoa seeds to wheat straw at different doses on their nutrient content, *in vitro* digestibility, and methane production. In the study, a control group (100% wheat straw) and 6 different treatment groups, 3 groups for red quinoa (KİN) seeds and 3 groups for white quinoa (BİN) seeds were formed by adding quinoa seeds

to wheat straw at the rate of 1%, 3%, and 5%. Hohenheim gas technique was used to determine the feed's gas production, and the Daisy incubator was used to determine the real digestibility (IVGS). The obtained data were analyzed with a one-way ANOVA test, and Duncan's multiple comparison test was used to assess the significant differences among the treatments. According to the findings of the study, BİN (16.54% KM) showed a higher value in crude protein (HP) than KİN (14.39% KM), KİN (6.93% KM) was found to have a higher value than BİN (5.33% KM) in terms of HY content ($P<0.05$). It is seen that quinoa seeds have the potential to be used in animal nutrition due to their high HP, low tannin, low cellulose, and NDF contents in terms of nutrient content. However, it was determined that red quinoa seeds showed lower IVGS values due to higher tannin content compared to white quinoa seeds. As a result, it is thought that the addition of 3% and 5% red quinoa to straw gives better results than other treatments in terms of *in vitro* gas production and other parameters, and these ratios can be used in adding quinoa to straw.

Anahtar kelimeler— Buğday samanı, kinoa, *in vitro* gaz üretimi, metan, sindirilebilirlik

Keywords— Wheat straw, quinoa, *in vitro* gas production, methane, digestibility.

I. GİRİŞ

Hayvan yetiştiriciliğinde yem maliyeti hayvansal ürünlerin fiyatı üzerine etkili en önemli faktörlerin başında yer almaktadır. Bu bağlamda hayvan beslemede kullanılan yemlerin besleme değerinin yüksek olması yanında düşük maliyetli olması arzu edilmektedir. Günümüzde hayvan beslemede yaygın olarak kullanılan kaba yem kaynağı tahıl hasat artıkları olarak bilinen samanlardır ve kolay temin edilebilmeleri ve fiyatları diğer kaba yem kaynaklarına göre daha

ekonomik olduğu için tercih edilmektedirler. Ancak samanlar genellikle düşük protein ve enerji içeriğine sahip olup, yüksek selüloz içermektedir. Ayrıca, samanlar hacimli yemler olduklarından hayvanlarda tokluk hissi sağlaması bakımından dolgu maddesi olarak önem taşımaktadırlar [1]. Samanların ayrıca sera gazı üretimine katkılarının da yüksek olduğu bilinmektedir [2], böylece hem yem enerjisinin israf olduğu hem de çevresel açıdan küresel ısınmaya daha çok katkı sağlamaktadırlar. Bu nedenle samanların hem besleme değerlerinin artırılması hem de sera gazı üretimine etkilerinin azaltılması açısından samanların besleme değerlerinin artırılması için bazı yem hammaddeleri ilavesi, peletleme vb. uygulamalar yapılmaktadır [3, 4].

Hayvan beslemede ayrıca yem kaynağı olarak kullanılabilecek alternatifler üzerinde de durulmaktadır. Bazı dönemlerde insan tüketimi için üretilen gıda kaynaklarının farklı sebeplerden dolayı tüketilmemesi ya da üretim fazlalığı gibi durumlarda hayvan beslemede değerlendirildiği görülmektedir. Böylece söz konusu ürünler ekonomiye kazandırılmış olmakta ve aynı zamanda hayvan beslemeciler için alternatif oluşturabilmektedir. Bunlarda bir tanesi de Kinoa bitkisi tohumlarıdır. Kinoa (*Chenopodium quinoa*) And dağlarının bitkisi olarak bilinmekte olup, Kazayağıgiller (*Chenopodiaceae*) familyasından tek yıllık bir bitkidir. Kinoa son yıllarda insan gıdası olarak kullanılmasının yanında hayvan beslemede de kullanılmaktadır. Kinoa tohumunun yüksek besleme özelliğinden dolayı bazı uzmanlarca dünyadaki açlık sorununa çare olabilecek bir ürün olarak değerlendirilmektedir. Küresel olarak kinoaya dikkat çekmek amacıyla Birleşmiş Milletler, 2013 yılını Uluslararası Kinoa Yılı ilan etmiştir. Kinoa; otsu bir bitkidir, 40-150 cm arasında boyolanabilmekte [5, 6] ve her türlü toprak koşullarına uyum sağlayabilmektedir. Kinoa kurağa, dona ve tuzluluğa, hastalık ve zararlılara karşı yüksek düzeyde direnç göstermektedir [7]. Bu üstün özelliklerinden dolayı ülkemizde düşük verimli ve geleneksel üretim yapılmaya müsait olmayan tarım alanlarında bile yetiştirilme potansiyeline sahiptir. Genellikle tohumu için yetiştirilmesine rağmen, kaba yem olarak otu için de yetiştirilebilmektedir [8]. Ülkemizde Kayseri, Sivas, Samsun ve Bilecik'te yetiştirildiği görülmüştür.

Kinoa taneleri ve ürünleri, gluten içermediği için karabuğday ve amarant gibi tahıl benzeri (pseudo-cereal) gruba dahil edilmektedir. Gerek insan, gerekse hayvan beslenmesinde önemli yeri olan protein, lif, esansiyel yağ asitleri, mineraller, vitaminler ve biyoaktif bileşenlerce zengindir. Kinoanın iyi bir enerji kaynağı olması, kinoayı yaygın olarak kullanılan diğer tahıl çeşitlerinden farklı kılmaktadır [6, 9, 10]. Esansiyel aminoasitleri oldukça dengeli bir oranda içeren kinoa, protein kalitesi bakımından da süt proteinine yakın değerdir [11, 12].

Filik ve ark. [13] Kinoa bitkisi saplarının buğday samanına göre ham protein, ham yağ ve metabolize edilebilir enerji bakımından daha yüksek değerler gösterdiğini bildirmiştir. Valencia-Chamorro [9] ise kinoa tohumlarının ham protein içeriklerinin ortalama

%16 ve ham yağ içeriklerinin %6.3 olduğu; arpa, buğday, mısır, çeltik, çavdar gibi tahıllardan yüksek değer gösterdiğini bildirmektedir. Kinoa çeşit farklılığına bağlı olmak üzere farklı besin madde bileşimine sahip olabilmektedir. Ham protein içeriği % 8- 22 arasında değişebilmektedir [9, 14]. Kinoa'da proteinlerin çoğunluğunu albumin ve globulin oluşturmaktadır [12; 15] olup, genel olarak tahıllarda düşük miktarlarda bulunan lisince oldukça zengin oldukları; ayrıca, önemli miktarda da metiyonin ve sistein içerdikleri görülmektedir. Bu bakımdan kinoa düşük metiyonin ve sistein içeriğine sahip birçok baklagilin iyi bir tamamlayıcısıdır [14, 16, 17].

Kinoanın karbonhidrat içeriği, kuru maddede % 67- 74 arasında değiştiği [9, 14], karbonhidrat içeriğinin çoğunluğunu nişastanın (% 58.1- 64.2) oluşturduğu bildirilmektedir [18, 19, 20]. Besinsel üstünlükleri açısından oldukça dikkat çeken kinoa'nın bazı antibesinsel özelliklere sahip olduğu da bilinmektedir. Özellikle saponinler ve fitik asit bu anti-besinsel faktörlerin başında gelmektedir. Ayrıca tripsin inhibitörlerinde (1.36- 5.04 TIU/mg) mevcuttur. Fakat ısıtma ve ıslatma işlemleri sonucunda bu bileşenler inaktif olabilmektedir [6, 9]. Kinoanın (tüm tanesi) saponin içeriği % 0.03- 2.05 arasındadır [21, 22, 23, 24]. Fakat bu oran soyadan daha düşüktür [15]. Bu bakımdan kinoanın belli oranlarda samanlara ilavesi sonrasında ruminantlarda enterik metan üretimini azaltacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı son zamanlarda ülkemizde de üretilmeye başlayan kinoa bitkisi tohumlarının yem değerini belirlemek ve saman gibi düşük kalitedeki kaba yemlere belli oranlarda ilave edilerek samanların yem değerini, sindirilebilirliğini artırmak ve düşük kaliteli kaba yem tüketiminden kaynaklanan metan üretiminin azaltılmasına katkıda bulunmaktır. Bu çalışmanın hipotenizi kinoa tohumlarının yüksek protein ve ham yağ içerikleri ile fenolik bileşenler (saponin vb.) içerikleri dolayısıyla samanların *in vitro* gaz üretimlerini azaltacağı [12] ve samanların besleme değeri ile sindirilebilirliklerini artıracığı kurgusu oluşturmaktadır.

II. MATERYAL VE METOT

A. Yem Materyali ve Rumen Sıvısının Temini

Çalışmada; Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nden temin edilen buğday samanı ile piyasadan temin edilen kırmızı ve beyaz kinoa tohumları kullanılmıştır. *In vitro* gaz üretim tekniği ve *in vitro* gerçek sindirilebilirliklerin belirlenmesinde kullanılan rumen sıvısı, Samsun ili, Atakum ilçesinde faaliyet gösteren bir mezbahane kesilen rumen gelişimini tamamlamış, 24 aylık yaşlarda, 600-700 kg canlı ağırlıkta olan, SimmentalxHolstein melezi sağlıklı 2 baş tosunun rumeninden, 38-40°C'deki termosların içine süzgeçlerle süzülerek alınmış, *in vitro* sindirilebilirlik çalışmasında kullanmak için bir avuç katı rumen içeriği de ilave edilmiş ve 20-25 dakika içerisinde laboratuvara taşınmıştır. Kullanılan rumen sıvısı pH

değeri Hanna model dijital pH metrede 5.61-6.18 olarak ölçülmüştür.

B. Muamelelerin Hazırlanması

Çalışmada buğday samanına 3 farklı dozda beyaz ve kırmızı kinoa tohumları katılmıştır. Çalışmada kontrol grubu ortak kullanılmış olup, her bir kinoa tohumu için %1, %3 ve %5 dozları kullanılarak samana homojen şekilde karıştırılmıştır. Denemede toplam 6 muamele ve 1 kontrol olmak üzere 7 farklı grup oluşturulmuştur (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çalışmada oluşturulan deneme grupları

Gruplar	Saman, %	KKİN, %	BKİN, %
KONTROL	100	-	-
KİN1	99	1	-
KİN3	97	3	-
KİN5	95	5	-
BİN1	99	-	1
BİN3	97	-	3
BİN5	95	-	5

KKİN: Kırmızı Kinoa Tohumu, BKİN: Beyaz Kinoa Tohumu

C. Besin Madde Analizleri

Denemede kullanılan bütün yemler 1 mm elekten geçecek şekilde öğütüldükten sonra; kuru madde (KM), ham protein (HP) ve ham kül (HK) analizleri AOAC [25]'nin bildirdiği gibi, asit çözücülerde çözünmeyen lifli maddeler (ADF) ve nötr çözücülerde çözünmeyen lifli maddeler (NDF), asit çözücülerde çözünmeyen lignin (ADL) analizleri Van Soest ve ark. [26]'in bildirdiği gibi, ham yağ (HY) analizi ise Ankom XT15 Extraction System cihazı kullanılarak AOCS [27] tarafından belirtildiği gibi belirlenmiştir. Organik maddeler (OM), selüloz ve hemiselüloz değerleri ise hesaplama yoluyla belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan kinoa tohumlarında kondanse tanen (KT) analizleri ise Makkar ve ark. [28]'nin bildirdiği metoda göre yapılmıştır. Bütün kimyasal analizler 3 paralelli olarak yürütülmüştür.

D. İn Vitro Gaz Üretim Tekniği

Yemlerin *in vitro* gaz üretim miktarlarının belirlenmesinde Hohenheim gaz testi modifiye edilerek uygulanmıştır [29-31]. Yem örnekleri 1 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülerek yaklaşık 250mg havada kuru yem maddesi (200 mg KM) tartılarak 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 ve 96 saatlik inkübasyonlar için gaz üretimleri belirlenmiş ve çalışma sonunda gaz üretimleri ml/ 200 mg KM olarak ayarlanmış ve hem köre göre (örneksiz rumen sıvısı+tampon karışımı) hem de standart yonca kuru otuna göre yemlerin gaz üretimleri standardize edilmiştir.

E. Metan Ölçümü

Deneme gruplarına ait metan üretim miktarlarının belirlenmesinde infrared metan analizörü (Sensor Europa GmbH, Erkrath, Germany model) kullanılmıştır [32]. Metan miktarının belirlenmesi, *in vitro* gaz üretim tekniğinde 24 saatlik gaz üretiminin okunmasından sonra, enjektörlerde kalan gazlar metan analizörüne alınarak, metan üretimi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Metan üretimi (mL) = Toplam gaz üretimi (mL) X metanın yüzdesi (%)

F. Gerçek Besin Madde Sindirilebilirliğinin Belirlenmesi

Yemlerin *in vitro* besin madde sindirilebilirlikleri Ankom Daisy^{II} Inkübatör D 220 ile belirlenmiştir [33]. Çalışmada *in vitro* gaz üretim tekniğinde de kullanılan aynı hayvanlardan temin edilen rumen sıvıları kullanılmıştır. Daisy inkübatör birbirinden bağımsız dört adet kavanozdan ibaret olup, bu kavanozlar *in vitro* çalışmada yapay rumen görevi görmüştür. Daisy inkübatörde her bir kavanoza 25, toplam 100 adet torba konularak, 48 saat süreyle yerleştirilmiştir. Daisy inkübatörde bütün yemler 5 paralelli olarak test edilmiştir. Inkübasyon sonrasında torbalarda kalan numunelerde NDF analizleri yapılmış ve yemlerin *in vitro* Gerçek Besin Madde Sindirilebilirlikleri (IVGS) aşağıdaki formül uygulanarak hesaplanmıştır.

$$\%IVGS = 100 - ((W3 - (W1 \times C1)) \times 100) / W2$$

Burada; W1: F57 torbalarının darası, W2: Kuru örnekteki NDF miktarı, W3: Inkübasyon sonunda torbada kalan NDF miktarı, C1: Kör ağırlığı (inkübasyondan çıkartılıp etüvde kurutulduktan sonraki boş torba ağırlığı/orijinal torba ağırlığı)

G. İstatistiksel Analizler

Çalışmada elde edilen veriler homojenlik testi (Levene) ile değerlendirilmiş ve varyansların homojen olduğu görülmüştür ($P > 0.05$). Kolmogorov-Smirnov testi uygulanarak normallik varsayımı incelenmiş, verilerin normal olarak dağıldığı belirlenmiştir ($P > 0.05$). Çalışmada elde edilen veriler tek yönlü varyans analizine tabi turulmuş, önemli çıkan değişkenler için Duncan çoklu karşılaştırma testinden faydalanılmıştır.

III. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada kinoa tohumları, saman ve bunlardan yapılan muamelelere göre *in vitro* gaz üretimleri besin madde içerikleri ve *in vitro* gerçek sindirilebilirlikleri hesaplanmış ve çizelgelerde sunulmuştur. Çizelge 2'de yemlerdeki besin madde içerikleri görülmektedir.

Çizelge 2. Denemede kullanılan yemlere ait besin madde içerikleri ve hücre duvarı yapı elemanları, % (KM'de)

Yemler	KM*	OM	HK	HP	HY	KT	NDF	ADF	ADL	HSEL	SEL
Saman	90.69± 0.01 ^a	92.73± 0.03 ^b	7.27± 0.03 ^a	7.78± 0.26 ^c	0.63± 0.28 ^c	---	78.01± 0.40 ^a	44.25± 0.29 ^a	5.14± 0.07 ^a	33.76± 0.19 ^a	39.11± 0.23 ^a
BİN	88.85± 0.03 ^b	97.37± 0.003 ^a	2.63± 0.003 ^b	16.54± 0.45 ^a	5.33± 0.37 ^b	0.08± 0.01 ^b	8.97± 1.46 ^b	2.20± 0.04 ^c	0.75± 0.04 ^c	6.77± 1.42 ^b	1.45± 0.002 ^c
KİN	88.84± 0.01 ^b	97.39± 0.01 ^a	2.61± 0.01 ^b	14.39± 0.48 ^b	6.93± 0.07 ^a	0.72± 0.08 ^a	15.26± 3.61 ^b	5.90± 0.07 ^b	3.16± 0.03 ^b	9.36± 3.59 ^b	2.74± 0.04 ^b
ÖD	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

BİN: Beyaz Kinoa Tohumu, KİN: Kırmızı Kinoa Tohumu, KM*: Kuru madde (havada kuru), OM: Organik madde, HK: Ham kül, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, KT: Kondense tanen, NDF: Nötr çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler, ADF: Asit çözücülerde çözünmeyen lifli bileşikler, ADL: Asit çözücülerde çözünmeyen lignin, HSEL: Hemiselüloz, SEL: Selüloz, P<0.01; a,b... aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir.

Yemlerin kondense tanen içeriklerinin %5-10 düzeyinde olması durumunda hayvanların yem tüketimini azalttığı, performansı olumsuz etkilediği ve toksik etkilere neden olabildiği bilinmektedir [34]. Bu çalışmada kinoa tohumlarında belirlenen tanen içeriklerinin (%0.08-0.72) belirtilen sınırların çok altında olması dolayısıyla kinoa ilavesinin yem tüketimini olumsuz etkilemeyeceği söylenebilir. Nitekim kinoa kullanım miktarları %1, 3 ve 5 oranında olacağı için söz konusu KT içeriklerinin olumsuz etkisi olmayacağı açıktır.

Besin madde içerikleri bakımından kinoaalarda samandan daha yüksek HP içeriklerinin bulunması tek başına saman kullanımına göre karmadaki HP içeriğini artırıcı etki gösterecek düzeydedir. Ayrıca, kinoların yapısındaki ADF ve NDF içerikleri de sindirilebilirliği ve yem tüketimini artırıcı rol üstlenmiştir. Bu durumlar kaba yem değerini olumlu etkileyecek özelliklere sahip olduğunu göstermektedir [1]. Genel olarak tahıllara kıyasla kinoa tohumlarının daha besleyici değere sahip

oldukları, yüksek miktarda doymamış yağ asitleri ve esansiyel aminoasit içerikleri ile mineral madde ve vitamin içerikleri bakımından da zengin oldukları bilinmekte olup [35] bu bakımdan hayvan beslemede önemli avantajlara sahip olacağı değerlendirilmektedir.

Denemede kullanılan yemlere ait zamana bağlı *in vitro* gaz üretimleri Çizelge 3'te, *in vitro* gaz üretim parametreleri, yemlerin 24 saatlik inkübasyonu sonrasında ölçülen metan miktarları, organik maddeler sindirilebilirlikleri ile enerji değerleri ise Çizelge 4'te verilmiştir. Çizelge 3'ün incelenmesinden görüldüğü gibi 24 ve 48 saatlik inkübasyonlar sonrasında kırmızı kinoa tohumu ilavesinin beyaz kinoa tohumlarına kıyasla daha yüksek gaz üretimine neden oldukları ve KİN3 ve KİN5 muamelelerinde KİN1'e kıyasla daha yüksek değerler elde edildiği belirlenmiştir (P<0.05).

Çizelge 3. Kinoa - Buğday samanı muamelelerine ait *in vitro* gaz üretimi (ml/200mg KM) ve 96 saatlik inkübasyon sonrası pH

Yemler	İnkübasyon Süreleri, saat								pH
	3	6	9	12	24	48	72	96	
SAMAN	2.74± 0.75	3.49± 0.58	4.83± 0.66ab	5.58± 0.59ab	11.90± 0.78ab	21.01± 1.55ab	27.76± 1.81	31.40± 0.71abc	6.73± 0.003c
BİN1	2.54± 0.56	3.29± 0.77	4.21± 0.64ab	5.83± 1.10ab	8.11± 0.99b	17.08± 1.09b	23.68± 1.22	28.22± 1.4bc	6.76± 0.02bc
BİN3	2.78± 0.77	3.97± 0.80	5.11± 0.80ab	6.31± 1.23ab	11.86± 1.88ab	22.83± 1.33a	29.89± 1.59	35.97± 1.97ab	6.78± 0.003bc
BİN5	2.34± 0.89	3.32± 1.24	4.89± 1.4ab	5.87± 1.69ab	11.40± 2.08ab	21.92± 2.94ab	27.03± 4.15	28.53± 2.89bc	6.80± 0.02ab
KİN1	2.11± 0.64	2.43± 0.63	3.57± 0.63b	4.54± 0.62b	8.98± 1.15b	16.87± 1.89b	22.83± 2.28	26.93± 3.05c	6.85± 0.02a
KİN3	3.86± 0.23	4.40± 0.39	6.41± 0.59a	7.83± 0.66ab	13.80± 0.45a	23.03± 0.37a	29.01± 0.89	33.57± 0.99abc	6.80± 0.02ab
KİN5	3.17± 0.43	4.14± 0.43	6.12± 0.37ab	7.95± 0.41a	14.71± 1.38a	23.41± 1.69a	31.68± 3.57	38.13± 4.29a	6.77± 0.01bc
ÖD	0.580	0.588	0.213	0.240	0.040	0.064	0.199	0.047	0.003

BİN1: Beyaz kinoa tohumu %1, BİN3: beyaz kinoa tohumu %3, BİN5: Beyaz kinoa tohumu %5, KİN1: Kırmızı kinoa tohumu %1, KİN3: Kırmızı kinoa tohumu %3, KİN5: Kırmızı kinoa tohumu %5, P<0.05; a,b... aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. ÖD: Önem Düzeyi

Çizelge III. Deneme yemlerine ait gaz üretim parametreleri, metan üretimi, OMS, ME ve NE_L içerikleri ve İVGS

Yemler	c, ml/saat	a+b, ml	Metan, %	OMS, %	ME, Kkal/kg KM	NE _L , Kkal/kg KM	IVGS, %
SAMAN	0.01± 0.004	49.5± 6.11	1.76± 0.28 ^{ab}	33.68± 0.67 ^{ab}	4.26± 0.11 ^{ab}	1.67± 0.08 ^{ab}	35.35± 1.12 ^c
BİN1	0.01± 0.002	80.17± 29.58	0.74± 0.32 ^b	30.31± 0.88 ^b	3.75± 0.13 ^b	1.29± 0.1 ^b	34.32± 1.43 ^c
BİN3	0.01± 0.001	63.28± 2.89	1.75± 0.54 ^{ab}	33.64± 1.69 ^{ab}	4.26± 0.26 ^{ab}	1.66± 0.19 ^{ab}	38.03± 1.04 ^c
BİN5	0.02± 0.003	36.97± 4.56	1.62± 0.62 ^{ab}	33.24± 1.85 ^{ab}	4.20± 0.28 ^{ab}	1.62± 0.21 ^{ab}	38.45± 2.30 ^c
KİN1	0.01± 0.001	48.05± 7.73	0.95± 0.32 ^b	31.08± 1.03 ^b	3.87± 0.16 ^b	1.37± 0.12 ^b	37.09± 0.98 ^c
KİN3	0.01± 0.001	45.35± 3.11	2.54± 0.09 ^a	35.37± 0.41 ^a	4.52± 0.06 ^a	1.86± 0.05 ^a	38.61± 2.32 ^c
KİN5	0.01± 0.002	69.55± 22.37	2.59± 0.40 ^a	36.19± 1.22 ^a	4.65± 0.19 ^a	1.95± 0.14 ^a	36.95± 1.50 ^c
BİN	-	-	-	-	-	-	84.96± 0.44 ^a
KİN	-	-	-	-	-	-	75.21± 2.10 ^b
ÖD	0.071	0.419	0.039	0.040	0.040	0.040	0.000

BİN: Beyaz kinoa tohumu %100, BİN1: Beyaz kinoa tohumu %1, BİN3: beyaz kinoa tohumu %3, BİN5: Beyaz kinoa tohumu %5, KİN: Kırmızı kinoa tohumu %100, KİN1: Kırmızı kinoa tohumu %1, KİN3: Kırmızı kinoa tohumu %3, KİN5: Kırmızı kinoa tohumu %5, c: Gaz üretim hızı, a+b: Toplam gaz üretimi. OMS: Organik maddeler sindirilebilirliği. ME: Metabolize edilebilir enerji. NE_L: Net enerji laktasyon, IVGS: *İn vitro* gerçek sindirilebilirlik. P<0.05;a,b... aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. ÖD: Önem Düzeyi

Ancak, kontrol grubuna kıyasla bu muameleler arasındaki rakamsal farklılıklar önemli bulunmamıştır (P>0.05). Denemede 96 saatlik inkübasyon sonrası belirlenen pH değeri bakımından da bütün muamelelerde *in vitro* çalışmada önem taşıyan inkübasyonlar sonrasında kalan tamponun tükenme tehlikesinin olmadığı görülmüş ve *in vitro* gaz üretim çalışmasının bu bakımdan güvenilir olduğu söylenebilir.

Çizelge 4'ün incelenmesinde *in vitro* gaz üretim parametreleri a+b ve c değerleri bakımından muameleler arasındaki farklılık önemsiz olmuştur (P>0.05). Muamelelerin metan üretimi, organik maddeler sindirilebilirliği (OMS), metabolize edilebilir enerji (ME) ve net enerji laktasyon (NEL) içerikleri bakımından KİN3 ve KİN5 rakamsal olarak en yüksek değerleri göstermiş olup, bu muamelelerle BİN1 ve KİN1 arasında önemli farklılıklar görülmüştür (P<0.05). Diğer muamelelerle KİN3 ve KİN5 arasında metan, OMS, ME ve NEL içerikleri arasındaki farklılıklar ise istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Denemede kullanılan yemlerin *in vitro* Daisy inkübatörde belirlenen İVGS değerleri Çizelge 4'te görülmektedir. Buna göre buğday samanı ve buğday samanına farklı oranlarda ilave edilen BİN ve KİN'li muameleler arasında İVGS bakımından istatistiki farklılık görülmemiş (P>0.05) ancak, tek başına KİN ve BİN için belirlenen İVGS değerleri bu muamelelerden daha yüksek değerler göstermiştir (P<0.05). Bununla birlikte, en yüksek sindirilebilirlik BİN (%84.96) tohumlarında görülmüş, KİN tohumlarında ise (%75.21) sindirilebilirlik değeri belirlenmiştir. Kırmızı

kinoa tohumlarının beyaz kinoa tohumlarına kıyasla daha yüksek tanen içermesi dolayısıyla daha düşük İVGS değerleri gösterdiği düşünülmektedir.

IV. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada elde edilen bulgulara göre, ülkemizde de üretimi yapılan kinoa tohumlarının yüksek HP, düşük tanen, düşük selüloz ve NDF içerikleri dolayısıyla hayvan beslemede kullanılabilecek bir potansiyele sahip oldukları görülmüştür. Bununla birlikte kırmızı kinoa tohumlarının beyaz kinoa tohumlarına kıyasla daha yüksek tanen içermesi dolayısıyla daha düşük İVGS değerleri gösterdiği belirlenmiştir.

Çalışmada farklı kinoa tohumlarının farklı besin madde içerikleri ve farklı sindirilebilirlik değerlerine sahip olabilecekleri görülmüştür. Sonuç olarak, *in vitro* gaz üretimleri ve diğer parametreler bakımından muameleler içerisinde KİN3 ve KİN5 muamelesinin diğer muamelelerden üstün olduğu ve samanlara kinoa ilavesinde bu oranların kullanılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca kinoa bitkisi tohumlarının hasatından sonra artı kalan saplarının da (saman) hayvan beslemede kullanılabilirliği üzerinde çalışmalar yapılması önerilmektedir.

V. KAYNAKLAR

- [1] Kutlu H.R., Çelik L. 2014. Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Genel Yayın No:266, Ders Kitapları, Adana.
- [2] Kılıç, Ü., Mohamoud Abdi, A. 2016. Alternatif Kaba Yem Kaynağı Olarak Şarapçılık Endüstrisi Üzüm Atıklarının İn Vitro Gerçek Sindirilebilirlikleri ve Nispi Yem Değerlerinin Belirlenmesi. Kafkas Univ Vet Fak Derg 22 (6): 895-901, DOI: 10.9775/kvfd.2016.15617.
- [3] Kilic, U., Gulecyuz, E. 2017. Effects of Some Additives on *In Vitro* True Digestibility of Wheat and Soybean Straw Pellets. Open Life Sciences, 12(1): 206-213.
- [4] Mohamoud Abdi, A., Kılıç, U. 2018. Farklı Samanlarda Lignin Peroksidaz Enzimi Kullanımının Yem Değeri Üzerine Etkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi. 21 (3):374-384
- [5] Bhargava, A., Shukla, S. and Ohri. D. 2007. Genetic variability and interrelationship among various morphological and quality traits in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Field Crops Res., 101: 104-116.
- [6] Tan, M. 2019. Evaluation of the mineral composition of forage in different quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) varieties for animal feeding. Turkish Journal of Agriculture and Forestry.
- [7] Jacobsen, S.E., Mujica, A., Jensen, R.C. 2003. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors. Food Reviews Int., 19: 99-109.
- [8] Tan, M., Yöndem, Z. (2013). İnsan ve hayvan beslenmesinde yeni bir bitki: Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Alinteri, 25: 62- 66.
- [9] Valencia- Chamorro, S.A. 2003. Quinoa. Encyclopedia of Food Science and Nutrition. Cabalero, B., Trugo, L.C., Finglas, P.M., Eds.; Academic Press: Amsterdam, Netherlands, pp 4895–4902.
- [10] Alvares-Jubete, L., Auty, M., Arendt, A.K., Gallagher, E., 2010. Baking properties and microstructure of pseudocereal flours in gluten-free bread formulations. European Food Research and Technology, 230 (3): 437-445.
- [11] Ranhotra, G.S., Gelroth, J.A., Glaser, B.K., Lorenz, K.J. & Johnson, D.L. (1993). Composition and protein nutritional quality of quinoa. Cereal Chemistry, 70, 303-305.
- [12] Repo-Carrasco, R., Espinoza, C. and Jacobsen, S.E. 2003. Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kaniwa (*Chenopodium pallidicaule*). Food Reviews International, 19(1-2): 179-189.
- [13] Filik, G. 2020. Biodegradability of quinoa stalks: The potential of quinoa stalks as a forage source or as biomass for energy production. Fuel, 266, 117064.
- [14] Jancurova, M., Minarovicova, L. and Dandar, A., 2009. Quinoa - A review. Czech J. Food Sci., 27: 71-79.
- [15] Schoenlechner, R., Siebendhandl, S., Berghofer, E. 2008. Pseudocereals, gluten-free cereal products. In E. K. Arendt & Bello D. F. (Eds.), Food science and technology international series, pp.161-189.
- [16] Doğan, H. Karwe, M.V. 2003. Physicochemical properties of quinoa extrudates. Food Science and Technology International, 9(2): 101-114.
- [17] Koyun, S., 2013. Güvenli gıda: Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Mesleki Bilimler Dergisi, 2 (2): 85-88.
- [18] Lindeboom, N. 2005. Studies on the characterization, biosynthesis and isolation of starch and protein from quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.). Degree of Doctor of Philosophy in the Department of Applied Microbiology and Food Science University of Saskatchewan Saskatoon.
- [19] A. Vega-Gálvez, M. Miranda, J. Vergara, E. Uribe, L. Puente, E. A. Martínez. 2010. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient andean grain: A review. Journal of the Science of Food and Agriculture, 90 (15): 2541-2547.
- [20] Repo-Carrasco-Valencia, R. and Serno, L.A. (2011). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as a source of dietary fiber and other functional components. Cienc. Tecnol. Aliment, 31(1): 225-230
- [21] Ridout, C.L., Price, K.R., Dupont, M.S., Parker, M.L., Fenwick, G.R. 1991. Quinoa saponins-analysis and preliminary investigations into the effects of reduction by processing. Journal of the Science of Food and Agriculture, 54 (2): 165-176.
- [22] Chauhan, G.S., Eskin, N.A.M., Tkachuk, R. 1992. Nutrients and antinutrients in quinoa seed. Cereal Chemistry, 69 (1): 85-88.
- [23] Gee, J.M., Price, K.R., Ridout, C.L., Wortley, G.M., Hurrell, R.F. and Johnson, I.T. 1993. Saponins of quinoa (*Chenopodium quinoa*): effects of processing on their abundance in quinoa products and their biological effects on intestinal mucosal tissue. Sci. Food Agr., 63: 201-209.
- [24] Ruales, J. & Nair, B.M. (1993b). Saponins, phytic acid, tannins and protease inhibitors in quinoa (*Chenopodium quinoa*, Willd) seeds. Food Chemistry, 48 (2): 137-143.

- [25] AOAC, 1998. Official Methods of Analysis. 16th Edition, AOAC International, Gaithersburg, MD.
- [26] Van Soest PV, Robertson JB, Lewis BA, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of dairy science*, 74(10): 3583-3597.
- [27] AOCS, 2005. Official procedure, approved procedure Am 5-04, Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction. J Am Oil Chem Soc, Urbana, IL. 2005.
- [28] Makkar H.P.S., Blummel 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 (6): 897-913.
- [29] Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., Schneider, W., 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*". *J. Agric. Sci. Camb.* 93:217-222.
- [30] Menke, K.H., Steingass. H., 1988. Estimation of the Energetic Feed Value Obtained from Chemical Analysis and *in vitro* Gas Production Using Rumen Fluid. *Anim. Res. Devl.*, Separate Print, 28:7-55.
- [31] Blümmel, M., Ørskov, E.R., 1993. Comparison of *in vitro* gas production and nylon bag degradabilities of roughages in predicting food intake of cattle. *Anim. Feed. Sci. and Technol.* 40: 109-119.
- [32] Goel G, Makkar H.P.S., Becker, K. 2008. Effect of *Sesbania sesban* and *Carduus pycnocephalus* leaves and Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L) seeds and their extract on partitioning of nutrients from roughage-and concentrate-based feeds to methane. *Anim Feed Sci Technol*, 147 (1-3): 72-89.
- [33] Ankom Technology, 2003. Method for determining neutral detergent fiber, acid detergent fiber, crude fiber. Ankom Technology, Macedon, NY.
- [34] Kamalak, A., 2007. Kondense tanenin olumsuz etkilerini azaltmak için kullanılan katkı maddeleri ve yemlere uygulanan işlemler. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 10(2):144-150.
- [35] Demir, M. K., Kılınç, M. 2016. Quinoa: Nutritional and Anti-Nutritional Characteristics . *Food and Health* , 2 (3) , 104-111 . DOI: 10.3153/JFHS16011