

Sevval Kahramanoğlu TÜMER^{1*} , Mürsel ÖZDOĞAN² 

¹ Graduate School of Natural and Applied Sciences, Adnan Menderes University, 09010, Aydın, Türkiye;
² Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Adnan Menderes University, 09010, Aydın, Türkiye;

Comparison of the Chemical Composition and Heat-Processing Parameters of Soybean Meals with Different Crude Protein Levels

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to compare the chemical composition and NIRS (Near-Infrared Reflectance Spectroscopy)-predicted quality characteristics of soybean meals with different crude protein (CP) contents (44–46% and 47–48.5%), including the evaluation of NIRS-predicted heat-processing quality parameters.

Materials and Methods: A total of 50 soybean meal samples marketed in the Aegean and Marmara regions of Türkiye were collected. The chemical composition of the samples was determined using standard analytical methods, whereas nutrient composition and heat-processing quality parameters were evaluated using NIRS.

Results: Chemical analyses of the soybean meals revealed statistically significant differences between the two soybean meal groups in terms of crude protein, crude fibre, acid detergent fiber (ADF), neutral detergent fiber (NDF) and phosphorus contents ($P < 0.05$). The NIRS results were consistent with the chemical analyses, and the high-protein soybean meal group exhibited higher phosphorus, methionine and lysine values. Among the heat-processing indicators, protein dispersibility index (PDI), trypsin inhibitor activity (TIA) and reactive lysine (R-Liz) differed significantly between groups ($P < 0.05$), while KOH protein solubility (KOHPS) values did not.

Conclusion: Significant differences were identified in the chemical composition and selected heat-processing quality parameters of soybean meals with different crude protein levels. The more favourable values of the PDI, TIA, and R-lys observed in the high-protein SBM indicate that crude protein content should be considered an important criterion in SBM quality evaluation. Furthermore, the findings demonstrate that NIRS can be used as a rapid and reliable technique for assessing both the chemical composition and heat-processing quality indicators of soybean meal. Further feeding and performance studies, particularly in high protein-demanding poultry species such as broiler chickens and turkeys, are warranted to establish the biological significance of these findings.

Keywords: Chemical analyses, NIRS, Protein dispersibility index, Trypsin inhibitor activity, protein solubility in KOH.

Farklı Ham Protein Düzeylerine Sahip Soya Küspelerinin Kimyasal Bileşimi ve Isıl İşlem Parametrelerinin Karşılaştırılması

ÖZ

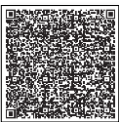
Amaç: Bu çalışmanın amacı, farklı ham protein (HP) düzeylerine (%44–46 ve %47–48.5 HP) sahip soya küspelerinin kimyasal bileşimini ve NIRS ile tahmin edilen kalite özelliklerini karşılaştırmak, ayrıca NIRS ile tahmin edilen ısıl işlem kalite parametrelerini değerlendirmektir.

Materyal ve Metot: Ege ve Marmara bölgelerinde pazarlanan toplam 50 soya küspesi örneği toplanmıştır. Örneklerin kimyasal bileşimi standart analiz yöntemleriyle belirlenmiş, NIRS yöntemi kullanılarak ise besin madde kompozisyonu ve ısıl işlem kalite parametreleri değerlendirilmiştir.

Bulgular: SFK örneklerinin kimyasal analizlerinde; ham protein, ham selüloz (HS), asit deterjan çözeltisinde çözünmeyen lif (ADF), nötr deterjan çözeltisinde çözünmeyen lif (NDF) ve fosfor (P) değerleri bakımından iki SFK grubu arasında istatistiksel farklılıklar belirlenmiştir ($P < 0.05$). NIRS sonuçları, kimyasal analizlerle uyumlu bulunmuş; yüksek proteinli SFK grubunda fosfor, metiyonin ve lizin değerleri daha yüksek saptanmıştır. Isıl işlem göstergelerinden protein dağılılırılık indeksi (PDI), tripsin inhibitor aktivitesi (TIA) ve Reaktif lizin (R-Liz) açısından gruplar arasında anlamlı farklar görülürken, KOH'de protein çözünürlüğü (KOH-PC) değerleri benzer bulunmuştur.

Sonuç: Farklı ham protein düzeylerine sahip soya küspeleri arasında kimyasal bileşim ve bazı ısıl işlem kalite parametreleri bakımından önemli farklılıklar belirlenmiştir. Yüksek ham proteinli soya küspelerinin daha uygun PDI, TIA ve R-Liz değerleri göstermesi, ham protein düzeyinin soya küspesi kalitesinin değerlendirilmesinde dikkate alınması gereken bir ölçüt olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca NIRS tekniğinin hem kimyasal bileşim hem de ısıl işlem kalite göstergelerinin hızlı ve güvenilir şekilde belirlenmesinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Elde edilen bulguların biyolojik öneminin ortaya konulabilmesi için özellikle etlik piliç ve hindi gibi protein gereksinimi yüksek kanatlı türlerinde besleme ve performans çalışmalarının yapılması yararlı olacaktır.

Anahtar Kelime: Kimyasal analiz, NIRS, Protein dağılılırılık indeksi, Tripsin inhibitor aktivitesi, KOH'de protein çözünürlüğü



How to cite:

Tümer, S.K. & Özdağ an, M. (2026) E Comparison of the Chemical Composition and Heat-Processing Parameters of Soybean Meals with Different Crude Protein Levels. Journal of Animal Production, Vol: 67 (1): 32-38, <https://doi.org/10.29185/hayuretim.1829235>

#This article is summarized from the first author's master's thesis.





GİRİŞ

Soya küspesi amino asit bileşimi ve yüksek sindirilebilirliği nedeniyle tüm hayvanlar için önemli bir yem ham maddesidir. Aynı zamanda soya küspesinin, çok miktarda ve belli bir standartta daima global yem pazarında bulunması önemli bir avantaj sağlamaktadır (Oil World, 2010; TEPGE, 2023; USDA, 2024). Dünya’da soya ürünleri; kanatlı, domuz, büyükbaş, küçükbaş, balık ve pet hayvanlarının yemlerinde önemli bir protein kaynağı olarak karşımıza çıkmaktadır (Lim and Akiyama, 1992; Bilgüven ve Karabulut, 1996; Willis, 2003; Çiftçi ve ark., 2006; Ravindran et al., 2014; Ergin ve Aydemir, 2018).

Soya küspesinin kalitesini ortaya koyan kalite kriterleri, yeni analiz metotları ve cihazlarla kalite ölçütleri sürekli güncellenmektedir ki, bunlardan birisi de NIRS cihazıyla tahmin edilen kalite parametreleridir. Soya küspesi kalitesi ile ilgili yapılan çok sayıda in vitro ve in vivo çalışmalar bulunmaktadır (Bulut, 2010; Pacheco et al., 2014; Hemetsberger et al., 2021; Kuenz et al., 2022).

Soya işleme yöntemlerinin protein kalitesi üzerine etkisinin olduğu bilinmektedir. Soya ürünlerinde anti-besinsel faktörleri yok etmeye yönelik ısıl işlemlerde; aşırı sıcaklık, lizinin sindirilebilirliğini olumsuz etkileyebilmektedir (Loruka, 2011; Nizkii et al., 2022; Villegas et al., 2024). Bu bakımdan, sindirilebilir amino asit ve sindirilebilir proteine göre amino asit değerlendirmelerinde farklı ölçüm teknikleri geliştirilmiştir (Wanders vd., 2022). Özellikle soya ürünleri gibi işlenmiş ürünlerde lizinin sindirilebilirliğinin tahmini reaktif lizinin sindirilebilirliğine dayanır (Žilić et al., 2006; Caprita et al., 2010; Rutherford et al., 2015; Wolfe et al., 2016). Yine, KOH-PÇ değeri, işlenmiş soya fasulyesi proteinin pişirme derecesini ortaya koyan bir diğer parameter olup, sıcaklık arttıkça KOH-PÇ değeri azalır ve protein denatüre olduğunda bu değer %60’a kadar düşer (Caprita and Caprita, 2008).

Bu çalışmanın amacı, Ege ve Marmara bölgelerinde ticari olarak pazarlanan soya küspelerinin besin madde içeriklerini kimyasal ve spektrofotometrik analiz yöntemleriyle belirlemek; ayrıca, ısıl işlemin yem kalitesi üzerindeki etkisini gösteren parametreleri ortaya koyarak soya küspelerinde ısıl işleme bağlı kalite değişimlerini değerlendirmektir.

MATERYAL ve METOT

Soya küspesi örnekleri, 4 büyük işletmeden ayda yaklaşık 2 kez yıl boyunca alınmıştır. Ege ve Marmara bölgelerindeki satıcı ve üretici olan 4 farklı işletmeden, beyanlarına göre farklı ham protein içerikli 50 ekstraksiyon SFK örnekleri toplanmıştır. Bu örneklerin kimyasal analiz sonuçlarına göre; %44-46 HP aralığındaki SFK grubu (SFK 44-46) ve %47-48.5 HP aralığındaki SFK (SFK 47-48.5) grubu olarak 2 muamele grubuna ayrılmıştır. Örneklerde %46-47 HP aralığında SFK bulunmadığı için muamele grupları bu şekilde oluşturulmuştur. Her grupta 25 örnek bulunmaktadır. İşletmelerde her SFK üretimi sırasında yaklaşık 0.5 kg örnek alınarak, ağız kilitli naylon torbalara (16x20 cm, 17-23 cm) konulmuş ve laboratuvara getirilmiştir. Yemler, analizden önce Retsch ZM 200 markalı değirmende 0.5 mm elek kullanılarak öğütülmüştür. Her örneğin, kimyasal ve spektrofotometrik analizleri yapılmıştır. SFK’lerinin kimyasal analizinde; kuru madde (KM; metot, 934.01), ham kül (HK; metot, 942.05), HP (metot, 990.03), ham yağ (HY; metot, 920.39), ham sellüloz (HS; metot, 962.09) analizleri AOAC (1997)’deki metotlara göre yapılmıştır. Aynı örneklerin ADF ve NDF analizleri Van Soest (1991)’e göre, nişasta analizi polarimetrik metoda, şeker analizi ise Luff-Scroll metoduna göre yapılmıştır (Karabulut ve Canbolat, 2005). Fosfor analizi ise kolorimetrik metotla hesaplanmıştır (Bulgurlu ve Ergül, 1978).

SFK örneklerinin spektrofotometrik analizleri de, NIRS cihazında yapılmıştır. Spektrofotometrik analizde; KM, HP, HY, HK, HS, ADF ve NDF, nişasta, şeker, P, metiyonin ve lizin miktarları tespit edilirken, aynı zamanda SFK’nın PDİ, KOH-PÇ, TİA ve R-liz’in spektrofotometrik değerleri de saptanmıştır. Örnekler, NIRS cihazında (FOSS DS 2500 model, Denmark) analiz edilmiştir. Örneklerin okuma değerleri otomatik olarak ISScan Nova yazılımına aktarılırken, Evonik AMINONIR Servis Kalibrasyon uygulamasıyla temel besin madde değerleri yanı sıra, amino asit ve ısıl işlem parameter değerleri tahmin edilmiştir. Spektrofotometrik veriler, Weende analizlerinin standart analiz sonuçlarına dayanmaktadır. Verilerin analizleri, Evonik (Evonik Tic. Ltd. Şti., İstanbul, Türkiye) ticari firmasının veri tabanına dayanmaktadır.

İstatistik analiz

Verilerin varyans analizleri SAS (1999) paket programında yapılmıştır. Her özelliğin ölçüm değerleri normal dağılışa uygunluğuna bakıldıktan sonra, varyans analizi yapılmış ve en küçük kareler ortalamaları elde edilmiştir.



Ortalamlar arasındaki farklar Tukey's çoklu karşılaştırma testi kullanılarak $P < 0,05$ anlamlılık düzeyinde belirlenmiştir.

BULGULAR

Farklı zamanlarda işletmelerden alınmış soya küspelerinin kimyasal besin madde analiz değerlerine göre, HP, HS, ADF, NDF ve P değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Bununla birlikte, grupların KM, HK, HY, nişasta ve şeker değerleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli değildir.

Tablo 1. Soya küspesinin kimyasal besin madde analiz değerleri, %

Table 1. Chemical nutrient analysis values of soybean meal, %

Besin Maddeleri	SFK 44-46	SFK 47-48.5	SHO	P Değeri
Kuru Madde	88.62	88.88	0.113	0.259
Ham Kül	5.97	6.22	0.103	0.240
Ham Protein	45.18	47.79	0.340	0.001*
Ham Yağ	2.21	4.15	1.098	0.392
Ham Selüloz	5.54	3.95	0.228	0.001*
Nişasta	0.82	0.65	0.055	0.128
ADF	7.55	6.07	0.255	0.001*
NDF	9.18	10.55	0.303	0.019*
Şeker	8.04	8.63	0.225	0.197
Fosfor	0.57	0.61	0.011	0.038*

*: Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$). SHO: Ortalamanın standart hatası

ADF: Asit deterjan çözeltisinde çözünmeyen lif (ADF); NDF: Nötr deterjan çözeltisinde çözünmeyen lif (NDF)

Soya küspesi örneklerinin temel besin madde ve bazı amino asitlerin spektrofotometrik değerleriyle, kimyasal analiz değerleri arasındaki farkın istatistiksel analiz sonuçları birbirine yakın sonuçlar göstermiştir (Çizelge 2). Grupların HP, HS, nişasta, ADF, NDF, P, metiyonin ve lizin değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Bununla birlikte, KM, HK, HY ve şeker değerleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 2. NIRS cihazıyla ölçülmüş soya küspesinin temel besin madde ve amino asit analiz değerleri, %

Table 2. Analysis values of essential nutrients and amino acids of soybean meal measured by NIRS instrument, %

Besin maddeleri	SFK 44-46	SFK 47-48.5	SHO	P Değeri
Kuru Madde	88.87	88.78	0.0897	0.626
Ham Kül	6.64	6.64	0.0229	1.000
Ham Protein	45.34	47.75	0.1360	0.001*
Ham Yağ	2.29	2.21	0.0495	0.399
Ham Selüloz	4.81	3.89	0.0890	0.001*
Nişasta	0.89	0.69	0.0232	0.001*
ADF	6.96	5.88	0.1058	0.001*
NDF	11.33	10.33	0.1811	0.005*
Şeker	9.09	9.00	0.0988	0.673
Fosfor	0.57	0.61	0.0043	0.001*
Metiyonin	0.60	0.63	0.0020	0.001*
Lizin	2.78	2.90	0.0086	0.001*

*: Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0.05$); SHO: Ortalamanın standart hatası

ADF: Asit deterjan çözeltisinde çözünmeyen lif (ADF); NDF: Nötr deterjan çözeltisinde çözünmeyen lif (NDF)

Yine HP içeriği yüksek olan SFK 47-48.5 grubunun fosfor, metiyonin ve lizin değerinin yüksek olduğu dikkati çekmektedir. Öte yandan, SFK 44-46 grubunun HS, nişasta, ADF ve NDF değerlerinin diğer gruptan daha yüksek olduğu görülmüştür.

Çalışmada SFK örneklerinin ısıtma işlem ölçütlerinden PDİ, TİA ve R-Liz değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunurken ($P < 0.05$), KOH-PÇ parametreleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli görülmemiştir (Çizelge 3).



Çizelge 3. NIRS cihazıyla ölçülmüş Soya küspesinin ısıtma işlem parametrelerinin değerleri

Table 3. Values of heat treatment parameters of soybean meal measured with NIRS instrument.

Özellikler	SFK 44-46	SFK 47-48.5	SHO	P Değeri	
PDİ, %	11.07	13.15		0.4181	0.012*
KOH-PÇ, %	79.16	79.42		0.4931	0.794
TİA, mg/g	1.75	1.77		0.1807	0.020*
R-Liz, mg/g	2.39	2.50		0.0089	0.001*

*: Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($p < 0,05$); SHO: Ortalamanın standart hatası

PDİ: Protein dağılılırlık indeksi.; KOH-PÇ: KOH Protein Çözünürlüğü; TİA: Tripsin İnhibitör Aktivitesi; R-Liz: Reaktif lizin

SFK 47-48.5 grubu %13.15 ile en yüksek PDİ değeri göstermiştir ($p < 0,05$). Grupların TİA değerleri incelendiğinde, SFK 44-46 grubunda 1.75 mg TİA değeri ölçülürken, SFK 47-48.5 grubunda ise 1.77 mg TİA-A değeri ölçülmüştür ($p < 0,05$). Aynı şekilde, R-Liz değerleri bakımından da, SFK 47-48.5 grubunda %2.50 ile en yüksek değer ölçülmüştür ($p < 0,05$).

TARTIŞMA

Hammadde ya da karma yem üreten ticari işletmelerde, pazarlanan ürünlerin düzenli besin madde analizleri yapılmaktadır. Yaklaşık 2000 yılından sonra, yemlerin kimyasal besin madde analizlerinin yerini spektrofotometrik analizlerin aldığı ve bununla ilgili çalışmaların yoğunlaştığı dikkati çekmektedir (Caprita and Caprita, 2008; Dunmire et al., 2019; Hemetsberger et al., 2021). Mevcut çalışmada SFK 44-46 ve SFK 47-48.5 grupları arasında kimyasal analiz sonuçlarına göre; HP, HS, ADF, NDF ve P değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. SFK gruplarının spektrofotometrik analizinde de bu besin maddelerinin yanı sıra, metiyonin ve lizin ölçümleri de yapılmıştır. Nişasta, metiyonin ve lizin hariç, iki analiz metodundaki besin madde değerleri birbirine yakın bulunmuştur. Mevcut çalışmada SFK örnekleri HP düzeylerine göre gruplandırıldığından HP değerleri arasındaki istatistiksel farkın, örneklerin homojen gruplandırılmasının bir sonucu olduğunu göstermektedir. SFK 47-48.5 grubunun hem HS hem de ADF değerlerinin diğer gruptan düşük olması, ürün işleme sırasında selülozca zengin kabuk kısmının ayrıldığına ortaya koymaktadır. NDF değerleri ise, her iki yöntemde her iki grupta farklılık göstermiştir. Bu farklılığın, özellikle kimyasal analizde az miktarda (3-5 g) örneklerle çalışıyor olmasından dolayı, SFK 47-48.8 grubundan alınan örnekte NDF parçacıkların tesadüfen daha yoğun bulunmasından kaynaklı olabileceği, NIRS cihazında daha büyük (yaklaşık 200 g) bir örnekte çalışılmasına bağlı olarak bu tesadüfü olasılıkların daha az olduğu düşünülmüştür. Bununla birlikte, yüksek HP'li SFK grubunda HS değerinin de düşük iken NDF değerinin yüksek olması olağan bir durum değildir. Bu bakımdan, NIRS cihazında SFK 47-48.5 grubunun NDF değeri, SFK 44-46 grubunun değerinden düşük bulunmuştur. Her iki grubun kimyasal metotta nişasta değerlerinde istatistiksel olarak bir fark görülmezken, NIRS metodunda gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Her iki metotta da SFK44-46 grubunun nişasta içeriği yüksektir. Her iki metodun nişasta analiz sonuçları birbirine yakın olmakla birlikte, NIRS metoduna göre grupların nişasta değerleri arasındaki fark yorumu açıktır. SFK gruplarının nişasta sonuçlarını karşılaştırabileceğimiz herhangi bir çalışmaya da rastlanılmamıştır. Ancak, %47-48.5 HP'li SFK yemlerinin üretiminde soya kabuğunun (selüloz) önemli bir kısmı ayrılmaktadır; bu esnada nişastanın da selülozla birlikte ayrıştığı, dolayısıyla nişasta değerinin düştüğü düşünülmektedir. Grupların P sonuçları incelendiğinde; her iki metodun P analiz değerleri birbirine yakındır. Aynı zamanda, her iki metotta da grupların P değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. SFK 47-48.5 grubu, diğer gruptan daha yüksek P değerine sahiptir. Aynı şekilde SFK 47-48.5 grubunun metiyonin ve lizin değerleri de SFK 44-46 grubundan daha yüksektir. Dolayısıyla, SFK 47-48.5 grubunda metiyonin ve lizin düzeylerinin yüksek olması, protein kalitesinin de yüksek olduğunun bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Farklı protein seviyelerine sahip bir SFK bir çalışmada; %44 ve %49 HP içeren SFK'ların metiyonin değerleri sırasıyla, %0.5-0.67 ve %0.6-0.69 aralığında, lizin değerleri ise sırasıyla, %2.5-2.66 ve %2.99-3.22 aralığında olduğu bildirilirken, mevcut bu çalışmayla da örtüşmektedir (El-Shemy, 2011). Farklı üretim yöntemlerinin karşılaştırıldığı bir SFK çalışmada ise, HP içeriği yüksek SFK'ların, HP içeriği düşük SFK'lara göre daha yüksek metiyonin ve lizin seviyelerine sahip olduğu bildirilmiştir (Borucki-Castro vd., 2007). Yine bir başka çalışmada da iki fermente SFK'nın farklı işleme metodundan dolayı besin maddelerinin ve amino asit içeriklerinin farklı çıktığı bildirilmektedir (Chen and Chiou, 2010). Önceki bir çalışmada da, otoklavlama süresi (29 PSI basınç ve 128°C'de, 0-60 dakika arası) arttıkça, SFK'nın lizin değerlerinin düştüğü bildirilmektedir (Dunmire et al., 2019).



Mevcut çalışmada olduğu gibi, ısıtma işlemlerinin SFK kalitesine etkisini araştıran çalışmalar vardır. Soya yağı üretimindeki sıcaklık seviyesi, SFK'nın besinsel kalitesini olmasa da besleme kalitesini etkilediği bildirilmektedir (Woyengo et al., 2017; Mantovani et al., 2011; Al-Marzooqi et al., 2010; Qin et al., 1998). Çalışmamızda da ısıtma işlem parametrelerinin spektrofotometrik ölçümünde; SFK 47-48.5 grubunun PDİ, TİA ve R-Liz değerleri, SFK 44-46 grubunun değerlerinden yüksektir. Dolayısıyla, SFK 44-46 grubunun SFK 47-48.5 grubuna göre daha yüksek sıcaklıkta ya da basınçta işlendiği söylenebilir. Mevcut çalışmadaki bu sonuçların, önceki bir çalışmadaki farklı sıcaklık ve basınçta işlenmiş SFK küspelerinin NIRS sonuçlarıyla da aynı olduğu görülmektedir (Şeker ve Tuncer, 2020). SFK'nın PDİ, TİA ve R-Liz değerleri hayvan besleme açısından yem değerlendirme kriterleri olarak ele alınmaktadır. Mevcut çalışmamızda da her iki küspe grubunun ısıtma işlem değerleri kanatlıların tüketim toleranslarının içerisinde yer almaktadır. Özellikle SFK 47-48.5 grubunun PDİ ve R-liz değerlerinin diğer gruba göre daha yüksek ve de anlamlı bir fark bulunması, bunun yanı sıra KOH-PÇ değerinin de ideal aralıkta olması etlik civciv beslenmesinde önemli bir tercih nedeni olabilir. Soya küspesinin sindirilebilirliğiyle ilgili önceki bir çalışmada; kanatlılar için TİA maksimum 4 mg/g, PDİ %40-45 olarak bildirilmektedir (Clarke and Wiseman, 2005; Batal et al., 2000; Qin et al., 1998). Etlik piliç beslenmesinde PDİ'si yüksek protein kaynaklarının kullanılması tavsiye edilmektedir (genellikle %75 ile %85 arası). R-liz değeri ise hayvanın gerçekten faydalanabildiği lizin miktarını ifade etmektedir (kaliteli bir SFK'da reaktif lizin/total lizin oranı %90). Tüm bu değerlendirmeler dikkate alındığında; yürüttüğümüz çalışma sonuçlarının daha iyi değerlendirilebilmesi için, in vivo kanatlı çalışmalarında sindirilebilirlik ve performans sonuçlarına ihtiyaç duyulmaktadır. İleriye yönelik çalışmalarda, farklı ısıtma işlem görmüş SFK'ları içeren izokalorik ve izonitrojenik diyetlerin hindi ve etlik piliçlerde sindirilebilirliğine ve verim performansına etkisi araştırılabilir.

SONUÇ

Farklı işletmelerden toplanmış SFK'ların kimyasal ve spektrofotometrik analizleri sonuçlarında, SFK 44-46 ve SFK 47-48.5 gruplarının HP, HS, ADF, NDF ve fosfor içeriklerinde anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Ayrıca NIRS cihazıyla ölçülen metiyonin ve lizin değerlerinin, yüksek proteinli SFK grubunda daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. NIRS analiz sonuçlarına göre, PDİ, TİA ve R-Liz değerleri arasında da gruplar arasında farklılıklar bulunmuştur. Yüksek proteinli küspelerde bu üç parametrenin daha yüksek çıkması, ısıtma işlem kaynaklı hasarın daha düşük olduğunu ve dolayısıyla bu küspelerin kanatlı beslemede daha uygun olabileceğini işaret etmektedir. Bununla birlikte, gelecekte farklı ısıtma işlem parametre değerlerine sahip SFK temelli diyetlerin etlik piliç ve hindilerdeki etkilerini ortaya koymak üzere in vivo çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Teşekkürler: -

Veri kullanılabilirliği: Veriler makul talep üzerine sağlanacaktır.

Yazar katkıları: Tüm yazarlar makalenin hazırlanmasına eşit katkıda bulunmuştur.

Etik beyan: Bu tez çalışmasının bir kısmından "Tümer Kahramanoğlu, Ş., Özdoğan, M. 2023. Çiğ Soya ve Tam Yağlı Soyanın Besin Madde Değerlerinin ve Isıtma İşlem Faktörlerinin Kimyasal ve Spektrofotometrik Yöntemlere Göre Değerlendirilmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 20(1):143-148." makale yayınlanmıştır.

Finansal Destek: Bu çalışma ZRF 19025 numarasıyla, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir

Makale açıklaması: Bu makale Editör Çağrı Kandemir tarafından düzenlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Al-Marzooqi W, Al-Farsi MA, Kadim IT, Mahgoub O, Goddard JS. 2010. The Effect of Feeding Different Levels of Sardine Fish Silage on Broiler Performance, Meat Quality and Sensory Characteristics under Closed and Open-sided Housing Systems. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 23(12):1614-1625.
- AOAC. 1997. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. 16th ed, Washington DC, USA.
- Batal AB, Douglas MW, Engram AE, Parsons CM. 2000. Protein Dispersibility Index as an Indicator of Adequately Processed Soybean Meal. *Poultry Science* 79:1592-1596.



- Bilgüven M, Karabulut A. 1996. Alabalık Karma Yemlerinde Tam Yağlı Soyanın Balık Unu Yerine Kullanılma Olanakları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 12:77-88.
- Borucki-Castro SI, Phillip LE, Lapierre H, Jardon PW. 2007. Ruminal degradability and intestinal digestibility of protein and amino acids in treated soybean meal products. *Journal of Dairy Science*. 90(2):810-822.
- Bulgurlu Ş, Ergül M. 1978. Yemlerin Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Analiz Metotları. E.Ü.Z.F. Yayınları No: 127. Bornova, İzmir.
- Bulut, G. 2010 Türkiye’de Üretilen Soya Hammaddelerinde Protein Kalitesinin Kanatlılar Yönünden In Vitro Tekniklerle Belirlenmesi Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Caprita A, Caprita, R. 2008. In vitro chemical procedures to estimate amino acid digestibility in soybean. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies* 14(2008):106-108.
- Caprita R, Caprita A, Ilia G, Crestescu I, Simulescu VO. 2010. Laboratory procedures for assessing quality of soybean meal. *Proceedings of the World Congress.Engineering and Computer Science 2010 Vol II WCECS 2010, October 20-22, 2010, San Francisco, USA*
- Chen CC, Chiou, PWS. 2010. Evaluating nutritional quality of single stage- and two stage-fermented soybean meal. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 20(1-2): 287 – 294. <https://doi.org/10.5713/ajas.2010.90341>,
- Çiftçi M, Güler T, Çerçi İH, Ertaş ON, Dalkılıç B. 2006. Isıtma ve öğütme işlemleri uygulanan tam yağlı soyanın toklularda performans ve ham besin maddelerinin sindirilme derecesi üzerine etkisi. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi* 20(1): 45-50.
- Clarke E, Wiseman J. 2005. Effects of variability in trypsin inhibitor content of soya bean meals on true and apparent ileal digestibility of amino acids and pancreas size in broiler chicks. *Animal Feed Science and Technology* 121(1-2): 125-138.
- Dunmire KM, Dhakal J, Stringfellow K. 2019. Evaluating soybean meal quality using near-infrared reflectance spectroscopy. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports, Swine Day*. 5(8): 1-8.
- El-Shemy A. 2011. *Soybean and Nutrition*. Edited by Hany A. El-Shemy, Published by InTech. Janeza Trdline 9,51000. Rijeka, Croatia.
- Ergin N, Aydemir SK. 2018. Soya bitkisinin hayvan beslemedeki yeri ve önemi. *Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 1(1):143-157,2018.
- Hemetsberger F, Hauser T, Doming KJ, Kneifel W, Schedle K. 2021. Interaction of soybean varieties and heat treatments and its effect on growth performance and nutrient digestibility in broiler chickens. *Animals* 2021, 1 2668. <https://doi.org/10.3390/ani11092668>
- Karabulut A, Canbolat Ö. 2005. Yem değerlendirme ve Analiz yöntemleri. *Uludağ Üniversitesi Yayınları No: 2.05.048.0424*. Sayfa: 1192-123. Bursa- Türkiye.
- Kuenz S, Thurner S, Hoffmann D, Kraft K, Wiltafsky-Martin M, Damme K, Windisch W, Brugger D. 2022. Effects of gradual differences in trypsin inhibitor activity on the estimation of digestible amino acids in soybean expellers for broiler chickens. *Poultry Science* 101(4):101740. DOI:10.1016/j.psj.2022.101740
- Lim C, Akiyama DM. 1992. Full-fat soybean meal utilization by fish. *Asian Fisheries Science* 5(1992):181-197.
- Loruka MNI. 2011. Effects of processing on soybean nutrients and potential impact on consumer health: an overview. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development* 11(4): 69170. DOI: 10.4314/ajfand.v11i4.69170
- Mantovani D, Filh, Corazza ML. 2011. Physical and chemical characteristics studies during the processing of soybean used in monogastric feeding. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 32(3): 1163-1168
- Nizkii S, Kodirova G, Kubankova G. 2022. Lysine-an absolutely essential amino acid in soybean proteins from the russian selection. *International Journal of Pharmaceutical Research and Allied Sciences* 11(1-2022): 51-54.



- Oil World, 2010. Major meals, world summary balances. *Oil World Weekly*, January 22, 2010, 55 (3): 45 <https://www.feedipedia.org/node/3020>. (15 Haziran 2024)
- Pacheco WJ, Stark CR, Ferket PR, Brake J. 2014. Effects of trypsin inhibitor and particle size of expeller-extracted soybean meal on broiler live performance and weight of gizzard and pancreas. *Poultry Science* 93(9):2245-2252. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-03986>
- Qin GX, Verstegen MVA, van der Poel AFB. 1998. Effect of Temperature and Time during Steam Treatment on the Protein Quality of Full-fat Soybeans from Different Origins. *J. Sci. Food Agric.*, 77:393-398.
- Ravindran V, Abdollahi M, Bootwalla S. 2014. Nutrient analysis, apparent metabolisable energy and ileal amino acid digestibility of full fat soybean for broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 197(2014):233-240. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.08.014>
- Rutherford SM, Fanning AC, Miller BJ, Moughan PJ. 2015. Protein digestibility-corrected amino acid scores and digestible indispensable amino acid scores differentially describe protein quality in growing male rats. *The Journal of Nutrition* 145(2):372-379. <https://doi.org/10.3945/jn.114.195438>
- SAS. 1999. *Statistical Analysis System, Statistical Methods*. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Şeker R, Tuncer ŞD. 2020. The estimation of trypsin inhibitor activities in soybean meals produced in Turkey. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*. 34(2):132-136.
- TEPGE, (2023). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (2020). *Durum ve Tahmin Soya* (Yayın No. 314). Ankara
- USDA (2024). *Data and Analysis, U.S. Department of Agriculture. Commodities and Products, Oilseeds, Soybeans*. <https://fas.usda.gov/data/commodities/soybeans>. (15 Haziran 2024)
- Van Soest, P. J., Robertson, J. B., Lewis, B. A., 1991. Method for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber and Nostarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74:3583-3597.
- Villegas AM, Menconi A, Yacoubi N, Applegate TJ. 2024. Effects of expeller soybean on growth performance, amino acid digestibility and intestinal integrity. *Poultry Science* 103(4):103526.
- Wanders AJ, van den Berg LA, Mensink M, Mes JJ. 2022. Protein quality of soy and the effect of processing: A quantitative review. *Frontiers in Nutrition* 9(2022): 1004754. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1004754>
- Willis S. 2003. The use of Soybean Meal and Full Fat Soybean Meal by the Animal Feed Industry. 12th Australian Soybean Conference. <https://www.researchgate.net/profile/Sara-Willis4/publication/267242105>
- Wolfe RR, Rutherford SM, Kim IY, Moughan PJ. 2016. Protein quality as determined by the digestible indispensable amino acid score: evaluation of factors underlying the calculation. *Nutrition Reviews*, 74(9):584–599, <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuw022>
- Woyengo TA, Beltranena E, Zijlstra RT. 2017. Effect of anti-nutritional factors of oilseed co-products on feed intake of pigs and poultry. *Animal Feed Science and Technology* 233:76-86.
- Žilić SM, Božović IN, Savić S, Šobajić S. 2006. Heat processing of soybean kernel and its effect on lysine availability and protein solubility. *Central European Journal of Biology* 1(4):572-583. DOI: 10.2478/s11535-006-0039-x