

Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (1):263-271
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.654150>

Orçun ELBİRLİK¹ 

Mürsel ÖZDOĞAN² 

¹ Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın/Türkiye

² Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Aydın/Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta:

mozdogan@adu.edu.tr

Anahtar kelimeler: Kimyasal metot, Metabolik enerji, NIRS, Yem formu

Keywords: Chemical method, Metabolisable energy, NIRS, Feed form

Yem formunun yakın kızılötesi yansıma spektroskopisi metoduyla süt sığırları karma yemlerinin besin madde değerlerine etkisinin belirlenmesi

Determination of the effect of feed form on nutrient values of dairy cattle mixed feeds by near-infrared reflectance spectroscopy method

* Bu makale ilk yazarın yüksek lisans tez projesinden özetlenmiştir.

Alınış (Received): 02.12.2019

Kabul Tarihi (Accepted): 09.02.2021

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada; toz, granül ve pelet formdaki süt sığırları karma yemlerinin ham besin madde içerikleri kimyasal ve yakın kızılötesi yansıma spektroskopisi (NIRS) metodlarıyla analizleri yapılmış ve sonuçları değerlendirilmiştir.

Materyal ve Yöntem: Farklı zamanlarda her bir formdan alınmış 50 karma yem örneğinin ham besin madde analizleri her iki metotla yapılmıştır.

Araştırma Bulguları: Kuru madde değerleri hariç diğer besin madde değerleri bakımından, yem formlarının kimyasal analizi sonucundaki fark istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır. Ham protein (HP) ve ham yağ (HY) bakımından yem formları arasındaki farklar, NIRS metoduna göre analizde ise; ham protein (HP) ve ham yağ (HY) bakımından, yem formları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur. Oysa NIRS'a göre; KM, ham kül (HK), organik madde (OM) ve ham selüloz (HS) bakımından yem formları arasındaki farkın önemli olduğu görülmüştür ($P<0.05$). Kimyasal ve NIRS analizlerinin KM, OM ve HP değerleri arasında istatistiksel fark gözlenmezken, iki analiz metodunun HK, HY ve HS değerlerinde ise istatistiksel farklar görülmüştür ($P<0.05$).

Sonuç: Yemlerin iki farklı enerji formülüne göre kimyasal ve NIRS analiz sonuçlarına göre hesaplanmış metabolik enerji içerikleri karşılaştırılmış, sadece eşitlik 1'e göre istatistiksel fark bulunmuştur ($P<0.05$).

ABSTRACT

Objective: In this study, Crude nutrients contents of dairy cattle mixed feeds in powder, crumble, and pellet form were analyzed by chemical and near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) methods, and the results of analyzes were evaluated.

Material and Methods: Crude nutrient analysis of 50 mixed feed samples taken from each form at different times, was done by both methods.

Results: As a result of the chemical analysis of the feed forms, the difference among the samples in terms of other nutrient values except for dry matter (DM) values was statistically insignificant. According to the analysis of feed forms on the NIRS method, it was found that the difference among the feed forms in terms of crude protein (CP) and ether extract (EE) values was not statistically significant. On the other hand, it was found that the differences among the feed forms in terms of the DM, crude ash (ash), organic matter (OM) and crude fiber (CF) in NIRS method were statistically significant ($P<0.05$). While no statistical difference was observed between DM, OM and CP values of chemical and NIRS analyzes, it was seen that the differences between two methods at ash, EE and CF values were statistically significant ($P<0.05$).

Conclusion: The metabolisable energy values of feeds calculated according to two different energy formulas between the chemical and NIRS methods were compared, only the value of equality 1 was found statistical difference ($P<0.05$).

GİRİŞ

Dünya yem üretimi %3 artarak 1. 103 milyar tona yükselmiştir. Her yıl düzenli olarak yapılan bir araştırmaya göre, 144 ülkenin yaklaşık 30000 yem fabrikasının bilgilerini içermektedir. Bu araştırmaya göre son 5 yılı aşkın sürede, yem endüstrisi, her yıl eşit seviyelerde ortalama %2.76 oranıyla %14.6 büyüdüğü görülmüştür. Çin, ABD, Brezilya, Rusya, Hindistan, Meksika, İspanya ve Türkiye, Dünya yem üretimindeki ilk 8 sıradaki ülkelerdir. Bu ülkeler dünya yeminin %55'ni üretmektedirler: Bu ülkeler, Dünya'daki yem fabrikalarının %59'nu bulundurmaktadırlar. Karma yem sektörünün gelişimi, hayvancılıktaki gelişmelerin ve yeniliklerin göstergesi olarak düşünülebilir. Yumurta tavuğu, etlik piliç ve süt sığırcılığı, yem üretiminde ağırlıklı olan sektörlerdir (Anonymous, 2019a). FAO (The United Nations Food and Agriculture Organization)'ya göre 2050 yılına kadar gıda talebi %60 artacağı bildirilmiştir. Aynı zamanda; 2010-2050 yılları arasında et üretimi yaklaşık %70'e, su ürünleri %90'a ve süt sığırcılığı da %55 artış planlarıyla, hayvansal protein üretimi her yıl %1.7 büyümesi tahmin edilmektedir (Anonymous, 2019b). Dolayısıyla yem ve hayvan Besleme çalışmaları, bir yandan hedef odaklı yem ve rasyon uygulamaları üzerinde araştırmalar yaparken, öte yandan da hızlı ve etkili teknolojik uygulamaları geliştirmeye odaklanmıştır (Ünlü ve ark., 2015). Mikro besin madde içeriklerinin tespiti yanı sıra, yeni yem hammaddelerin besin madde içeriklerinin tahminine yönelik, NIRS çalışmaları yoğunlaşmıştır.

Kaba ve yoğun yem yanı sıra, diğer çiftlik veya evcil hayvanların karma yemlerinin besin madde kalitesinin tespitinde NIRS teknolojisi üzerinde durulmaktadır (Goldman ve ark., 1987; Osborne ve Feam, 1988; Fontanieve ark., 2001; Pérez-Marín ve ark., 2004; Cabezuelo ve ark., 2011; Decruyenaere ve ark., 2012; Pehlevan ve Özdoğan, 2015; Karaman ve Erdemir, 2018). Diğer taraftan, veri seti oluşturulan her türlü yemin sindirilebilir organik madde, ADF ve NDF değerlerinin NIRS teknolojisiyle, tek bir analitik işlemde belirlenebilmesine kolaylık sağladığı bildirmektedir (Stuthve ark., 2003). Önceki bir çalışmada; yaygın kullanılan proteince zengin yemlerin nem, ham protein ve bazı önemli amino asitlerin hızlı ve doğru belirlenmesine olanak sağlayan NIRS ayarları (kalibrasyonu) geliştirilmiştir. Bu çalışmada örneklerin aminoasit değerlerinin doğruluğu %85-98 aralığında gözlemlenmiştir. Karma yem içeriğinin doğruluğu için NIRS tekniğinin, daha yararlı hale getirilebileceği ve böylece karma yemlerin üretim maliyetleri ve kalitesinin iyileştirileceği bildirilmiştir (Fontaineve ark.,2001). Benzer bir başka çalışmada ise; bazı buğdaygil yemlerin nem, ham protein ve bazı önemli aminoasitlerin hızlı ve doğru tahmini için NIRS ayarları (kalibrasyon) geliştirilerek, yemlerin aminoasit değerlerinin %70-98 arasında doğruluğu tahmin edilmiştir (Fontaineve ark., 2002). Nitekim Yeni Zelanda da mısır üzerinde daha evvel yapılan bir araştırma sonuçları da bu yönde olduğu bildirilmiştir (Corson ve ark., 1999). Cabezuelo ve ark., (2011) da NIRS metodolojisini kullanarak ham maddelerde hayvansal yemlerin tespiti için çalışma yürütmüşlerdir. Peletlenmiş domuz ve hindi karma yemlerinde, pelet kalitesi ve ufalanma oranı yanı sıra besin madde içeriklerinin ortaya koyulduğu bir çalışmada da;NIRS ve kimyasal analizlerinin sonucuna göre ufalanma değeri, selülozlu ve yağlı karma yemlerde daha yüksek olduğu bildirilmiştir (De Jongve ark., 2014).

Önceki çalışmalar ışığında mevcut bu çalışmada ise; süt ineği karma yem formlarının besin madde içeriklerinin belirlenmesinde NIRS ve kimyasal yöntemlerin karşılaştırılması, karma yem formunun NIRS sonuçlarına göre farklı metotlarla hesaplanmış enerji değerleri ortaya konmuştur.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada; ticari bir yem fabrikasından alınan toz, granül ve pelet formdaki karma yemler kullanılmıştır. Bu amaçla farklı zamanlarda alınan 50 tane karma yem örneğinin, her birinin toz, granül ve pelet formu olmak üzere toplam 150 örnek değerlendirilmiştir. Araştırmada ticari üretilmiş karma yemlerin içeriğinin, % 70'lik kısmı aynı hammaddelerden, geri kalan kısmının ise,ham madde çeşidi ve maliyeti sebebiyle farklı yem hammaddeleri ve katkı maddelerinden meydana gelmiştir. Fabrikada yem üretim aşamasında; her yemin toz, granül ve pelet formundan örnekler alınmıştır. Her yem örneğinin kimyasal ve

NIRS analizi 3 tekrarlı yürütülmüştür. Laboratuvara getirilen örnekler; kimyasal analizi için 1 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülürken, NIRS analizinde ise doğal haliyle (öğütme yapılmadan) analiz edilmiştir. Karma yemlerin kuru madde (KM), ham kül (HK), ham protein (HP), ham yağ(HY) ve ham selüloz (HS) kimyasal analizleri, sırasıyla, metot 934.01,metot 942.05, metot 990.03,metot 920.39 ve metot 962.09'e göre yapılmıştır (AOAC, 1997).

Spektrofotometrik analiz için, Bruker MPA (multi-purpose analyzer; Bruker Optics, Germany) yakın kızılötesi yansıma spektrometre cihazı kullanılmıştır. Kimyasal analizi yapılmış her örnek ilk önce NIRS cihazına tanıtılmış, daha sonra kimyasal analiz değerleri kalibrasyon verileri oluşturmak için, cihazın "Opus yazılım programı"na girilmiştir. Böylece NIRS cihazında ölçülmüş spektral veriyle, kimyasal analizlerden elde edilen veriler (referans data olarak kabul edilecek) arasında matematiksel ilişki kurulması hedeflenmiştir. NIRS cihazında süt ineği karma yemleri adı altında pelet, granül, toz formunda olan 3 farklı ürün alt grubu oluşturulmuştur. Aynı örnekler tekrar NIRS'da okutularak NIRS veri değerleri elde edilmiştir.

Kimyasal ve spektrofotometrik analiz sonuçlarından elde edilen besin madde değerlerine göre, organik madde ve metabolik enerji değerleri hesaplama yoluyla bulunmuştur. Organik madde (%), kuru maddeden (%) ham külün (%) çıkarılmasıyla elde edilmiştir. Görgülü (2014)'de, metabolik enerji değeri (kcal/kg), Eşitlik 1'de Alderman (1985) ve Eşitlik 2'de Sauvart (1978) ve TSE (1991) tarafından bildirilen aşağıdaki iki farklı formülle hesaplandığı beyan edilmiştir.

Eşitlik 1:

$$\text{Metabolik Enerji : (Kcal/Kg KM)} = 2816 + 15.63 \cdot \%HP + 15.89 \cdot \%HY^2 - 9.89 \cdot \%HY \cdot \%HS - 28.2 \cdot \%HK$$

Eşitlikte kullanılan besin madde değerleri kuru madde esasına göre verilmiştir.

Eşitlik 2:

$$\text{Metabolik Enerji}^1, \text{ kcal/kg OM} = 3260 + (0.455 \cdot HP^* + 3.517 \cdot HY^*) - 4.037 \cdot HS^*$$

*Değerler g/kg OM'dir.

¹: Organik madde de hesaplanmış metabolik enerji değerleri, çizelgelerde ve bulgularda kuru maddedeki enerji değerlerine çevrilerek verilmiştir.

İstatistik analiz

Verilerin normal dağılışı uygunluğu SAS (1999) paket programında test edilmiştir. Normal dağılışı uygun olduğu belirlenen özellikler, varyans analizine tabi tutulmuş ve en küçük kareler ortalamaları elde edilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklar Tukey's çoklu karşılaştırma testiyle analiz edilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Yem fabrikasının değişik üretim zamanlarından alınmış, süt sığırları karma yemlerinin farklı yem formlarının besin madde içerikleri ve metabolik enerji değerleri tespit edilmiştir. Karma yemlerin kimyasal analiz ve NIRS tekniğine göre elde edilen sonuçları bu çalışmada ortaya konmuştur.

Çalışmada farklı formdaki sığır süt karma yemlerinin kimyasal analiz değerlerinin sonuçları Çizelge 1'de sunulmuştur. Karma yemlerin toz, granül ve pelet formları arasında KM, HK, OM, HP, HY, HS ve metabolik enerji değerleri karşılaştırılmıştır. Karma yem formlarının KM değerleri arasındaki fark hariç, diğer besin madde değerleri arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($P > 0.05$). Granül yemin KM'si, diğer formlardan daha yüksek tespit edilmiştir ($P < 0.05$).

Çizelge 1. Farklı formlardaki sığır süt karma yemlerin kimyasal analiz sonuçları ($\bar{X}\pm SH$)**Table 1.** The Chemical analysis results of dairy cattle mixed feeds at different forms ($\bar{X}\pm SE$)

Besin Maddesi	Toz	Granül	Pelet	P Değeri
KM, %	89.07±0.07 ^b	89.31±0.07 ^a	89.03±0.07 ^b	0.024
HK, %	7.88±0.11	8.09±0.11	7.79±0.11	0.153
OM, %	81.19±0.14	81.22±0.14	81.24±0.14	0.972
HP, %	19.66±0.20	19.64±0.20	19.70±0.20	0.973
HY, %	4.00±0.09	3.97±0.09	3.97±0.09	0.958
HS, %	9.56±0.11	9.59±0.11	9.76±0.11	0.447
ME (Eşitlik 1), kcal/kg	2479.8±9.98	2479.4±10.21	2473.6±10.02	0.765
ME (Eşitlik 2), kcal/kg	2812.6±8.08	2817.1±7.91	2803.6±7.91	0.800

^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$)

Eşitlik 1 ve Eşitlik 2'ye göre hesaplanmış yem formlarının metabolik enerji değerleri arasındaki farkın önemli olmadığı hesaplanmıştır ($P>0.05$).

Çalışmada süt sığırı karma yemlerinin farklı formlarının NIRS tekniğine göre besin madde analiz değerleri ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Farklı formlardaki sığır süt karma yemlerin NIRS analizi sonuçları ($\bar{X}\pm SH$)**Table2.** The NIRS analysis results of dairy cattle mixed feeds at different forms ($\bar{X}\pm SE$)

Besin Maddeleri	Toz	Granül	Pelet	P Değeri
KM, %	89.28±0.06 ^b	89.35±0.06 ^a	88.80±0.06 ^b	0.000
HK, %	7.58±0.09 ^b	8.04±0.09 ^a	7.54±0.09 ^b	0.001
OM, %	81.7±0.11 ^a	81.31±0.11 ^b	81.26±0.11 ^b	0.011
HP, %	19.47±0.18	19.67±0.18	19.25±0.18	0.267
HY, %	3.82±0.06	3.85±0.06	3.78±0.06	0.763
HS, %	9.76±0.07 ^b	9.69±0.07 ^b	9.97±0.07 ^a	0.019
ME (Eşitlik 1), kcal/kg	2475.0±4.87	2471.5±4.87	2454.8±4.87	0.450
ME (Eşitlik 2), kcal/kg	2808.1±4.38 ^a	2810.7±4.38 ^b	2780.4±4.38 ^b	0.001

^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$)

NIRS tekniğine göre yem formlarının; KM, HK, OM ve HS değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yapılmış analizlerde, granül yemin KM ve HK değerleri, toz ve pelet yemden daha yüksek bulunmuştur ($P<0.01$). Öte yandan toz yemin OM'si ise, granül ve pelet yemin OM'sinden daha yüksek olduğu ($P<0.05$) görülürken, pelet yemin ham selülozu toz ve granül yem HS'dan daha yüksek olduğu görülmüştür ($P<0.05$). Karma yemin farklı formlarının HP ve HY değerleri arasındaki fark, istatistiksel olarak önemli olmadığı ortaya konmuştur.

Karma yemlerin enerji değerlerinin NIRS tekniği verileriyle hesaplanmış sonuçlarında, Eşitlik 1'e göre farklı yem formlarının metabolik enerji değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmazken, Eşitlik 2'ye göre ortalamalar arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur ($P<0.01$).

Süt sığırı karma yemlerinin kimyasal ve NIRS analiz sonuçlarını, farklı yem formları dikkate alınmadan analiz edildiğinde, iki farklı analiz tekniğinin KM, HK, OM, HP, HY ve HS değerleri Çizelge 3'de sunulmuştur.

Karma yemlerin kimyasal ve NIRS metotlarının KM, OM ve HP değerleri arasında farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı, bundan dolayı her iki tekniğin sonuçlarının birbiriyle örtüştüğü görülmektedir. Bununla birlikte, aynı yemlerin farklı metotlara ait HK, HY ve HS değerleri arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur ($P<0.05$). Kimyasal yöntemle elde edilmiş HK ve HY değerleri, NIRS metoduyla elde edilmiş değerlerden yüksek iken, kimyasal analizle edilmiş HS değeri NIRS ile elde edilmiş HS değerinden daha düşük bulunmuştur.

Kimyasal ve NIRS analiz sonuçları dikkate alınarak eşitlik 1 ve eşitlik 2'ye göre süt sığırları karma yemlerinin hesaplanmış metabolik enerji değerleri Çizelge 4' de verilmiştir.

Çizelge 3. Sığırların süt karma yemlerinin kimyasal ve NIRS metoduna göre besin madde analizleri sonuçları ($\bar{X} \pm SH$)

Table 3. The nutrient analysis results according to the chemical and NIRS methods of dairy cattle mixed feeds ($\bar{X} \pm SE$)

Besin Maddeleri	Kimyasal	NIRS	P Değeri
KM, %	89.14±0.04	89.14±0.04	0.962
HK, %	7.92±0.06	7.72±0.06	0.025*
OM, %	81.22±0.07	81.42±0.07	0.058
HP, %	19.66±0.11	19.46±0.11	0.202
HY, %	3.98±0.04	3.82±0.04	0.013*
HS, %	9.64±0.05	9.81±0.05	0.038*

* Aynı satırdaki değerler arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

Çizelge 4. Sığırların süt karma yemlerinin kimyasal ve NIRS metodlarına göre hesaplanmış metabolik enerji değerleri ($\bar{X} \pm SE$)

Table 4. The calculated metabolisable energy values according to chemical and NIRS methods of dairy cattle mixed feeds ($\bar{X} \pm SE$)

Hesaplama Yöntem	Kimyasal	NIRS	P Değeri
ME (Eşitlik 1) , kcal/kg	2477.7±4.11	2467.0±4.11	0.035*
ME (Eşitlik 2) , kcal/kg	2811.2±3.22	2799.6±3.22	0.226

* Aynı satırdaki değerler arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

Kimyasal analiz sonuçlarına göre Eşitlik 1'deki hesaplanmış metabolik enerji değeri ile NIRS metodu sonuçlarına göre Eşitlik 1'deki hesaplanmış metabolik enerji değerleri arasındaki fark önemli olduğu görülmüştür (P<0.05). Eşitlik 2'de ise her iki metoda göre hesaplanmış metabolik enerji değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Eşitlik 1'e göre, en yüksek enerji değerini kimyasal analiz metodunun sonuçları gösterirken, Eşitlik 2'ye göre metodlar arasında enerji farklılığının istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür. Bu açıdan, kimyasal NIRS metodlarının besin madde sonuçları Eşitlik 2'ye göre metabolik enerji değerleri birbirini doğruladığı düşünülmüştür.

TARTIŞMA

Karma yem fabrikalarında ve bilimsel kriterlere uygun üretim hayvancılık işletmelerinde, satın alınan hammaddelerin ve üretilen yemlerin besin madde içeriğinin hızlı bir şekilde analizi önemlidir. Karma yemlerin besin madde analizinin hem hızlı hem de doğru sonuçlar verecek cihazlar ve metodlar üzerinde yoğun çalışmalar yürütüldüğü görülmektedir. Besin madde analizleri, klasik anlamda ve yaygın olarak kimyasal yöntemlerle yapılmaktadır. Kimyasal yöntemler hem zahmetli ve zaman alıcı, hem de kullanılan kimyasallar nedeniyle insan ve çevre sağlığı için riskli ve masraflı olmakla birlikte, güvenilir sonuçlar verdiği bilinmektedir. Ancak son yıllarda, hızlı ve doğruya yakın sonuçların alınabilmesi için, hammadde analizlerinde NIRS teknolojisine yönelik çalışmalar oldukça yoğunlaşmıştır.

Mevcut bu çalışmada süt sığırları karma yemlerin toz, granül ve pelet formlarının; kuru madde, ham kül, organik madde, ham protein, ham yağ, ham selüloz içerikleri, kimyasal ve NIRS metodlarıyla ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlara göre; her iki analiz metodunun birbirine benzerlikleri veya farklılıkları tespit edilmiştir. Aynı zamanda, söz konusu yemlerin metabolik enerji içerikleri de iki farklı eşitlik formları kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarının tartışılması ve değerlendirilmesiyle, önümüzdeki dönemlerde yem hammaddelerinin kalite değerlendirmesine katkı sağlayacağı düşünülmüştür.

Mevcut bu çalışmadaki kimyasal analiz sonuçlarına göre yem formları arasında, kuru madde değerleri hariç diğer besin madde değerleri arasında fark çıkmamıştır. NIRS teknolojisiyle yapılmış analiz sonuçlarına göre ise; yem formlarının KM, HK, OM, HS ve eşitlik 2'ye göre hesaplanmış ME

değerleri arasında istatistiksel fark bulunurken, HP, HY ve eşitlik 1'e göre hesaplanmış ME değerlerinde istatistiksel farklılık görülmemiştir. Kimyasal metoda göre toz, granül ve pelet yemlerin KM değerleri arasında fark görülmüş, fakat kuru madde değerleri arasındaki farkın, %0.28 çıkması nedeniyle bu sonuçlarında kabul edilebilir bulunmuştur. Ayrıca bu farklılığın, yem formuna uygulanan işlemlerden kaynaklanabileceği düşünölmüştür. Kimyasal analiz sonuçlarına göre süt sığırı karma yemlerinde, Eşitlik 1 ve Eşitlik 2'ye göre hesaplanmış metabolik enerji içeriklerinde farklılık gözlenmemiştir. Bu değerlendirmelerin ışığında, üretilen karma yemin homojen karıştırıldığı ve sonrasında, toz, granül ve pelet yem formları arasında besin madde değerlerinde farklılığın olmaması, karma yeme uygulanan ısı işlem ve sonrasında soğutma işlemi yemin besin madde kompozisyonunu değiştirmediği sonucuna ulaşılmıştır. Aynı zamanda, kimyasal analiz sonuçlarının güvenilirliğini de ortaya çıkarmıştır. Aynı yem formlarının NIRS sonuçları değerlendirildiğinde ise; kuru madde, ham kül, organik madde, ham selüloz ve Eşitlik 2'ye göre hesaplanmış değerleri arasında istatistiksel fark çıktığı görülmüştür. Yem formları arasında kuru madde de %0.55, ham kül de %0.50, organik madde de %0.44 ve ham selüloz değerlerinde ise %0.28'lik, Eşitlik 2'ye göre hesaplanmış metabolik enerji değerlerinde de 30.3kcal/kg KM'de farklar olduğu görülmüştür. Kuru madde ve ham kül hariç, diğerleri arasındaki farklar, yemlerin kalite değerlendirmesinde çok önemli farklar yaratmayacağı düşünölmüştür. Ancak analiz sonuçları arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli çıkmasının değerlendirmesinde; NIRS analizlerinin daha güvenilir ve tekrarlanabilir sonuçlara ulaşılabilmesinde örnek sayısının mümkün olabildiğince çok olması gerektiği açıklamalarıyla örtüşmektedir (Conzen, 2006). Dolayısıyla, çalışmamızdaki numunelerin kuru madde, ham kül, organik madde ve ham selüloz değerlerinin güvenilirliğini arttırmak için örnek sayısının artması gerektiği tavsiye edilmiştir. Konuya ilişkin literatürler incelendiğinde, NIRS yönteminin etkinliği ve daha düşük aralıkta hata sınırları içerisinde çalışmasının temelinde, örnek sayısı, birörneklik ve örnek miktarı olduğu görülmektedir (Shenk ve Westerhaus, 1991; Park ve ark., 1998; Quampah ve ark., 2012; Gürbüz ve Yılmaz, 2019; Atalay ve ark. 2020). Diğer yandan bitkisel ürünlerle yapılan çalışmalar incelendiğinde mısır, buğday ve soya fasulyesi küspesi gibi tek tip yemlerde besin madde analizlerinde daha güvenilir sonuçlar alındığı bildirilmektedir (Coleman ve ark., 1990; Williams ve Sobering, 1993). Önceki bir başka çalışmada; 163 adet yem örneği analizi üzerinde iki yıl süreyle çalışan De Boever ve ark.(1995) tarafından, NIRS ile hem daha kolay ve çabuk, hem de insan sağlığı için risksiz, kalibrasyon hatasının ise dikkate alınmayacak düzeyde olduğu bildirilmektedir. De Boever ve ark.(1995) kimyasal analizlerin daha az kullanılması gerektiği bunun yerine NIRS tekniğinin kullanılmasının daha verimli olacağı sonucuna varmışlardır. Mevcut bu çalışmada; yem formunun enerji içeriğine etkisinin olmadığı, daha çok örnek sayısı ve numunenin homojenliği ve selüloz miktarına bağlı olduğu düşünölmektedir. NIRS teknolojisiyle tahmin edilmiş besin madde değerlerine göre hesaplanmış metabolik enerji içeriklerini değerlendirmiş çalışmalarda; KM, HP, HY, HS gibi besin madde sonuçlarının güvenilirliğinin yüksek olduğunu, bunlara göre hesaplanmış metabolik analiz sonuçlarının güvenilir olduğu vurgulanmaktadır (Atalay ve ark., 2020). Yine Pehlevan (2014) alternatif yem hammaddelerinde enerji değerlerini tahminde kullandığı eşitliklere göre çıkan sonuçlar, şimdiki çalışmalarla örtüştüğu, NIRS tekniği sonuçlarının Kimyasal analiz sonuçlarıyla benzeşmesinde örnek sayısı, homojenlik ve yemin selüloz içeriğinin belirleyici olduğunu vurgulamıştır.

Mevcut bu çalışmadaki başka değerlendirmede ise; kimyasal ve NIRS metoduna göre elde edilmiş besin madde analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada; bu iki metoda göre KM, OM, HP değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmazken, HK, HY ve HS değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yine aynı çalışmada; her iki metoda göre besin madde değerleri üzerinden Eşitlik 1'e göre hesaplanmış metabolik enerji içeriklerinde istatistiksel fark görülürken, Eşitlik 2'ye göre hesaplanmış metabolik enerji değerleri arasında istatistiksel fark görülmemiştir. Eşitlik 1'e göre; metabolik enerji değerleri arasındaki fark 10.7 kcal/kg KM'de olduğu, kabul edilebilir hata sınırları içerisinde olduğu sonucuna varılmıştır. Mevcut bu çalışmada, özellikle ham kül, ham yağ ve ham selüloz gibi besin madde analizlerinde, numuneye gönderilen ışınların geri yansımada farklılıkların olmasından dolayı örnek sayısının artırılması durumunda varyasyonun azalacağı düşünölmüştür. Aynı alanda yapılmış çalışmalarda da, karma yemler gibi farklı numune karışımları içeren örneklerin homojenitesinin ve örnek sayısının daha fazla olması gerektiği üzerinde durulmuştur (Fontaine ve ark., 2001, 2002; Conzen, 2006; Gürbüz ve Yılmaz, 2019; Atalay ve ark., 2020). Kanatlı karma yemlerle ilgili yürütölmüş Karaman ve Erdemir, (2018)'deki çalışmasında ise; NIRS metoduyla elde edilen sonuçların, kimyasal

metotla elde edilen sonuçlara yakın olduğu gözlenmiş ve daha kesin sonuçların alınabilmesi için, bundan sonraki çalışmalarda örnek sayısının fazla tutulması tavsiye edilmiştir. Aynı çalışmada NIRS cihazının denge ayarlarının yapılmasında daha hassas olunması gerektiği vurgulanmıştır. De Boever ve ark. (1995) ise; karma yemlerin in vivo ve in vitro sonuçlarını değerlendirmiş, kimyasal yöntemle elde ettikleri yem analiz sonuçlarının, NIRS teknolojisiyle elde ettikleri sonuçlarla kıyaslandığında, nem, ham protein ve ham yağ sonuçlarıyla yüksek bir uyum gösterirken, ham selüloz ve enerji değerlerindeki benzerlik daha düşük uyum içerisinde olduğunu bildirmişlerdir. Aynı şekilde Fontiane ve ark. (2002)'de; ham Kül (HK) hariç tüm parametreler için sonuçların korale olduğunu kaydetmişlerdir. Tavşan yemleri için yapılmış NIRS analizlerinde de HP, HS gibi kimyasal bileşenlerin ve enerji değeri tahmininde güvenilir sonuçlar alınmıştır (Xiccatove ark. 2003).

Yemlerin metabolik enerjilerinin NIRS metodu verileriyle hesaplanmasına ilişkin çalışmalar irdelendiğinde; Atalay ve Tanay (2020)'deki çalışmada NIRS sonuçlarına göre metabolik enerji değerlerinin güvenilir olduğu bildirilmiştir. Öte yandan Pehlevan (2014)'deki araştırmasında ise, kimyasal analiz ve NIRS tekniği sonucuna göre hesaplanmış alternatif yemlerin metabolik enerji içeriklerindeki istatistiksel farklılığın oluşmasında, örnek sayısının azlığı, numunenin selüloz içeriğinin zenginliği ve buna bağlı homojenliğin azalmasından kaynaklandığı üzerinde durmuşlardır. Ancak De Boever ve ark. (1995)'nin yaptıkları bir çalışmada ise, 163 örnekten sadece ikisinde hatalı ME sonucu alındığını diğerlerinde ise doğru sonuçlar alındığını kaydetmişlerdir. Aynı şekilde Corson ve ark. (1999)'da; NIRS metoduyla yemlerdeki metabolik enerjinin saptanabileceğini ortaya koymuşlardır.

SONUÇ

Araştırmada süt sığırları karma yemlerin kimyasal analizi sonucuna göre; kuru madde değerleri hariç diğer besin madde değerleri bakımından örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Yemlerin NIRS tahminlerine göre ise; HP, HY, eşitlik 1'e göre hesaplanmış metabolik enerji değerleri bakımından yem formları arasındaki farkın önemli olmadığı, KM, HK, OM ve eşitlik 2'ye göre hesaplanmış ME değerleri arasında istatistiksel fark olduğu görülmüştür.

Karma yemlerin kimyasal analiz ve NIRS tahmin sonuçları karşılaştırıldığında ise; KM, OM, HP ve Eşitlik 2'ye göre ME değerleri bakımından istatistiksel fark bulunmadığı, HK, HY, HS ve Eşitlik 1'e göre ME değerlerinde ise istatistiksel olarak fark bulunduğu ancak ortalamalar arasındaki farkın sayısal açıdan çok yüksek olmadığı görülmüştür.

NIRS cihazı ile yapılan yem analizlerinde, örnek sayısının daha fazla tutulması ve kontrol ayarlarında daha hassas davranılmasıyla sonuçların daha tahmini yüksek olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

ZRF-15075 no'lu Lisansüstü projesine maddi desteklerinden dolayı Aydın ADU Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederiz. Çalışmanın kimyasal ve spektrofotometrik analizleri, Aydın ADU. Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme Laboratuvarı ile Tarımsal Biyoteknoloji ve Gıda Güvenliği Uygulama ve Araştırma Merkezi (TARBİYOMER) Laboratuvarlarında yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 2019a. Global feed output up 3% in 2018. All About Feed. 30 January 2019. <https://www.allaboutfeed.net/Compound-Feed/Articles/2019/1/3-growth-in-compound-feed-in-2018-387470E/>Erişim: Ekim 2019
- Anonymous, 2019b. International feed industry federation annual report 2016/17. <http://annualreport.ifif.org/#start> Erişim: Ekim 2019
- AOAC., 1997. Association of official analytical chemists. 16th ed. Washington, D.C

- Atalay, H. and B. Tanay. 2020. Determination of crude protein and metabolized energy with near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) in ruminant mixed feeds. *Journal of Istanbul Veterinary Sciences*, 4(2):31-36.
- Atalay, H., F. Kahrıman and F. Alatürk. 2020. Estimation of drymatter, crude protein and starch values in mixed feeds by near-infrared reflectance (NIR) spectroscopy. *Journal of İstanbul Veterinary Sciences*, 4(3):125-130.
- Cabezuelo, A.B.S., J. R. Quevedo, A. Bahamonde, S. Modroño, A. Martinez-Fernandez, F. Vicente, D. Perez-Marin, A. Garrido-Varo, J. E. Guerrero, B., and D.L. Roza-Delgado. 2011. Validation of two discriminant strategies applied to NIRS data spectra for detection of animal meals in feedstuffs. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9(1):41-48.
- Coleman, S.W., S. Christiansen and J.S. Shenk. 1990. Prediction of botanical composition using NIRS calibrations developed from botanically pure samples. *Crop Science*, 30: 202-207.
- Conzen, J.P. 2006. Validation of chemometric models and analysis of unknown samples. In: *Multivariate Calibration. A practical guide for developing methods in the quantitative analytical chemistry*. Bruker Optif GmbH, 2.nd English Edition. Pp. 13-70. Germany.
- Corson, D.C.,G.C. Waghorn, M.J. Ulyatt and J.Lee. 1999. Nirs: forage analysis and livestock feeding. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 61: 127–132.
- De Boever, J.L.,B.G. Cottyn, J.M. Vanacker and C.V. Boucqu. 1995. The use of NIRS to predict the chemical composition and the energy value of compound feeds for cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 5: 243-253
- De Jong, J.A., J.M. De Rouchey, M.D.Tokach, R.D. Goodband, J.C. Woodworth, S.S. Dritz, J. Erceg, L. McKinney and S. Smith. 2014. Formation of fines during the pelleted feed manufacturing process and the resulting differences in nutrient composition of fines and pellets. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 0: 297-301.
- Decruyenaere, V., E. Froidmont, N. Bartiaux-Thill, A. Buldgen and D. Stilmant. 2012. Faecal near-infrared reflectance spectrometry (NIRS) compared with other techniques for estimating the in vivo digestibility and dry matter intake of lactating grazing dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 173: 220-234.
- Fontaine, J., B. Schirmer and J.Hörr. 2002. Near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) enables the fast and accurate prediction of essential amino acid contents. 2. Results for wheat, barley, corn, triticale, wheat bran/middlings, rice bran, and sorghum. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*,50, 3902-3911.
- Fontaine, J., J. Hörr and B. Schirmer. 2001. Near-Infrared reflectance spectroscopy enables the fast and accurate prediction of the essential amino acid contents in soy, rapeseed meal, sunflower meal, peas, fishmeal, meat meal products, and poultry meal. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*,4 9: 57-66
- Goldman, A., A. Genizi, A. Yulzari and N.G.Seligman. 1987. Improving the reliability of the twostage in vitro assay for ruminant feed digestibility by calibration against in vivo datafrom a wide range of sources.*Anim. Feed Sci. Technol.*, 18: 233-245.
- Görgülü, M. 2014. Ruminant yemlerin SE, ME, TDN, NEm, NEg, NEL, değerlerinin ham besin maddelerinin hesaplanması. <http://www.muratgorgulu.com.tr/altekran.asp?id=97> Erişim: Temmuz 2019
- Gürbüz, Y., and M. Yılmaz. 2019. Determination of the effect of technological procedures applied in feed factories on mixed feed nutrition and forming quality critical points. *Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology*, 7(12): 2245-2251
- Karaman, M. and S. Erdemir. 2018. Kanatlı hayvanların beslenmesinde kullanılan bazı karma yemlerin kimyasal kompozisyonunun nearinfrared reflektans spektroskopi (NIRS) ile belirlenmesi. *Black Sea Journal of Agriculture*, 1(2): 24-28.
- Osborne, B.G. and T. Feam. 1988. *Near-infraredspectroscopy in foodanalysis*. Longmans, Harlow, UK, 200 pp.
- Park, R.S., R.E. Agnew, F.J. Gordon and R.W.J. Steen. 1998. The use of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) on undried samples of grass silage to predict chemical composition and digestibility parameters. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 72(1-2): 155-167.
- Pehlevan, F ve M. Özdoğan. 2015.Bazı alternatif yemlerin besin madde içeriğinin belirlenmesinde kimyasal ve yakın kızılötesi yansıma spektroskopi metotlarının karşılaştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2015: 12 (02):1-10

- Pehlevan, F. 2014. Bazı alternatif yemlerin kimyasal kompozisyonunun tahmini için nearinfraredreflektans spektroskopinin (NIRS) kullanımı. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, sayfa sayısı: , Aydın.
- Pérez-Marín, D.C., A. Garrido-Varo, J.E. Guerrero-Ginel and A. Gómez-Cabrera. 2004. Near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) for the mandatory labelling of compound feedingstuffs: chemical composition and open-declaration. *Animal Feed Science and Technology*, 116: 333–349.
- Quampah, A.,Z.R. Huang, J.G. Wu, H.Y. Liu, J.R. Li, S.J. Zhu and C.H. Shi. 2012. Estimation of oil content and fatty acid composition in cottonseed kernel powder using near infrared reflectance spectroscopy. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89(4): 567-575
- SAS. 1999. The SAS System. Version 8. Copyright © 1999 by SAS Institute Inc., Carry NC, USA
- Shenk, J.S. and M.O. Westerhaus. 1985. Accuracy of NIRS instruments to analyse forage and grain. *Crop Sci.*, 25, 1120–1122
- Stuth, J., A. Jama and D. Tolleson. 2003. Direct and indirect means of predicting forage quality through near infrared reflectance spectroscopy. *Field Crops Research*, 84: 45-56.
- TSE. 1991. Hayvan yemleri-metabolik (çevrilebilir) enerji tayini (kimyasal Metot). UDK 636.085. TS 9610. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Ünlü, H.B., A. Kılıç and T. Ayyılmaz. 2015. Farklı düzeylerde öğütülmüş dane mısır ilavesinin yonca silajının yem değeri üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52: 335-341.
- Williams, P.C. and D. Sobering. 1993. Comparison of commercial near infrared transmittance and reflectance instruments for analysis of whole grains and seeds. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 1: 25-32.
- Xiccato , G.,A.Trocino, J.L. De Boever, L. Maertens, R. Carabaño, J.J. Pascual, J.M. Perez, T. Gidenne , L. Falcao-E-Cunha. 2003. Prediction of chemical composition, nutritive value and ingredient composition of European compound feeds for rabbits by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). *Animal Feed Science and Technology*, 104(2003):153-168.